EL METODO

LA NATURALEZA DE LA NATURALEZA

Edgar Morin

CATEDRA

Colección Teorema
Serie mayor

Edgar Morin

El Método

I

La naturaleza de la Naturaleza

Traducción de Ana Sánchez en colaboración
con Dora Sánchez García

SEXTA EDICIÓN

CATEDRA

TEOREMA

Título original de la obra: *La Méthode I. La nature de la Nature*

Cubierta de Diego Lara

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© Editions du Seuil, 1977
Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, S.A.), 2001
Juan Ignacio Luca de Tena, 15 - 28027 Madrid
Depósito Legal: M - 50.454 - 2001
ISBN: 84 - 376 - 0267 - X
Printed in Spain
Impreso en ÇLM, S.L.
Fuenlabrada (Madrid)

Índice

INTRODUCCIÓN GENERAL

El espíritu del valle

El evadido del paradigma, 21.—La escuela del Duelo, 25.—El imposible imposible, 27.—El a-método, 28.—El recurso científico, 29.—Del círculo vicioso al ciclo virtuoso, 30.—La en-ciclo-pedia, 32.—Reaprender a aprender, 33.—«Caminante no hay camino», 35.—La inspiración espiral, 36.—El espíritu del valle, 37.

TOMO I

La naturaleza de la Naturaleza

ADVERTENCIA AL TOMO I 43

PRIMERA PARTE

El orden, el desorden y la organización

CAPÍTULO I. EL ORDEN Y EL DESORDEN (DE LAS LEYES DE LA NATURALEZA A LA NATURALEZA DE LAS LEYES) 49

1. La invasión de los desórdenes 49

El orden Rey, 49.—De la degradación de la energía a la degradación del orden: el surgimiento de la organización, 51.—El desarreglo microfísico, 55.—El desorden genésico, 56.—¿Un desorden organizador?, 58.

2. De la génesis al Tetrálogo 60
El problema de origen 60

La complejidad original, 63.

La desintegración organizadadora 63

El escenario de la cosmogénesis, 64.—La transformación del desorden y el desorden de las transformaciones, 65.—El calor, 66.—El nacimiento del orden, 68.

El juego de las interacciones 69

El gran juego, 74.

El bucle tetralógico 74

3. El nuevo mundo: Caos, Cosmos, *Physis* 76

La vuelta del caos, 76.—Soles y átomos, 78.—Caos, *Physis*, Cosmos, 80.— El nuevo mundo incierto, 81.—Los dos universos divergentes, 82.—Un mundo distinto: la adquisición irreversible y la incertidumbre, 85.

4. La articulación del segundo principio de la termodinámica y de las ideas de entropía en el principio de la complejidad física 88

El primer principio cosmológico y el segundo principio termodinámico, 89.—El segundo principio de una organización sin principio: la integración en una *physis* generalizada, 89.—El haz y el envés, 91.

5. El diálogo del orden y el desorden 94

La pareja imposible, 94.—El desorden del desorden, 95.—El orden del orden, 96.—La coproducción del orden y del desorden, 99.—Lo improbable y lo probable, 101.

6. Hacia la galaxia Complejidad 103

Una génesis teórica, 103.—Universo naciente, 105.—El tiempo complejo, 107.—La naturaleza compleja de la naturaleza, 108.

7. El observador del mundo y el mundo del observador. 109

La pérdida de certidumbre, 109.—La pérdida de Sirio, 110.—El Rorschach celeste, 111.—El calor contagioso, 112.

CAPÍTULO II. LA ORGANIZACIÓN (DEL OBJETO AL SISTEMA). 115

El enigma de la organización, 115.

1. Del objeto al sistema: de la interacción a la organización 117

Del objeto al sistema 117

El reinado del objeto sustancial y de la unidad elemental, 117.—El desmoronamiento de la base, 119.—El universo de los sistemas, 120.—El archipiélago Sistema, 121.—Presencia de los sistemas, ausencia del sistema, 122.—Primera definición del sistema, 123.—De la interacción a la organización, 125.

De la interacción a la organización 125

El concepto trinitario organización ▽ sistema, 126.
interrelación

2. La unidad compleja organizada. El Todo y las partes. Las emergencias y los constreñimientos 128
Unitas multiplex 128

Las emergencias 129

Las emergencias globales, 129.—Las micro-emergencias (la parte es más que la parte), 131.—La realidad de la emergencia, 131.—La emergencia de la realidad, 134.—La emergencia de la emergencia, 134.

Los constreñimientos: El todo es menos que las partes 135

Los constreñimientos, 136.—El todo es menos que la suma de las partes, 136.

La formación del todo y la transformación de las partes 139

3. La organización de la diferencia. Complementariedades y antagonismos 139
La diferencia y la diversidad 139

Doble identidad y complementariedad 141

La organización de la diferencia, 141.

El antagonismo organizacional 142

Interrelación y antagonismo, 142.—El antagonismo en la complementariedad, 143.—La organización de los antagonismos, 144.—El principio de antagonismo sistémico, 146.—La autoorganización y la entropía organizacional, 146.

4. El concepto de sistema 148

Más allá del «holismo» y del reduccionismo: el circuito relacional 149

El todo no es todo 151

El todo es más que el todo. El todo es menos que el todo, 151.—Escisiones en el todo (lo sumergido y lo emergente, lo reprimido y lo expresado), 152.

La organización de la organización 155

La relación de las relaciones, 156.—La formación transformadora y la transformación formadora, 156.—El mantenimiento de lo que mantiene, 156.—El orden de la organización y la organización del orden, 157.—Organización, orden y desorden, 158.—La estructura de la organización y la organización de la estructura, 159.—La clausura y la apertura organizacionales: el sistema ha de ser abierto y cerrado, 160.—El órgano, 162.

El dasein *físico: la relación en el tiempo* 162

El principio de selección física, 159.

Más allá del formalismo y del realismo: de la physis *al entendimiento, del entendimiento a la* physis: *el sujeto/sistema y el objeto/sistema* 164

El enraizamiento en la *physis*, 165.—El sistema es una abstracción del espíritu, 165.—Concepto-fantasma, concepto-piloto, 168.—La transacción sujeto/objeto, 169.—El sistema observante y el sistema observado, 169.

5. La complejidad de base 171

La complejidad de la unidad compleja 171

Unitas multiplex: el macro-concepto, 172.—*Unitas multiplex:* la unidad de, en la diversidad, 173.—Lo uno es complejo, 173.—El antagonismo en lo Uno, 170.—Las cosas no son más que cosas, 175.

La complejidad de base 175

La complejidad como guía; utilidad e insuficiencia cada vez mayores de la teoría del sistema 178

PARTE SEGUNDA

Organización (la organización activa)

CAPÍTULO I. LOS SERES-MÁQUINA 183

En el principio era la acción, 183.

1. Organización, producción, praxis: la noción de ser-máquina 184

Un ser físico organizador 185

Praxis, transformación, producción 185

De la acción a la praxis, 185.—La renovación de la noción de producción, 186.—Transformaciones y meta-morfosis, 187.—El desarrollo del concepto de máquina, 189.

2. Las familias Máquinas 190

La arque-máquina: el Sol, 190.—Proto-máquinas y motores salvajes, 191.—Las polimáquinas vivas, 194.—La megamáquina social, 196.—Las máquinas artificiales, 198.

3. El concepto genérico de máquina 201

Un concepto físico y un modelo genérico, 201.—La inversión copernicana, 202.—La genealogía de las máquinas, 203.—La gran familia Mecano, 206.—El pueblo de las máquinas, 206.—El concepto policéntrico, 207.—Aislar y reunir. Máquinas y máquinas de máquinas (polimáquinas). El problema del conceptuador, 208.—Los fondos de las máquinas: la productividad de sí (poiesis y generatividad), 210.

CAPÍTULO II. LA PRODUCCIÓN-DE-SÍ (EL BUCLE Y LA APERTURA) 212

1. El bucle: de la forma genésica a la forma generadora. Organización recursiva y reorganización permanente. 213

El bucle: de la retroacción a la recursión 213

Del torbellino al bucle, 213.—La clave-de-bucle: retroacción y recursión, 215.

Morfostasis y reorganización permanente 217

El estado estacionario, 218.—La dinámica estacionaria: meta-desequilibrio, meta-inestabilidad, 220.—La idea de regulación, 221.—La homeostasis, 224.—De la regulación a la regularidad operacional, 226.—La reorganización permanente, 227.

2. La apertura 229

De la apertura termodinámica a la apertura organizacional, de la apertura organizacional a la apertura existencial 229

Del sistema abierto a la apertura organizacional, 229.—Apertura y organización activa, 229.—Apertura y cerramiento. El círculo complejo, 230.—La virtud de apertura, 231.—El reconocimiento de la apertura, 231.—La apertura de entrada y la dependencia ecológica, 233.

La relación ecológica 235

La autonomía dependiente, 235.—La transformación del entorno, 236.

La apertura de la apertura 237

Reapertura, 237.—Lo vivo del objeto: el surgimiento de la existencia, 237.—Conclusión: la apertura de la apertura, 239.

3. El sí: el ser y la existencia autónomos (el en sí) 242

El bucle une apertura y cerramiento 242

El ser existencial 243

La producción del Sí, 244.—La constelación, 245.—El principio generativo y el principio ontológico, 246.

4. El tiempo abierto y recerrado 248

5. El desorden activo: la desorganización permanente .. 250

Desórdenes y antagonismos en acción, 250.—La integración de la desintegración: Los dobles juegos de las retroacciones negativas y positivas, 252.—Homeostasis y despliegues, 253.—Hacia las complejidades retroactivas antroposociales, 255.—Los dobles juegos de lo positivo y de lo negativo, 256.—La retroacción positiva: pulsión de muerte, pulsión genérica, 257.

6. La forma genésica y generativa 258

Génesis y generatividad, 258.—La gran rueda, 260.—Matrices, 261.—La maquinalidad degradada y generadora de energías, 264.

7. El entre-paréntesis 265

8. Conclusión: la máquina de un ser y el ser de una máquina 266

CAPÍTULO III. DE LA CIBERNÉTICA A LA ORGANIZACIÓN COMUNICACIONAL (COBERNÉTICA) 270

1. Mandato y comunicación 270

La comunicación, 270.—El nudo gordiano, 272.

2. La noción de aparato. Sojuzgamiento y emancipación. 273

El sojuzgamiento artificial 274

La vida de los aparatos 276

Servo-mecánicos y cerebro-mecanismos, 276.—La ambigüedad. El aparato, la parte, el todo, 278.

El sojuzgamiento de la naturaleza y la «producción del hombre por el hombre» 279

Los eco-sojuzgamientos, 279.—El sojuzgamiento de la motricidad física, 280.—El sojuzgamiento de lo vegetal y el sometimiento de lo animal, 281.

El Estado-aparato y la megamáquina social: el juego de los sojuzgamientos y las emancipaciones 282

3. Apología y condena de la cibernética 284

4. Para una ciencia de la organización comunicacional: o cobernética 289

CAPÍTULO IV. LA EMERGENCIA DE LA CAUSALIDAD COMPLEJA 293

1. De la endo-causalidad a la causalidad generativa 293

La disyunción entre la causa externa y el efecto, 294.—La causalidad circular: causa⟶efecto: causalidad autogenerada/generativa, 295.

2. Finalidad y generatividad 296

El retorno de la finalidad (de la teología del relojero a la teleonomía del reloj), 296.—La causalidad finalitaria, 297.—La incertidumbre

de abajo: la finalidad como emergencia, 298.—La incertidumbre de arriba: los inciertos fines del vivir, 300.—Incertidumbres en el circuito: la relatividad de los medios y de los fines, 302.—La finalidad incierta, 304.

3. La endo-eco-causalidad 305

CAPÍTULO V. PRIMER BUCLE EPISTEMOLÓGICO: FÍSICA ⟶ BIOLOGÍA ⟶ ANTROPO-SOCIOLOGÍA 309

1. Articulaciones y comunicaciones 309

La doble articulación, 309.—Circulación clandestina y circulación reflexiva, 311.—Las dos entradas. El doble sistema de referencia, 313.—La necesidad de un bucle teórico, 313.

2. La *physis* regenerada 314

3. La vida: poli-super-meta-máquina 318

4. La articulación antropo-sociológica 321

La articulación psico-física: inteligencia de una máquina, 321.—La física social, 322.—«Somos máquinas», 322.

5. La rueda: círculo vicioso y bucle productivo 323

PARTE TERCERA

La organización regenerada y generativa

CAPÍTULO I. LA ORGANIZACIÓN NEGUENTRÓPICA 329

Introducción, 329.—Entropía/Neguentropía: la misma, la inversa, la otra, 329.—Lo improbable probable, 333.—La complejidad dialógica neguentropía/entropía, 334.—La presencia: organización → neguentropía → información, 338.

CAPÍTULO II. LA FÍSICA DE LA INFORMACIÓN 340

1. La información shannoniana 340

La entrada en el mundo, 340.—La entrada en la máquina, 344.—La entrada en la *physis*, 345.—La entrada en la vida, 348.—La entrada en el cerebro, 349.—La presentación en sociedad, 350.—El imperio informacional, 350.

2. Por una más amplia información 352

Las insuficiencias del bit 353

El *bit* no mide nada fuera de la transmisión de señales, 349.—La insuficiencia digital, 354.

La carencia generativa 355

La carencia teórica 356

3. Genealogía y creatividad de la información 358

La génesis de la generatividad: el nacimiento de la información 358

El buclaje proto-simbiótico/parasitario, 360.—Ser núcleo-proteinado productor de sí, 360.—Refuerzo del buclaje, 361.—Constitución de un complejo regulador, 361.—El proceso de informacionalización, 362.

De la no-información a la información 365

Arqueología de la información: re-generación e información negativa 365

Máquina y máquina. Información e información. Programa y programa, 365.—El complejo generativo y el aparato informacional, 366.—El semblante de la información, 367.—El recomenzamiento, 368.—La mnesis generativa, 370.—La multiplicación, 373.—La mnemoteca, 373.—La generatividad evenencial, 374.—El camaleón conceptual, 375.

4. La información circulante 376

5. El despliegue antropo-social informacional 379

La esfera noológica 383

Un universo de información, 385.

6. La pequeña y la gran relacionalidad 385

La relación información ▽ neguentropía, 386.—La relación, organización información ⟶ aparato, 388.

7. La pequeña y la gran relatividad 391

La pequeña relatividad: Información/Redundancia/Ruido 391

Lo absoluto y lo relativo en el marco shannoniano, 391.—La relatividad de la información organizacional, 391.—La redundancia y el ruido relativizados, 396.—La gran relatividad: la observación y el observador, 396.—El conocimiento de la organización y la organización del conocimiento, 396.—La transformación física y la praxis de la observación, 399.

La relatividad generalizada y el bucle del conocimiento físico 403

Conclusión: Información e Información 405

CONCLUSIÓN. De la complejidad de la Naturaleza a la naturaleza de la complejidad 411

1. La naturaleza de la Naturaleza 411

Del universo encantado al universo atomizado, 411.—La *physis* regenerada, 413.—La *physis* generalizada, 415.—La naturaleza física del hombre, 418.—La *physis* abierta, 421.—La inversión, 422.—Primera espiral, 423.

2. La complejidad de la complejidad 425

La reorganización conceptual, 426.—La vía, 432.—Del anti-método hacia el método, 433.

BIBLIOGRAFÍA 437

Introducción general

Me alegraría mucho que aquellos que quieran hacerme objeciones no se apresuraran, e intentaran comprender todo lo que he escrito antes de juzgar una parte: ya que *el todo se mantiene y el fin sirve para probar el comienzo.* DESCARTES *(Carta a Mersenne)*

Siendo todas las causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas, y siendo que todas se mantienen entre sí por un vínculo natural e insensible que une a las más alejadas y más diferentes, tengo por imposible el conocer las partes sin conocer el todo, así como también conocer el todo sin conocer particularmente las partes. PASCAL (ed. Brunschvicg, II, 72)

Unid lo que es completo con lo que no lo es, lo concordante con lo discordante, lo que está en armonía y lo que está en desacuerdo. HERÁCLITO

El conocimiento aislado que ha obtenido un grupo de especialistas en un campo estrecho no tiene en sí mismo valor de ninguna clase. Sólo tiene valor en el sistema teórico que lo reúne con todo el resto del conocimiento, y solamente en la medida en que contribuya realmente, en estas síntesis, a responder a la pregunta: «¿Qué somos nosotros?» E. SCHRÖDINGER

Puede que actualmente haya otros conocimientos que adquirir, otras cuestiones que plantearse, partiendo, no de lo que los demás han conocido, sino de lo que han ignorado. S. MOSCOVICI

Partiendo de las necesidades de los hombres, he tenido que dedicarme a la ciencia y el ideal de mi juventud ha tenido que transformarse en una forma de la reflexión. HEGEL *(Carta a Schelling)*

El método ya no puede separarse de su objeto. W. HEISENBERG

El espíritu del valle

Despiertos, ellos duermen. HERÁCLITO

Para llegar al punto que no conoces, debes tomar el camino que no conoces. SAN JUAN DE LA CRUZ

El concepto de ciencia no es absoluto ni eterno. JACOB BRONOWSKI

Personalmente creo que al menos hay un problema... que interesa a todos los hombres que piensan; el problema de comprender al mundo, a nosotros mismos y a nuestro conocimiento, en tanto que éste forma parte del mundo. KARL POPPER

El evadido del paradigma

Estoy cada vez más convencido de que los problemas cuya urgencia nos ata a la actualidad exige que nos despeguemos de ella para considerarlos en su fondo.

Estoy cada vez más convencido de que nuestros principios de conocimiento ocultan lo que, en adelante, es vital conocer.

Estoy cada vez más convencido que la relación ciencia ∇ política ideología cuando no es invisible, sigue siendo tratada de manera indigente, al haber sido absorbidos sus dos términos en otro que se ha convertido en maestro.

Estoy cada vez más convencido de que los conceptos de los que nos servimos para concebir nuestra sociedad —toda sociedad— están mutilados y desembocan en acciones inevitablemente mutilantes.

Estoy cada vez más convencido de que la ciencia antropo-social necesita articularse a la ciencia de la naturaleza, y que esta articulación requiere una reorganización de la estructura misma del saber.

Pero la amplitud enciclopédica, y la radicalidad abismal de estos problemas inhiben y desaniman, y así, la misma consciencia de su importancia contribuye a apartarnos de ellos. Por lo que a mí concierne, han sido precisas circunstancias y condiciones excepcionales[1] para que pasara de la convicción a la acción, es decir, al trabajo.

La primera cristalización de mi esfuerzo se encuentra en *El paradigma perdido* (1973). Este brote prematuro de *El Método,* que se hallaba entonces en gestación, se esfuerza en reformular el concepto de hombre, es decir, de ciencia del hombre o antropología.

Ya hace mucho tiempo que Sapir había remarcado que «era absurdo decir que el concepto de hombre es, bien individual, bien social» (a lo que yo añado: bien biológico): «o sea, que es como decir que la materia obedece alternativamente a las leyes de la química y a las de la física atómica» (Sapir, 1927, *in* Sapir, 1971, página 36)[2]. La disociación de los tres términos individuo/especie/sociedad/ rompe la relación permanente y simultánea de éstos. El problema fundamental es, pues, restablecer y cuestionar lo que ha desaparecido con la disociación: esta relación misma. Es, pues, de primera necesidad, no sólo rearticular individuo y sociedad (cosa que comenzó en ocasiones, aunque al precio del aplastamiento de una de las dos nociones en provecho de la otra), sino también efectuar la articulación reputada de imposible (peor, de «superada») entre la esfera biológica y la esfera antropo-social.

Esto fue lo que intenté en *El paradigma perdido.* Evidentemente, no buscaba reducir lo antropológico a lo biológico, ni hacer una «síntesis» de los conocimientos *up to date.* Quise mostrar que la soldadura empírica que podía establecer desde 1960, a través de la etología de los primates superiores y la prehistoria hominiana, entre Animal y Hombre, Naturaleza y Cultura, *necesitaba concebir al hombre como un concepto trinitario individuo*$\bigtriangledown$*sociedad, en el* especie *que no se pueda reducir o subordinar un término al otro.* Lo que, en mi opinión, apelaba a un principio de explicación complejo y a una teoría de la auto-organización.

Tal perspectiva plantea nuevos problemas, todavía más fundamentales y radicales, a los que no se puede escapar:

— ¿Qué significa el radical *auto* de auto-organización?
— ¿Qué es la organización?
— ¿Qué es la complejidad?

La primera cuestión vuelve a abrir la problemática de la organización viva. La segunda y tercera abren cuestiones en cadena. Me han arrastrado por caminos que yo desconocía.

La organización es un concepto original si se piensa en su naturaleza física. Entonces introduce una dimensión física radical en la organización viva y en la organización antropo-social, que pueden y deben ser consideradas como desarrollos transformadores de la organización física. De golpe, la unión entre física y biología ya no puede quedar limitada a la química, ni siquiera a la termodinámica. Debe ser organizacional. Desde ahora, no sólo hay que articular la esfera antropo-social a la esfera biológica, hay que articular una y otra a la esfera física:

física ⟶ biología ⟶ antropo-sociología

Pero para realizar semejante doble articulación, sería preciso reunir conocimientos y competencias que rebasan nuestras capacidades. Es pedir demasiado, por tanto.

Y sin embargo, esto no bastaría, puesto que no podría ser cuestión de concebir la realidad física como lo verdaderamente primero, la base objetiva de toda explicación.

Desde hace más de medio siglo sabemos que ni la observación microfísica, ni la observación cosmo-física, pueden separarse de su observador. Los más grandes progresos de las ciencias contemporáneas se han efectuado reintegrando al observador en la observación. Cosa que es lógicamente necesaria: todo concepto remite no sólo al objeto concebido, sino al sujeto conceptuador. Encontramos de nuevo la evidencia que despejara, hace dos siglos, el filósofo-obispo: no existen los «cuerpos no pensados[1]». Ahora bien, el observador que observa, el espíritu que piensa y concibe, son indisociables de una cultura y, por tanto, de una sociedad *hic et nunc.* Todo conocimiento, incluso el más físico, sufre una determinación sociológica. En toda ciencia, incluso en la más física, hay una di-

[1] Ya las he expuesto (Morin, 1973, págs. 11-14).

[2] Toda indicación entre paréntesis de un nombre de autor, seguido de una fecha, remite a las obras incluidas en la bibliografía que hay al final del volumen, por orden alfabético y con mención de la fecha de edición a la que remite la nota. La edición original sólo es señalada cuando es necesario subrayar el carácter innovador o histórico de las ideas incluidas en la obra citada.

[1] «El espíritu, que no está en guardia para consigo mismo, se ilusiona y piensa que puede concebir y concibe efectivamente los cuerpos existentes no pensados o que están fuera del espíritu, aunque al mismo tiempo sean captados y existan en él» (Berkeley, *Principios del conocimiento humano,* sección 23).

Estoy cada vez más convencido de que los conceptos de los que nos servimos para concebir nuestra sociedad —toda sociedad— están mutilados y desembocan en acciones inevitablemente mutilantes.

Estoy cada vez más convencido de que la ciencia antropo-social necesita articularse a la ciencia de la naturaleza, y que esta articulación requiere una reorganización de la estructura misma del saber.

Pero la amplitud enciclopédica, y la radicalidad abismal de estos problemas inhiben y desaniman, y así, la misma consciencia de su importancia contribuye a apartarnos de ellos. Por lo que a mí concierne, han sido precisas circunstancias y condiciones excepcionales[1] para que pasara de la convicción a la acción, es decir, al trabajo.

La primera cristalización de mi esfuerzo se encuentra en *El paradigma perdido* (1973). Este brote prematuro de *El Método,* que se hallaba entonces en gestación, se esfuerza en reformular el concepto de hombre, es decir, de ciencia del hombre o antropología.

Ya hace mucho tiempo que Sapir había remarcado que «era absurdo decir que el concepto de hombre es, bien individual, bien social» (a lo que yo añado: bien biológico): «o sea, que es como decir que la materia obedece alternativamente a las leyes de la química y a las de la física atómica» (Sapir, 1927, *in* Sapir, 1971, página 36)[2]. La disociación de los tres términos individuo/especie/sociedad/ rompe la relación permanente y simultánea de éstos. El problema fundamental es, pues, restablecer y cuestionar lo que ha desaparecido con la disociación: esta relación misma. Es, pues, de primera necesidad, no sólo rearticular individuo y sociedad (cosa que comenzó en ocasiones, aunque al precio del aplastamiento de una de las dos nociones en provecho de la otra), sino también efectuar la articulación reputada de imposible (peor, de «superada») entre la esfera biológica y la esfera antropo-social.

Esto fue lo que intenté en *El paradigma perdido.* Evidentemente, no buscaba reducir lo antropológico a lo biológico, ni hacer una «síntesis» de los conocimientos *up to date.* Quise mostrar que la soldadura empírica que podía establecer desde 1960, a través de la etología de los primates superiores y la prehistoria hominiana, entre Animal y Hombre, Naturaleza y Cultura, *necesitaba concebir al hombre como un concepto trinitario individuo* $\bigtriangledown$ *sociedad, en el* especie *que no se pueda reducir o subordinar un término al otro.* Lo que,

[1] Ya las he expuesto (Morin, 1973, págs. 11-14).

[2] Toda indicación entre paréntesis de un nombre de autor, seguido de una fecha, remite a las obras incluidas en la bibliografía que hay al final del volumen, por orden alfabético y con mención de la fecha de edición a la que remite la nota. La edición original sólo es señalada cuando es necesario subrayar el carácter innovador o histórico de las ideas incluidas en la obra citada.

en mi opinión, apelaba a un principio de explicación complejo y a una teoría de la auto-organización.

Tal perspectiva plantea nuevos problemas, todavía más fundamentales y radicales, a los que no se puede escapar:

— ¿Qué significa el radical *auto* de auto-organización?
— ¿Qué es la organización?
— ¿Qué es la complejidad?

La primera cuestión vuelve a abrir la problemática de la organización viva. La segunda y tercera abren cuestiones en cadena. Me han arrastrado por caminos que yo desconocía.

La organización es un concepto original si se piensa en su naturaleza física. Entonces introduce una dimensión física radical en la organización viva y en la organización antropo-social, que pueden y deben ser consideradas como desarrollos transformadores de la organización física. De golpe, la unión entre física y biología ya no puede quedar limitada a la química, ni siquiera a la termodinámica. Debe ser organizacional. Desde ahora, no sólo hay que articular la esfera antropo-social a la esfera biológica, hay que articular una y otra a la esfera física:

física ⟶ biología ⟶ antropo-sociología

Pero para realizar semejante doble articulación, sería preciso reunir conocimientos y competencias que rebasan nuestras capacidades. Es pedir demasiado, por tanto.

Y sin embargo, esto no bastaría, puesto que no podría ser cuestión de concebir la realidad física como lo verdaderamente primero, la base objetiva de toda explicación.

Desde hace más de medio siglo sabemos que ni la observación microfísica, ni la observación cosmo-física, pueden separarse de su observador. Los más grandes progresos de las ciencias contemporáneas se han efectuado reintegrando al observador en la observación. Cosa que es lógicamente necesaria: todo concepto remite no sólo al objeto concebido, sino al sujeto conceptuador. Encontramos de nuevo la evidencia que despejara, hace dos siglos, el filósofo-obispo: no existen los «cuerpos no pensados[1]». Ahora bien, el observador que observa, el espíritu que piensa y concibe, son indisociables de una cultura y, por tanto, de una sociedad *hic et nunc.* Todo conocimiento, incluso el más físico, sufre una determinación sociológica. En toda ciencia, incluso en la más física, hay una di-

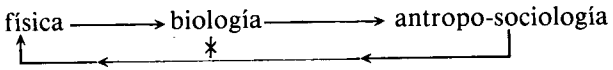
[1] «El espíritu, que no está en guardia para consigo mismo, se ilusiona y piensa que puede concebir y concibe efectivamente los cuerpos existentes no pensados o que están fuera del espíritu, aunque al mismo tiempo sean captados y existan en él» (Berkeley, *Principios del conocimiento humano,* sección 23).

mensión antropo-social. *De golpe, la realidad antropo-social se proyecta e inscribe en el corazón mismo de la ciencia física.*

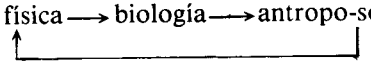
Todo esto es evidente. Pero es una evidencia que permanece *aislada,* rodeada de un cordón sanitario. Ninguna ciencia ha querido conocer la categoría más objetiva del conocimiento: la del que conoce. Ninguna ciencia natural ha querido conocer su origen cultural. Ninguna ciencia física ha querido reconocer su naturaleza humana. El gran corte entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias del hombre oculta a la vez la realidad física de las segundas, la realidad social de las primeras. Topamos con la omnipotencia de un principio de disyunción: condena a las ciencias humanas a la inconsistencia extra-física y condena a las ciencias naturales a la inconsistencia de su realidad social. Como dice muy justamente von Foerster, «la existencia de las ciencias llamadas sociales indica la negativa a permitir que las otras ciencias sean sociales» (y yo añado: y permitir que las ciencias sociales sean físicas)... (von Foerster, 1974, pág. 28).

Ahora bien, toda realidad antropo-social depende, en cierta manera (¿cuál?), de la ciencia física, pero toda ciencia física depende, en cierta manera (¿cuál?), de la realidad antropo-social.

Desde ahora descubrimos que la implicación mutua entre estos términos se embucla en una relación circular que es preciso elucidar:

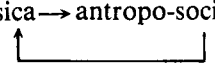


Pero al mismo tiempo vemos que la elucidación de semejante relación topa con una triple imposibilidad:

1. El circuito 

invade todo el campo del conocimiento y exige un saber enciclopédico imposible.

2. La constitución de una relación, allí donde había disyunción, plantea un problema doblemente insondable: el del origen y naturaleza del principio que nos ordena aislar y separar para conocer, el de la posibilidad de otro principio capaz de volver a unir lo aislado y lo separado.

3. El carácter circular de la relación 

adquiere la figura de un círculo vicioso, es decir, de absurdo lógico, puesto que el conocimiento físico depende del conocimiento antropo-sociológico, el cual depende del conocimiento físico y, así

sucesivamente, al infinito. No tenemos aquí una rampa de lanzamiento, sino un ciclo infernal.

Topamos, pues, tras esta primera vuelta a la pista, con un muro triple: el muro enciclopédico, el muro epistemológico, el muro lógico. En estos términos, la misión que he creído que debía asignarme es imposible. Hay que renunciar a ella.

La escuela del Duelo

Y es precisamente esta renuncia lo que nos enseña la Universidad. La escuela de Investigación es una escuela de Duelo.

Todo neófito que entra en la Investigación ve cómo se le impone la mayor renuncia al conocimiento. Se le convence de que la época de Pico della Mirandola pasó hace tres siglos, y de que en adelante es imposible constituir una visión del hombre y del mundo.

Se le demuestra que el aumento informacional y la heterogeneización del saber sobrepasan toda posibilidad de engramación y tratamiento por el cerebro humano. Se le asegura que no hay que deplorarlo, sino felicitarse por ello. Debería, pues, consagrar toda su inteligencia a aumentar este *saber-aquí.* Se le integra en un equipo especializado, y en esta expresión el término fuerte es «especializado» y no «equipo».

Especialista a partir de ahora, el investigador ve cómo se le ofrece la posesión exclusiva de un fragmento del puzzle, cuya visión global debe escapar a todos y a cada uno. Y le vemos convertido en un verdadero investigador científico, que obra en función de esta idea motriz: el saber no es producido para ser articulado y pensado, sino para ser capitalizado y utilizado de manera anónima.

Las cuestiones fundamentales son rechazadas como cuestiones generales, es decir, vagas, abstractas, no operacionales. La cuestión original que la ciencia arrebató a la religión y a la filosofía para asumirla, la cuestión que justifica su ambición de ciencia: ¿qué es el hombre, qué es el mundo, qué es el hombre en el mundo?, la remite actualmente la ciencia a la filosofía, siempre incompetente en su opinión por el etilismo especulativo, la remite a la religión, siempre ilusoria en su opinión por su mitomanía inveterada. Abandona toda cuestión fundamental para los no sabios, descalificados *a priori.* Sólo tolera que, a la edad de retirarse, sus grandes dignatarios adopten cierta altura meditativa.

No es posible articular las ciencias del hombre a las ciencias de la naturaleza. No es posible hacer comunicar sus conocimientos con su vida. Tal es la gran lección que desciende del *Collège de France* a los colegios de Francia.

¿Es necesario el Duelo? La Institución lo afirma, lo proclama. Gracias al método que aísla, separa, desune, reduce a la unidad,

mide, ha descubierto la ciencia la célula, la molécula, el átomo, la partícula, las galaxias, los quásars, los púlsars, la gravitación, el electromagnetismo, el quántum de energía, ha aprendido a interpretar las piedras, los sedimentos, los fósiles, los huesos, las escrituras desconocidas, incluida la escritura inscrita en el ADN. Sin embargo, las estructuras de estos saberes están disociadas entre sí. Actualmente, la física y la biología sólo se comunican por ciertos istmos. La física ya no llega a comunicarse ni siquiera consigo misma: la ciencia-reina está dislocada entre micro-física, cosmo-física y nuestro entre-dos todavía aparentemente sometido a la física clásica. El continente antropológico ha derivado, convirtiéndose en una Australia. En su seno, la triada constitutiva del concepto de hombre, individuo $\bigtriangledown$ sociedad, está también totalmente desunida,

especie

como hemos visto (Morin, 1973) y volveremos a ver. El hombre enmudece: aquí queda una mano-de-herramienta, allá una lengua-que-habla, en otra parte un sexo que aplasta un poco de cerebro. La idea de hombre es tanto más eliminable en cuanto que es minable: el hombre de las ciencias humanas es un espectro supra-físico y supra-biológico. Como el hombre, el mundo está dislocado entre las ciencias, desmigajado entre las disciplinas, pulverizado en informaciones.

Actualmente no podemos escapar a la cuestión: ¿Debe pagarse la necesaria descomposición analítica con la descomposición de los seres y de las cosas en una atomización generalizada? ¿Debe pagarse el necesario aislamiento del objeto con la disyunción e incomunicabilidad entre lo que está separado? ¿Debe pagarse la especialización funcional con una parcelación absurda? ¿Es necesario que el conocimiento se disloque en mil saberes ignorantes?

Ahora bien, ¿qué significa esta cuestión, sino que la ciencia debe perder su respeto hacia la ciencia y que la ciencia debe cuestionar a la ciencia? Otro problema más que, aparentemente, aumenta la enormidad de los problemas que nos constriñe a renunciar. Pero precisamente este problema es el que nos impide renunciar a nuestro problema.

¿Cómo, en efecto, ceder al decreto de una ciencia en donde acabamos de descubrir una gigantesca mancha ciega? ¿No habrá que pensar más bien que esta ciencia sufre de insuficiencia y de mutilación?

Pero entonces, ¿qué es la ciencia? *Aquí debemos darnos cuenta de que esta cuestión no tiene respuesta científica:* la ciencia no se conoce científicamente y no tiene ningún medio para conocerse científicamente. Hay un método científico para controlar y considerar los objetos de la ciencia. Pero no hay método científico para

considerar la ciencia como objeto de ciencia y todavía menos al científico como *sujeto* de este objeto. Hay tribunales epistemológicos que, *a posteriori* y desde el exterior, pretenden juzgar y contrastar las teorías científicas; hay tribunales filosóficos donde la ciencia es condenada por defecto. No hay ciencia de la ciencia. Incluso se puede decir que toda la metodología científica, enteramente abocada a la expulsión del sujeto y de la reflexividad, mantiene esta ocultación en sí misma: «La ciencia sin conciencia no es más que ruina del alma», decía Rabelais. La consciencia que falta aquí no es la consciencia moral, es la consciencia sin más, es decir, la aptitud para concebirse a sí misma. De ahí estas increíbles carencias: ¿Cómo es que la ciencia sigue siendo incapaz de concebirse como praxis social? ¿Cómo es incapaz, no solamente de controlar, sino de concebir su poder de manipulación y su manipulación por los poderes? ¿Cómo es que los científicos son incapaces de concebir el vínculo entre la investigación «desinteresada» y la investigación del interés? *¿Por qué son también totalmente incapaces de examinar en términos científicos la relación entre saber y poder?*

Desde ahora, si queremos ser lógicos con nuestra intención, tendremos que asumir necesariamente el problema de la ciencia.

El imposible imposible

La misión es cada vez más imposible. Pero la dimisión resulta ahora todavía más imposible.

¿Podemos quedar satisfechos al no concebir al individuo más que excluyendo la sociedad, a la sociedad excluyendo la especie, a lo humano excluyendo la vida, a la vida excluyendo la *physis,* y a la física excluyendo la vida? ¿Se puede aceptar que los progresos locales en precisión vayan acompañados de un halo de imprecisión sobre las formas globales y las articulaciones? ¿Se puede aceptar que la medida, la previsión, la manipulación hagan retroceder la inteligibilidad? ¿Se puede aceptar que las informaciones se transformen en ruido, que una lluvia de micro-elucidaciones se transforme en oscurecimiento generalizado? ¿Se puede aceptar que las cuestiones clave sean enviadas a las mazmorras? ¿Se puede aceptar que el conocimiento se funde en la exclusión del cognoscente, que el pensamiento se funde en la exclusión del pensante, que el sujeto sea excluido de la construcción del objeto? ¿Que la ciencia sea totalmente inconsciente de su inserción y de su determinación sociales? ¿Se puede considerar como normal y evidente que el conocimiento científico no tenga sujeto, y que su objeto esté dislocado entre las

ciencias, desmigajado entre las disciplinas? ¿Se puede aceptar semejante noche sobre el conocimiento?[1].

¿Podemos continuar arrojando estas cuestiones a la basura? Sé que plantearlas, intentar responderlas, es inconcebible, irrisorio, insensato. Pero todavía más inconcebible, irrisorio, insensato es expulsarlas.

El a-método

Entendámonos: no busco aquí ni el conocimiento general ni la teoría unitaria. Es necesario, por el contrario y por principio, rechazar un conocimiento general: éste escamotea siempre las dificultades del conocimiento, es decir, la resistencia que lo real opone a la idea: ésta es siempre abstracta, pobre, «ideológica», es siempre simplificante. Igualmente la teoría unitaria, para evitar la disyunción entre los saberes separados, obedece a una sobresimplificación reductora enganchando todo el universo a una sola fórmula lógica. De hecho, la pobreza de todas las tentativas unitarias, de todas las respuestas globales, confirma la ciencia disciplinaria en la resignación del duelo. La elección no es, pues, entre el saber particular, preciso, limitado y la idea general abstracta. Es entre el Duelo y la búsqueda de un método que pueda articular lo que está separado y volver a unir lo que está desunido.

Se trata aquí, sin duda, de un método, en sentido cartesiano, que permite «conducir bien su razón y buscar la verdad en las ciencias». Pero Descartes podía, en su primer discurso, ejercer la duda, exorcizar la duda, establecer las certidumbres previas y hacer surgir el Método como Minerva armada de pies a cabeza. La duda cartesiana estaba segura de sí misma. Nuestra duda duda de sí misma; descubre la imposibilidad de hacer tabla rasa, puesto que las condiciones lógicas, lingüísticas, culturales del pensamiento son inevitablemente prejuzgantes. Y esta duda, que no puede ser absoluta, no puede ser tampoco absolutamente vaciada.

Este «caballero francés» partió con demasiado buen paso. Hoy no se puede partir más que con la incertidumbre, incluida la incertidumbre sobre la duda. Hoy tiene que ser *metódicamente* puesto en duda el principio mismo del método cartesiano, la disyunción de

[1] Voy más lejos. ¿Puede uno tan fácilmente separar su ciencia de su vida? ¿Puede uno considerarse ya sea (científicamente) como objeto determinado, ya sea (existencialmente, éticamente) como sujeto soberano? ¿Se puede saltar varias veces al día de una religión objetivista fundada en el determinismo, a una religión humanista del Mí, de la consciencia, de la responsabilidad, después eventualmente a la Religión oficial donde el Mundo encuentra creador y el hombre padre y salvador? ¿Puede uno quedar satisfecho cuando pasa de la «seriedad» científica a racionalizaciones filosóficas miserables, después a la histeria política, y de ahí a una vida privada pulsional?

los objetos entre sí, de las nociones entre sí (las ideas claras y distintas), la disyunción absoluta del objeto y del sujeto. Hoy nuestra necesidad histórica es encontrar un método que detecte y no oculte las uniones, articulaciones, solidaridades, implicaciones, imbricaciones, interdependencias y complejidades.

Tenemos que partir de la extinción de las falsas claridades. No de lo claro y de lo distinto, sino de lo oscuro y de lo incierto; no ya del conocimiento seguro, sino de la crítica de la seguridad.

Sólo podemos partir en la ignorancia, la incertidumbre, la confusión. Pero se trata de una nueva consciencia de la ignorancia, de la incertidumbre y de la confusión. De lo que hemos tomado consciencia no es de la ignorancia humana en general, sino de la ignorancia agazapada, disimulada, cuasi nuclear, en el corazón de nuestro conocimiento reputado como el más cierto, el conocimiento científico. Ahora ya sabemos que este conocimiento es mal conocido, mal conocedor, dividido, ignorante tanto de su propio desconocido como de su conocido. La incertidumbre deviene viático: la duda sobre la duda da a la duda una nueva dimensión, la de la reflexividad; la duda por la cual el sujeto se interroga sobre las condiciones de emergencia y de existencia de su propio pensamiento constituye desde ahora un pensamiento potencialmente relativista, relacionista y auto-cognoscente. En fin, la aceptación de la confusión puede convertirse en un medio para resistir a la simplificación mutiladora. Ciertamente, el método nos falta en el comienzo; al menos podemos disponer de un anti-método en el que ignorancia, incertidumbre, confusión se convierten en virtudes.

El recurso científico

Podemos tanto más tener confianza en estas exclusiones de la ciencia clásica en cuanto que han llegado a ser las pioneras de la nueva ciencia. El surgimiento de lo no simplificable, de lo incierto, de lo confuso, a través de lo cual se manifiesta la crisis de la ciencia del siglo XX es, al mismo tiempo, inseparable de los nuevos desarrollos de esta ciencia. Lo que parece una regresión, desde el punto de vista de la disyunción, de la simplificación, de la reducción, de la certidumbre (el desorden termodinámico, la incertidumbre microfísica, el carácter aleatorio de las mutaciones genéticas) es, por el contrario, inseparable de una progresión en tierras desconocidas. Más fundamentalmente, la disyunción y la simplificación están ya muertas en la base misma de la realidad física. La partícula subatómica ha surgido, de forma irremediable, en la confusión, la incertidumbre, el desorden. Cualesquiera que sean los desarrollos futuros de la microfísica, no se volverá ya al elemento a la vez aislable, simple e indivisible. Ciertamente, confusión e incertidumbre no son

y no serán consideradas aquí como las palabras últimas del saber: son los signos precursores de la complejidad.

La ciencia evoluciona. Whitehead ya remarcó, hace cincuenta años, que la ciencia «todavía es más cambiante que la teología» (Whitehead, 1926, *in* Whitehead, 1932, pág. 233). Retomando la fórmula de Bronowski, el concepto de ciencia no es ni absoluto ni eterno. Y sin embargo, en el seno de la Institución científica reina la más anticientífica de las ilusiones: considerar como absolutos y eternos los caracteres de la ciencia que son los más dependientes de la organización tecnoburocrática de la sociedad.

Así, por marginal que sea, mi tentativa no surge como un aerolito venido de otro cielo. Viene de nuestro suelo científico en convulsión. Ha nacido de la crisis de la ciencia, y se nutre de sus progresos revolucionantes. Por lo demás, la intimidación oficial puede dejarse intimidar, a su vez, porque la certidumbre oficial se ha vuelto incierta. Naturalmente, mi esfuerzo suscitará, en primer lugar, el malentendido: la palabra ciencia recubre un sentido fósil, pero admitido, y el sentido nuevo no ha sido despejado todavía. Este esfuerzo parecerá ilusorio e insensato, porque la disyunción todavía no ha sido impugnada en su principio. Pero podrá llegar a ser concebible, razonable y necesario a la luz de un nuevo principio, al que quizá haya contribuido a instituir, precisamente porque no habrá temido parecer irrisorio e insensato.

Del círculo vicioso al ciclo virtuoso

He indicado cuáles son las mayores imposibilidades que condenan mi empresa:

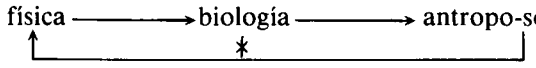
— la imposibilidad lógica (círculo vicioso),

— la imposibilidad del saber enciclopédico,

— la presencia omnipotente del principio de disyunción y la ausencia de un nuevo principio de organización del saber.

Estas imposibilidades están imbricadas entre sí, y su conjugación da este enorme absurdo: un círculo vicioso de amplitud enciclopédica y que no dispone ni de principio, ni de método para organizarse.

Tomemos la relación circular:



Esta relación circular significa primeramente que una ciencia del hombre postula una ciencia de la naturaleza, la cual a su vez postula una ciencia del hombre: ahora bien, lógicamente esta relación de dependencia mutua remite cada una de estas proposiciones de la una a la otra, de la otra a la una, en un ciclo infernal en el que ninguna puede tomar cuerpo. Esta relación circular significa también *que al*

mismo tiempo que la realidad antropo-social depende de la realidad física, la realidad física depende de la realidad antropo-social. Tomadas al pie de la letra, estas dos proposiciones son antinómicas y se anulan una a otra.

En fin, al considerar bajo otro ángulo la doble proposición circular (la realidad antropo-social depende de la realidad física que depende de la realidad antropo-social), se pone de relieve que seguirá habiendo una incertidumbre, ocurra lo que ocurra, acerca de la naturaleza misma de la realidad, que pierde todo fundamento ontológico primero, y esta incertidumbre desemboca en la imposibilidad de un conocimiento verdaderamente objetivo.

Se comprende, pues, que las uniones entre proposiciones antinómicas en dependencia mutua quedan denunciadas como viciosas no sólo en su principio, sino en sus consecuencias (la pérdida del pedestal de la objetividad). Además, siempre se han roto los círculos viciosos, ya sea aislando las proposiciones, ya sea eligiendo uno de los términos como principio simple al cual se deben reducir los demás. Así, en lo que concierne a la relación física/biología/antropología, cada uno de estos términos fue aislado, y la única unión concebible fue la reducción de la biología a la física, de la antropología a la biología. Así, el conocimiento que une un espíritu y un objeto es reducido, bien al objeto físico (empirismo), bien al espíritu humano (idealismo), bien a la realidad social (sociologismo). Así, la relación sujeto/objeto es disociada, apoderándose la ciencia del objeto, la filosofía del sujeto.

Con ello, se dice también que romper la circularidad, eliminar las antinomias, es precisamente volver a caer bajo el imperio del principio de disyunción/simplificación del que queremos escapar. Por el contrario, conservar la circularidad, es rechazar la reducción de un dato complejo a un principio mutilante; es rechazar la hipóstasis de un concepto-maestro (la Materia, el Espíritu, la Energía, la Información, la Lucha de clases, etc.). Es rechazar el discurso lineal con punto de partida y término. Es rechazar la simplificación abstracta. Romper la circularidad parece restablecer la posibilidad de un conocimiento absolutamente objetivo. Pero es esto lo que es ilusorio: conservar la circularidad, es, por el contrario, respetar las condiciones objetivas del conocimiento humano, que comporta siempre, en alguna parte, paradoja lógica e incertidumbre.

Conservar la circularidad es, al mantener la asociación de dos proposiciones reconocidas verdaderas, una y otra aisladamente, pero que tan pronto como se ponen en contacto se niegan mutuamente, abrir la posibilidad de concebir estas dos verdades como las dos caras de una verdad compleja; es desvelar la realidad principal, que es la relación de interdependencia, entre nociones que la disyunción aísla u opone, es, pues, abrir la puerta a la búsqueda de esta relación.

Conservar la circularidad es, quizá a la vez, abrir la posibilidad de un conocimiento que reflexiona sobre sí mismo: en efecto, la circularidad física ⟶ antropo-sociología y la circularidad objeto ⟶ sujeto deben llevar al físico a reflexionar sobre los caracteres culturales y sociales de su ciencia, sobre su propio espíritu y conducirle a interrogarse sobre sí mismo. Como nos lo indica el *cogito* cartesiano, el sujeto surge en y por el movimiento reflexivo del pensamiento sobre el pensamiento [1].

Concebir la circularidad es, desde ahora, abrir la posibilidad de un método que, al hacer interactuar los términos que se remiten unos a otros, se haría productivo, a través de estos procesos y cambios, de un conocimiento complejo que comporte su propia reflexividad.

Así vemos surgir nuestra esperanza de lo que producía la desesperación del pensamiento simplificante: la paradoja, la antinomia, el círculo vicioso. *Entrevemos la posibilidad de transformar los círculos viciosos en ciclos virtuosos, que lleguen a ser reflexivos y generadores de un pensamiento complejo.* De ahí esta idea que guiará nuestra partida: no hay que romper nuestras circularidades, *por el contrario, hay que velar para no apartarse de ellas.* El círculo será nuestra rueda, nuestra ruta será espiral.

La en-ciclo-pedia

De pronto, el problema insuperable del enciclopedismo cambia de rostro, puesto que los términos del problema han cambiado. El término enciclopedia no debe ya ser tomado en el sentido acumulativo y alfabetonto en el que se ha degradado. Debe ser tomado en su sentido originario *agkuklios paidea,* aprendizaje que pone el saber en ciclo; efectivamente, se trata de en-ciclo-pediar, es decir, aprender a articular los puntos de vista disjuntos del saber en un ciclo activo.

[1] Tanto más el método de Descartes es disyuntivo, tanto más la evidencia irrefutable del *cogito* constituye la transformación del círculo aparentemente vicioso en circularidad productora. El círculo «vicioso» es el yo pienso que donde el pensamiento gira en redondo reflexionando sobre sí al infinito. Ahora bien, de hecho, círculo, al constituir una auto-referencia, en lugar de encerrar el pensamiento como en un recipiente cerrado, hace surgir por evidencia el *autos,* es decir, el ser-sujeto o *Ego:* Yo ⟶ Y por ello mismo el *cogito* se transforma en irrefutable afirmación de existencia: Yo ⟶ soy

Este en-ciclo-pedismo no pretende, sin embargo, englobar todo el saber. Esto sería, a la vez, recaer en la idea acumulativa e ir a parar a la manía totalitaria de los grandes sistemas unitarios que encierran lo real en un gran corsé de orden y de coherencia (lo dejan escapar evidentemente). Sé lo que quieren decir las palabras de Adorno «la totalidad es la no-verdad»: todo sistema que pretende encerrar el mundo en su lógica es una racionalización demencial.

El en-ciclo-pedismo aquí requerido pretende articular *lo que está fundamentalmente disjunto y que debería estar fundamentalmente junto.* El esfuerzo llevará, pues, no a la totalidad de los conocimientos en cada esfera, sino a los conocimiento cruciales, los puntos estratégicos, los nudos de comunicación, las articulaciones organizacionales entre las esferas disjuntas. En este sentido, la idea de organización, al desarrollarse, va a constituir como la rama de Salzburgo alrededor de la cual podrán constelarse y cristalizar los conceptos científicos clave.

La apuesta teórica que hago, en este trabajo, es que el conocimiento de lo que es organización podría transformarse en principio organizador de un conocimiento que articularía lo disjunto y complejizaría lo simplificado. Los riesgos científicos que corro son evidentes. No son tanto los errores de información, puesto que he recurrido a la colaboración crítica de investigadores competentes en los dominios que me eran extraños hace solamente siete años, cuanto los errores de fondo en la detectación de problemas cruciales y estratégicos. El paraguas de cientificidad que me cubre no me inmuniza. Mi vía, como toda vía, está amenazada por el error, y además voy a pasar por desfiladeros donde estaré al descubierto. Pero, sobre todo, mi camino sin camino sin cesar correrá el riesgo de perderse entre el esoterismo y la vulgarización, el filosofismo y el cientifismo.

Así pues, no escapo a la dificultad enciclopédica; sino que ésta deja de plantearse en términos de acumulación, en términos de sistema, en términos de totalidad; se plantea en términos de organización y de articulación en el seno de un proceso circular activo o ciclo.

Reaprender a aprender

Todo es solidario: la transformación del círculo vicioso en circuito productivo, la de la enciclopedia imposible en movimiento enciclante son inseparables de la constitución *de un principio organizador del conocimiento que asocia a la descripción del objeto la descripción de la descripción (y el desenterramiento del descriptor), y que da tanta fuerza a la articulación y a la integración como a la*

distinción y a la oposición. (Ya que lo que hay que buscar, no es la supresión de las distinciones y oposiciones, sino la inversión de la dictadura de la simplificación disyuntiva y reductora).

Por ello mismo podemos abordar el problema de los principios primeros de oposición, distinción, relación, asociación en los discursos, teorías, pensamiento, es decir, de los *paradigmas.*

Las revoluciones de pensamiento son siempre el fruto de una conmoción generalizada, de un movimiento torbellinesco que va de la experiencia fenoménica a los paradigmas que organiza la experiencia. Así, para pasar del paradigma ptolomeico al paradigma copernicano, que, por una permutación tierra/sol, cambiaba el mundo haciéndonos retroceder desde el centro a la periferia, de la soberanía a la satelización, han sido necesarios innumerables vaivenes entre las observaciones perturbadoras del antiguo sistema de explicación, los esfuerzos teóricos para mejorar el sistema de explicación y la idea de cambiar el principio mismo de la explicación. Al término de este proceso, la idea escandalosa e insensata en su principio se vuelve normal y evidente, puesto que lo imposible encuentra su solución según un nuevo principio y en un nuevo sistema de organización de los datos fenoménicos. La articulación *physis* ⟶ antropo-sociología y la articulación objeto ⟶ sujeto,

que ponen en cuestión un paradigma mucho más fundamental que el principio copernicano, se debaten a la vez sobre el terreno de los datos fenoménicos, de las ideas teóricas, de los principios primeros del razonamiento. El combate se llevará a todos los frentes, pero la posición maestra es la que rige la lógica del razonamiento. En la ciencia y sobre todo en la política, las ideas, a menudo más testarudas que los hechos, resisten el embate de los datos y de las pruebas. Los hechos se estrellan efectivamente contra las ideas, mientras no exista nada que pueda reorganizar de otra manera la experiencia. Así, experimentamos a cada instante al comer, caminar, amar, pensar..., que todo lo que hacemos es a la vez biológico, psicológico, social. No obstante, la antropología ha podido durante medio siglo proclamar diafóricamente la disyunción absoluta entre el hombre (biológico) y el hombre (social). Aún más profundamente la ciencia clásica ha podido hasta hoy, y contrariamente a toda evidencia, estar segura de que no tenía ninguna consecuencia ni ninguna significación cognitiva el que todo cuerpo u objeto físico fuera concebido por un espíritu humano. No se trata aquí de contestar el conocimiento «objetivo». Sus beneficios han sido y siguen siendo inestimables, puesto que la primacía absoluta otorgada a la concordancia de las observaciones y de las experiencias sigue siendo el medio decisivo para eliminar lo arbitrario y el juicio de autoridad. Se trata de conservar absolutamente esta objetividad, pero integrándola en un conocimiento más amplio y reflexivo, dándole el tercer ojo abierto ante aquello para lo que es ciego.

Nuestro pensamiento debe investir lo impensado que lo rige y controla. Nos servimos de nuestra estructura de pensamiento para pensar. Necesitaremos también servirnos de nuestro pensamiento para repensar nuestra estructura de pensamiento. Nuestro pensamiento debe volver a su fuente en un bucle interrogativo y crítico. De otro modo, la estructura muerta continuará segregando pensamientos petrificantes.

He descubierto cuán vano es polemizar sólo contra el error: éste renace continuamente de principios de pensamiento que, ellos, se encuentran fuera de la consciencia polémica. He comprendido cuán vano era probar solamente a nivel del fenómeno: su mensaje es pronto absorbido por los mecanismos de olvido que dependen de la autodefensa del sistema de ideas amenazado. He comprendido que refutar solamente no tenía ninguna esperanza: sólo un nuevo fundamento puede arruinar al antiguo. Es por lo que pienso que el problema crucial es el del principio organizador del conocimiento, y lo que es vital hoy, no es solamente aprender, no solamente reaprender, no solamente desaprender, sino *reorganizar nuestro sistema mental para reaprender a aprender.*

«Caminante no hay camino» [1]

Lo que enseña a aprender, eso es el método. No aporto el método, parto a la búsqueda del método. No parto con método, parto con el rechazo, con plena consciencia de la simplificación. La simplificación es la disyunción entre entidades separadas y cerradas, la reducción a un elemento simple, la expulsión de lo que no entra en el esquema lineal. Parto con la voluntad de no ceder a estos modos fundamentales del pensamiento simplificante:

— *idealizar* (creer que la realidad pueda reabsorberse en la idea, que sólo sea real lo inteligible),

—*racionalizar* (querer encerrar la realidad en el orden y la coherencia de un sistema, prohibirle todo desbordamiento fuera del sistema, tener necesidad de justificar la existencia del mundo confiriéndole un certificado de racionalidad),

— *normalizar* (es decir, eliminar lo extraño, lo irreductible, el misterio).

Parto también con la necesidad de un principio de conocimiento que no sólo respete, sino que reconozca lo no-idealizable, lo no ra-

[1] En castellano en el original.

cionalizable, lo fuera de norma, lo enorme. *Necesitamos un principio de conocimiento que no sólo respete, sino que revele el misterio de las cosas.*

En el origen, la palabra método significaba el caminar. Aquí hay que aceptar caminar sin camino, hacer el camino al caminar. Lo que decía Machado: *Caminante no hay camino, se hace camino al andar.* El método no puede formarse más que durante la búsqueda; no puede despejarse y formularse más que después, en el momento en que el término vuelve a ser un nuevo punto de partida, esta vez dotado de método. Nietzsche lo sabía: «los métodos vienen al final» *(El anticristo).* La vuelta al comienzo no es un círculo vicioso si el viaje, como indica hoy la palabra *trip,* significa *experiencia* de donde se vuelve cambiado. Entonces, quizá, habremos podido aprender a aprender a aprender aprendiendo. Entonces, el círculo habrá podido transformarse en una espiral donde el regreso al comienzo es precisamente lo que aleja del comienzo. Es precisamente lo que nos han dicho las novelas de aprendizaje de *Wilhelm Meister* a *Siddharta.*

La inspiración espiral

El lector, espero, empieza quizá a sentirlo: este trabajo, aunque no se concede ningún límite en su perspectiva, aunque no excluye ninguna dimensión de la realidad, aunque sea de la más extrema ambición, no puede, por su ambición misma, ser concebido como una enciclopedia, en el sentido en el que ésta significa balance de los conocimientos; pero puede ser concebido como enciclopédico en el sentido en que el término, al volver a encontrar su origen, significa puesta en ciclo del conocimiento. No puede en ningún caso ser concebido como una teoría general unificada en la que los diversos aspectos de los diferentes dominios se deducen lógicamente del principio maestro. La ruptura con la simplificación me hace rechazar en su principio mismo toda teoría unitaria, toda síntesis totalizante, todo sistema racionalizador/ordenador. Esto, que ya se ha dicho, debe ser repetido desgraciadamente, ya que los espíritus que viven bajo el imperio del principio de simplificación no ven más que la alternativa entre investigación parcelaria por una parte, e idea general por otra. Es de esta clase de alternativa de la que hay que desembarazarse, y no es sencillo, de lo contrario habría habido desde hace mucho tiempo respuesta a este problema en el marco del principio de simplificación. No se trata, en fin, de la improvisación de una nueva ciencia, lanzada al mercado *ready made* para reemplazar a la ciencia, obsoleta. Si he hablado en otra parte (Morin, 1973) de

scienzia nuova, ésta es la perspectiva, el horizonte, no puede ser el punto de partida.

Si hay ciencia nueva, antagonista de la ciencia antigua, está unida a ella por un tronco común, no viene de otra parte, no podrá diferenciarse más que por metamorfosis y revolución. Este libro es un caminar en espiral; parte de una interrogación y de un cuestionamiento; se prosigue a través de una reorganización conceptual y teórica en cadena que, alcanzando el nivel epistemológico y paradigmático, desemboca en la idea de un método, que debe permitir un caminar de pensamiento y de acción que pueda remembrar lo que estaba mutilado, articular lo que estaba disjunto, pensar lo que estaba oculto.

El método se opone aquí a la concepción llamada «metodológica» en la que es reducido a recetas técnicas. Como el método cartesiano, debe inspirarse en un principio fundamental o paradigma. Pero la diferencia aquí es precisamente de paradigma, no se trata ya de obedecer a un principio de orden (excluyendo el desorden), de claridad (excluyendo lo oscuro), de distinción (excluyendo las adherencias, participaciones y comunicaciones), de disyunción (excluyendo el sujeto, la antinomia, la complejidad), es decir, un principio que una la ciencia a la simplificación lógica. Se trata, por el contrario, a partir de un principio de complejidad, de unir lo que estaba disjunto.

«Hacer la revolución por todas partes»: así hablaba Sainte-Beuve del método cartesiano. Y es que Descartes había formulado el gran paradigma que iba a dominar Occidente, la disyunción del sujeto y del objeto, del espíritu y de la materia, la oposición del hombre y de la naturaleza. Si a partir de un paradigma de complejidad puede nacer un nuevo método, encarnarse, caminar, progresar, quizá entonces podría éste «hacer la revolución por todas partes», inclusive en la noción de revolución que se ha vuelto plana, conformista y reaccionaria.

El espíritu del valle

Este libro parte de la crisis de nuestro siglo y vuelve sobre ella. La radicalidad de la crisis de la sociedad, la radicalidad de la crisis de la humanidad me han impulsado a investigar el nivel radical de la teoría. Sé que la humanidad necesita una política. Que esta política necesita una antropo-sociología. Que la antropo-sociología necesita articularse a la ciencia de la naturaleza, que esta articulación requiere una reorganización en cadena de la estructura del saber. He tenido que sumergirme en este problema fundamental desviándome de las solicitudes del presente. Pero el presente es esta crisis que me atañe, me dispersa, me atraviesa. El propio objeto-sujeto de este

libro vuelve sin cesar sobre mi trabajo para dinamitarlo. Los ruidos del mundo, de las armas, de los conflictos, de las liberaciones efímeras y trastornadoras, de las opresiones duraderas y duras atraviesan los muros, me golpean el corazón. Trabajo en medio de estos olivos, de estas viñas, en estas colinas, cerca del mar, cuando una nueva media noche penetra en el siglo; su orden aplasta; su insolencia inspira respeto, terror y admiración a los que están a mi alrededor y que, en mis silencios, me creen de los suyos. Me aparto de la llamada de aquellos para los que *tengo* que testimoniar y, al mismo tiempo, cedo a la invitación de una botella de vino, de una sonrisa amiga, de un gesto de amor...

¿Por qué hablar de mí? ¿No es decente, normal, serio que, cuando se trata de ciencia, de conocimiento, de pensamiento, el autor se eclipse detrás de su obra y se desvanezca en un discurso que se ha vuelto impersonal? Debemos, por el contrario, saber que es allí donde triunfa la comedia. El sujeto que desaparece de su discurso se instala de hecho en la torre de control. Fingiendo dejar sitio al sol copernicano, reconstituye un sistema de Ptolomeo cuyo centro es su espíritu.

Ahora bien, mi esfuerzo de método tiende precisamente a arrancarme de este autocentrismo absoluto por el cual el sujeto, desapareciendo de puntillas, se identifica con la objetividad soberana. No es la Ciencia anónima la que se expresa por mi boca. No hablo desde lo alto de un trono de seguridad. Por el contrario, mi convicción segrega una incertidumbre infinita. Sé que creerse poseedor o poseído por la Verdad es ya intoxicarse, es ocultarse a sí mismo sus desfallecimientos y sus carencias. En el reino del intelecto, es el inconsciente el que se cree todo consciencia.

Sé que ningún signo indubitable me dará confirmación o infirmación. Mi marginalidad no prueba nada, ni siquiera a mí mismo. El precursor, como dice Canguilhem, es aquel del cual sólo se sabe después que venía antes. En la anomia y la desviación, la vanguardia está mezclada con todas las bajas formas del delirio... El juicio de los demás no será tampoco decisivo. Si mi concepción es fecunda, puede tanto ser desdeñada o incomprendida, como aplaudida o reconocida. La soledad a la que me he constreñido es el sino del pionero, pero también del extraviado. He perdido el contacto con los que no han emprendido el mismo viaje y no veo todavía a mis compañeros que existen, sin duda, y que ellos tampoco me ven... En fin, trabajo como en un absoluto, en una obra relativa e incierta... Pero sé cada vez mejor que *el único conocimiento que vale es aquel que se nutre de incertidumbre y que el único pensamiento que vive es aquel que se mantiene a la temperatura de su propia destrucción.*

No es la certidumbre ni la seguridad, sino la necesidad la que me ha impulsado a emprender este trabajo día tras día, durante años.

Me he sentido empujado por la misma necesidad evidente de transubstanciación que aquella por la cual la araña segrega su hilo y teje su tela. Me he sentido conectado con el patrimonio planetario, animado por la religión de lo que une, el rechazo de lo que rechaza, una solidaridad infinita; lo que el Tao llama *el espíritu del valle* «recibe todas las aguas que se vierten en él».

Tomo I

La naturaleza de la Naturaleza

Advertencia al tomo I

Physis es, en primer lugar, el título de una pregunta: «¿De dónde vienen las cosas? ¿Cómo nacen y crecen?» P. AUBENQUE

En el punto de partida *del Método,* pensaba poder tratar el problema de la organización en el marco de las ideas sistémicas *(General Systems Theory)* y cibernéticas. Sobre la marcha, estas ideas de soluciones han pasado a ser puntos de partida, y luego, finalmente, a andamiajes necesarios, ciertamente, pero que hay que desmontar después de que nos han hecho ascender al concepto de organización.

A partir de un cierto estadio, pues, estas ideas liberadoras me encerraban. No podía desarrollar su mensaje más que metamorfoseándolas. Así, como siempre, los primeros guías de la evolución se convierten en los principales obstáculos de la revolución. Resisten a la metamorfosis de la cual han sido, sin embargo, embriones. Me fue extremadamente difícil criticar las nociones que me sirvieran como armas críticas para superar antiguos modos de pensamiento. Es fácil superar el pasado, pero no superar lo que hace superar el pasado. Me parece ahora que las ideas sistémicas y cibernéticas (incluida la información) están integradas aquí, es decir, conservadas en su savia y su verdad, pero al mismo tiempo provincializadas, criticadas, transformadas, complejizadas.

En lugar de encerrar la idea de organización en el sistema o en la máquina (cibernética), por el contrario he hecho remolcar la idea de sistema y de máquina por la idea de organización. Este concepto, cuya naturaleza no podía ser más que física, me ha hecho resucitar la idea de *physis;* esta idea significa que el universo físico debe ser concebido como el lugar mismo de la creación y de la organización.

El objeto primero de este primer tomo es la *physis*. Pero la *physis* no es ni un pedestal, ni un estrato, ni un soporte. La *physis* es común al universo físico, a la vida, al hombre. La idea —trivial— de que somos seres físicos debe ser transformada en idea significante.

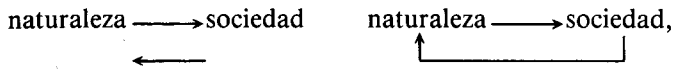
Así, en este tomo, evoco la organización biológica y la organización antropo-social, pero siempre bajo el ángulo de la organización física. A cada desarrollo del concepto físico de organización van a surgir ejemplos/referencias biológicos o antropo-sociológicos. Esto parecerá totalmente confuso a los espíritus para los que física, biología, antropología, sociología son esencias separadas e incomunicables. Pero aquí esto es tanto más necesario cuanto que no sólo todo lo que es organización concierne a la biología y a la antropo-sociología, sino también porque los problemas y fenómenos organizacionales, virtuales o atrofiados en el nivel de las organizaciones estrictamente físicas, se manifiestan y despliegan en sus desarrollos biológicos y antropo-sociológicos. Lo que es decir, a la vez, que los fenómenos y problemas biológicos y antropo-sociales necesitan para ser concebidos y comprendidos, una formidable infraestructura organizativa, es decir física.

Este primer tomo ha trabajado enormemente en mí (es decir, que me ha obligado a trabajar mucho). Debo considerarlo como una obra a la vez totalmente solitaria y totalmente solidaria. Solitaria ya que he debido consagrarme personalmente a ella, de manera integral. Solidaria porque fue estimulada, corregida y controlada por otros.

En el origen de las ideas que desarrollo aquí encuentro primeramente a Henri Atlan, que me ha despertado de mi sueño empírico iniciándome en la idea de desorden creador, y después en sus variantes (azar organizador, desorganización/reorganización). Atlan me ha introducido en von Foerster, nuestro Sócrates electrónico, de quien soy deudor en muchas de mis ideas fuente; von Foerster me ha hecho descubrir a Gunther, Maturana y Varela. Cada uno a su manera me han permitido considerar, en fin, lo invisible, la noción *auto,* y reintroducir el concepto de sujeto. Esto no excluye mi deuda respecto de otros autores, pensadores, investigadores que se encuentran citados en este texto.

Tuve como colaborador, o más bien interlocutor principal, a John Stewart, biólogo que hasta entonces se había consagrado principalmente a la genética de las poblaciones. Stewart ha efectuado la lectura crítica del primer intento de mi redacción (es decir, los tres tomos), ha leído y criticado las cuatro versiones sucesivas de este primer tomo. Sus notas manuscritas cubren más de quinientas páginas. No sé ya muy bien cuáles son las ideas que él me ha inspirado, y que tiendo a considerar egocéntricamente como mías (ya que tenemos tendencia a olvidar a nuestros inspiradores), pero sé

que su contribución fundamental ha sido crítica, sobre todo cuando ésta ha sido furiosa y me ha enfurecido contra él. Se ha operado así una extraña e imprevista cooperación conflictiva o colaboración antagonista de él a mí. Él, biólogo descorazonado, iba hacia la sociología y hacia esta reducción con esquemas político-sociales que se identifican erróneamente al marxismo; yo, sociólogo descorazonado, no sólo iba hacia la biología, sino también hacia la *physis;* él tendía al sociocentrismo, yo al fisiocentrismo. Ahora bien, este antagonismo era absolutamente necesario, y yo diría que la amistosa enemistad de Stewart me fue providencial, ya que me vi constreñido desde el principio a anudar el doble movimiento:



mientras que en mi primer intento él se embuclaba al tercer tomo. A partir de entonces tuve que complejizar mi propósito desde la base (cuando había creído «didáctico» ir por grados al nudo gordiano).

No menos providencial fue la intervención de Bernard Victorri (ayudante de matemáticas de la Universidad de Lille), en la penúltima recomposición de mi manuscrito. No solamente me ha hecho críticas «puntuales» que fueron todas necesarias, sino que me ha llevado a repensar y recomenzar. Cuando yo creía estar en la terminación, me mostró que sólo estaba en el estadio de crisálida. Su mayeútica o más bien mayeucrítica me hizo alumbrar lo que yo sólo no hubiera podido llevar a término.

Este manuscrito se ha beneficiado de la lectura crítica, en una primera versión, del hombre hecho enciclopedia, Claude Gregory; luego, en las versiones siguientes, de Henri Atlan, Massimo Piattelli, André Bejin y de mi paulhaniana Monique Cahen.

Annie Kovaks se ha ocupado de la bibliografía de este trabajo. Nicole Philouzat me ha encontrado las obras inencontrables y ha releído muchas páginas. Marie-France Laval ha realizado las tareas más ingratas concernientes a este manuscrito y destinadas a protegerlo (Marie-Madeleine Duzza le ha ayudado). Todo ello se ha llevado a cabo, evidentemente, en el marco de CETSAS (Centro de Estudios Transdisciplinares) de la Escuela de Altos Estudios de Ciencias Sociales.

La colaboración de John Stewart y Annie Kovaks no ha podido efectuarse más que con la ayuda de la DGRST, en el marco de la acción concertada Socio-Ecología. Gracias a Lucien Brams, en primera y última instancia, se ha realizado todo esto. Lucien interviene una vez más de forma benéfica en mi destino.

Este trabajo itinerante, que considero como investigación en el sentido elemental y pleno del término, se efectuó en el marco de mi

dirección de investigaciones en el CNRS (dirección significa no que yo dirija a los investigadores, sino que me dirijo a mí mismo; fabuloso privilegio del cual soy consciente). Contesto la Institución, pero, por mi parte, he encontrado en ella una vez más, y más que nunca, el bien supremo: *la libertad.*

Algunos encontrarán que abuso de los neologismos. A decir verdad, no invento nuevas palabras; doy verbos y adjetivos a nociones que no eran más que sustantivos, y viceversa.

Otros (los mismos) encontrarán que abuso de imágenes o metáforas. No tengo ningún inconveniente en emplear imágenes cuando me vienen. Tranquilícense: sé que son imágenes.

En este texto, paso del *yo* al *nosotros,* del *nosotros* al *yo.* El *yo* no es de pretensión, es toma de responsabilidad del discurso. El *nosotros* no es de majestad, es de compañerismo imaginario con el lector.

El primer esquema de este trabajo ha sido elaborado en el Instituto Salk (San Diego). La primera redacción comenzó en Nueva York, en septiembre de 1973. He proseguido el trabajo en París, Lisboa, Cintra, Argentario, Orbetello, Figline-Valdarno, Bolgheri, Carniol, Fourneville, Crouy-sur-Ourcq, Saint-Antonin. Pienso particularmente en los lugares de larga estancia donde he encontrado alegría e inspiración: Campo-Fioretti, Castiglioncello de Bolgheri, Le Palagio, La Cabane-de-Carniol, Les Hunières, Le Moulin: gracias a Lodovico Antinori, Anatole Dauman, Claude y Myriam Gregory, Mario Incisa, Mathilde Martinaud-Déplat, Charles y Jocelyne Nugue, Simone y Florence San Clemente.

PARTE PRIMERA

El orden, el desorden y la organización

CAPÍTULO PRIMERO

El orden y el desorden

(de las leyes de la Naturaleza a la naturaleza de las leyes)

> La más bella disposición es un montón de inmundicias dispuestas al azar. HERÁCLITO
>
> ...Un orden había surgido de la decadencia y del Desorden. HE XIU
>
> Que no se nos hable más de las Leyes de la Naturaleza. LÉON BRILLOUIN

1. LA INVASIÓN DE LOS DESÓRDENES

> No se me oculta la sorpresa que golpearía tu espíritu al anunciarse la destrucción fatal del cielo y de la tierra. LUCRECIO *(De natura rerum,* libro V)

El Orden-Rey[1]

El orden, Palabra-Maestra de la ciencia clásica ha reinado desde el Átomo a la Vía Láctea. Se ha desplegado tanto más majestuosamente en cuanto que la tierra se ha convertido en un pequeño planeta (Galileo, 1610) y el sol ha ingresado en el rega-

[1] Aquí se concentran, bajo la égida y el control del concepto de orden, las nociones de determinismo, ley, necesidad, que son sus derivados o sus aplicaciones. La continuación de mi trabajo permitirá justificar esta primera aserción.

zo de la galaxia (Thomas Wright, 1750). De Kepler a Newton y Laplace quedó establecido que la innumerable población de las estrellas obedece a una inexorable mecánica. Algunos cometas parecen hacer del cosmos un lugar de paseo; siguen, de hecho, un camino trazado de antemano. La pesadez de los cuerpos, el movimiento de la mareas, la rotación de la luna alrededor de la tierra, la rotación de la tierra alrededor del sol, todos los fenómenos terrestres y celestes obedecen a la misma ley. La ley eterna que regula la caída de las manzanas ha suplantado a la Ley de lo Eterno que, por una manzana, hizo caer a Adán. La palabra revolución, si se trata de astros y planetas, significa repetición impecable, no revulsión, y la idea de Universo evoca el más perfecto de los relojes. Hasta la experiencia de Michelson (1881), la maravillosa máquina se bañó en el aceite, es decir, el éter...

Este universo reloj, marca el tiempo y lo atraviesa de forma inalterable. Su textura, por todas partes igual, es una substancia increada (la materia) y una entidad indestructible (la energía). Las leyes de la física, hasta la extraña excepción del segundo principio de la termodinámica, ignoran la dispersión, la usura y la degradación. El universo autosuficiente se auto-sustenta a perpetuidad. El orden soberano de las leyes de la Naturaleza es absoluto e inmutable. El desorden está excluido de él para siempre jamás. Sólo la debilidad de nuestro entendimiento nos impide concebir en su plenitud el universal, impecable, inalterable, irrevocable determinismo. Pero un demonio, como lo había imaginado Laplace, capaz de observar todo el universo en un instante dado y que conociera las leyes, sería capaz de reconstruir todos los eventos pasados y predecir todos los eventos futuros.

Ciertamente, a escala terrestre, la mirada puede ser contrariada por algunos desdenes y *alea*, algunos ruidos y furores. Pero no constituyen más que la espuma cuasi fantasmagórica de la realidad. «Es solamente en la superficie donde reina el juego de los azares irracionales», decía Hegel. La verdadera Realidad es Orden físico, donde toda cosa obedece a las Leyes de la Naturaleza, Orden biológico, donde todo individuo obedece a la Ley de la Especie, Orden social, donde todo humano obedece a la Ley de la Ciudad.

Sin embargo, he aquí cómo la sociedad de los hombres se deshiela, se transforma. He aquí que después de 1789 la palabra Revolución significa, no ya recomenzamiento de lo mismo en lo mismo, sino ruptura y cambio. He aquí que se descubre que la Vida, lejos de estar fijada de una vez por todas, depende de la evolución. El Universo mismo —y el mismo Laplace ya lo había supuesto— parece surgido de una «nebulosa primitiva». Pero la idea de orden sale de ellos engrandecida, adulta: ¿No es el signo de que el universo ha pasado irrevocablemente de los limbos vaporosos a la plenitud del orden? ¿De que la vida, obedeciendo a las leyes naturales de adaptación y de selección, se ha desarrollado para venir a parar a este orden racional que simboliza el nombre de *homo sapiens?* ¿De que las sociedades obedecen a una ley del progreso que las hace acceder a un orden superior? Las Leyes de la Evolución y de la Historia ilustran y consagran el advenimiento inminente del orden racional. Éste hace sus últimos borradores, como un artista ante su obra maestra. Los últimos desórdenes, sobre el pequeño planeta Tierra, van a reabsorberse y disiparse.

De la degradación de la energía a la degradación del orden: el surgimiento de la desorganización

Ahora bien, de pronto, durante el siglo XIX, una pequeña arruga de desorden se crea en el corazón mismo del orden físico. Primeramente confinada en recipiente cerrado, y nutriéndose exclusivamente de gas, se vuelve omnívora, va ganando terreno progresivamente, hasta amenazar a todo el universo.

Corroe lo que ha llegado a ser el motor invariante de la física y el término clave de la era industrial: la energía. El primer principio de la termodinámica reconoce en la energía una entidad indestructible, dotada de un poder polimorfo de transformaciones (energía mecánica, eléctrica, química, etc.). Este principio ofrece pues al universo físico una garantía de autosuficiencia y eternidad para todos sus movimientos y trabajos.

El segundo principio, esbozado por Carnot, formulado por Clausius (1850), introduce la idea, no de disminución —lo cual contradiría el primer principio—, sino de *degradación* de la energía. Mientras que todas las demás formas de energía pueden transformarse íntegramente una en otra, la energía que toma forma calorífica no puede reconvertirse enteramente, y pierde por tanto una parte de su aptitud para efectuar un trabajo. Ahora bien, toda transformación, todo trabajo, libera calor y por tanto contribuye a esta degradación. Esta disminución irreversible de la aptitud para transformarse y efectuar un trabajo, propia del calor, ha sido designada por Clausius con el nombre de *entropía.*

Desde ahora, si consideramos un sistema que no esté alimentado con energía exterior, es decir, un sistema «cerrado», toda transformación se acompaña necesariamente de un incremento de entropía y, según el segundo principio, esta degradación irreversible no puede más que aumentar hasta un máximo, que es un estado de homogeneización y de equilibrio térmico, donde desaparecen la aptitud para el trabajo y las posibilidades de transformación[1].

[1] Carnot había mostrado que, para obtener trabajo a partir del calor, se necesitaban dos fuentes de calor, diferentes en temperatura, de suerte que una fracción de

Lo asombroso es que el principio de degradación de la energía de Carnot, Kelvin, Clausius se haya transformado en principio de degradación del orden durante la segunda mitad del siglo XIX, con Boltzmann, Gibbs y Planck.

Boltzmann (1877) elucida la originalidad energética del calor situando su análisis en un nivel hasta entonces ignorado: el de las microunidades o moléculas que constituyen un sistema dado. El calor es la energía propia de los movimientos desordenados de las moléculas en el seno de este sistema y todo incremento de calor corresponde a un incremento de la agitación, a una aceleración de estos movimientos. Es, pues, porque la forma calorífica de la energía comporta desorden en sus movimientos, por lo que hay una degradación inevitable de la aptitud para el trabajo.

Así, todo incremento de entropía es un incremento de desorden interno, y la entropía máxima corresponde a un desorden molecular total en el seno de un sistema, lo cual se manifiesta a nivel global por la homogeneización y el equilibrio.

El segundo principio ya no se plantea solamente en términos de trabajo. Se plantea en términos de orden y desorden. Se plantea de golpe en términos de organización y desorganización, puesto que el orden de un sistema está constituido por la organización que dispone en un todo los elementos heterogéneos.

Por consiguiente, la entropía es una noción que significa a la vez:

— degradación de la energía
— degradación del orden
— degradación de la organización

} *desorden molecular, homogeneización macroscópica, equilibrio térmico, imposibilidad de transformación.*

Significa, al mismo tiempo, que esta triple degradación obedece a un proceso irreversible en el seno de los sistemas físicos cerrados.

También aquí, Boltzmann desarrolla una aproximación totalmente nueva: la de la probabilidad estadística. El número de moléculas y las configuraciones que pueden tomar en el seno de un sistema son inmensas, y sólo pueden depender de una aprehensión probabilística. Desde esta perspectiva, las configuraciones desordenadas son las más probables y las configuraciones ordenadas las menos probables. Desde ahora, el incremento de entropía se convierte en el paso de las configuraciones menos probables a las más probables[1]. Dicho de otro modo: *el desorden y la desorganización se identifican con la mayor probabilidad física para un sistema cerrado.*

---

calor extraído de la fuente caliente pudiese transformarse en trabajo. Puesto que ya no hay esta heterogenidad calorífica y este desequilibrio térmico, ya no hay más intercambios o transformaciones concebibles.

[1] Boltzmann definió la entropía de un sistema (variable macroscópica) con relación al número de complexiones o configuraciones microscópicas que pueden tomar en él los átomos o moléculas, según la formula:

$$\underset{\text{entropía total del sistema}}{S} = \underset{\text{constante de Boltzmann}}{K} = \underset{\text{probabilidad termodinámica}}{\log. P}$$

Clausius no había dudado en generalizar el alcance del segundo principio al conjunto del universo que, concebido como un Todo que dispone de una energía finita, podía ser considerado como un mega-sistema cerrado. Pues, según la fórmula, «la entropía del universo tiende hacia un máximum», es decir, hacia una «muerte térmica» ineluctable, lo que significaría, según la perspectiva abierta por Boltzmann, hacia la desorganización y el desorden.

El segundo principio fomentaría pues un atentado al orden cósmico. Pero la profecía de Clausius había sido impugnada en su premisa: la legitimidad del traspaso de la noción de sistema cerrado a la escala cósmica. ¿Se puede considerar el universo no sólo como cerrado o abierto, sino como un sistema? La inadecuación de la extrapolación, parecía evidente en un punto esencial: en los sistemas cerrados de la termodinámica, los estados de orden/organización, son a la vez iniciales e improbables. Si el orden y la organización eran improbables, ¿cómo es que se podía enumerar hasta el infinito átomos, moléculas y astros?, ¿cómo la progresión irreversible del desorden podía ser compatible con el desarrollo organizador del universo material, después de la vida, que conduce a *homo sapiens?*

Por lo demás, a escala humana y social, la corrosión del segundo principio estaba más que compensada por los beneficios técnicos y científicos que de él derivaban, beneficios que constituían una victoria del orden científico (bajo el aspecto de la mecánica estadística) y la organización tecno-industrial sobre el desorden calorífico. El principio de Carnot permitía calcular las condiciones del rendimiento máximo del trabajo de una máquina. La fórmula de Boltzmann permitía en adelante medir y preveer la evolución del desorden, y por tanto, en cierto sentido, controlarla. La química que se desarrolla entonces integra la entropia en la definición de la energía libre, de la entalpia libre y de la afinidad química. La noción de entropía contribuye al desarrollo de la teoría de las máquinas térmicas y de la termoquímica. La entropía aparecía así no como una regresión del orden, sino como un progreso de la ciencia.

En fin, Maxwell descubre el talón de Aquiles del segundo principio; la experiencia imaginaria del «demonio de Maxwell»[1], muestra

---

[1] Maxwell introdujo un pequeño demonio, dotado de sentidos muy sutiles en un recipiente de gas separado en dos partes A y B, que podían comunicar por la abertura de una espita y donde había equilibrio térmico, es decir, entropía máxima. El demonio vigila el movimiento de las moléculas que se agitan al azar. Cuando una molé-

que la predicción de la homogeneización y del equilibrio puede ser desmentida, en el seno mismo de un sistema cerrado, es decir, sin aportación exterior de energía al sistema.

Así pues la corrupción del desorden, lejos de invadirlo todo, fue minada lógicamente (por el demonio de Maxwell) controlada científicamente (por la teoría de Boltzmann), utilizada productivamente (por las máquinas térmicas); se disolvió en un gran punto de interrogación cósmico cuando se la quiso considerar a escala del universo. Tropezaba con la evidencia contraria de la evolución física, biológica, antropológica. El orden parecía, pues, restaurado.

No obstante, como en toda restauración, un pilar del orden antiguo se había hundido y la misma idea de orden se había problematizado. A partir del momento en que se plantea que los estados de orden y de organización no sólo son degradables, sino improbables, la evidencia ontológica del orden y de la organización se encuentra invertida. El problema ya no es: ¿por qué hay desorden en el universo aunque en él reine el orden universal?, sino que es: ¿por qué hay orden y organización en el universo? Al dejar de constituir evidencias ontológicas, el orden y la organización devienen problemas y misterio: deben ser explicados, justificados, legitimados.

¿No concierne la cuestión más que a los «sistemas cerrados»? De ningún modo, puesto que los «sistemas abiertos» trabajan y todo trabajo plantea el problema del incremento de entropía. La cuestión pues se amplifica y desarrolla: *¿Qué son estos sistemas abiertos? ¿Cómo están organizados? ¿Cómo evitan la desorganización? ¿La evitan a la larga?* ¿Cómo se explica la aparición, la existencia, la evolución de la organización biológica? ¿Social? ¿Hay, como sugirió entonces Bergson[1] —que tuvo el mérito de afrontar el problema (pero no supo plantearlo más que en una alternativa maniquea)—, una materia «viva» diferente de la materia física, que escapa a los intentos de degradación? ¿Una virtud propia de la organización viva? Fue necesario esperar mucho tiempo para que estas cuestiones fuesen sacadas de su letargo. Entre tanto, el orden había sofocado la impertinencia de éstas con su peso aplastante. Es admirable que estos problemas hayan sido sofocados, como ocurre

cula rápida de A, se dirige hacia B, el demonio abre la espita y la molécula pasa a B. Cuando una molécula lenta de B, se dirige hacia A, el demonio abre de nuevo la espita. Así, a la larga, la parte de B, llena de las moléculas más rápidas se ha calentado, y la parte A, se ha enfriado. Hay desequilibrio y heterogeneidad; el trabajo es posible. Así, el segundo principio se ha invertido, sin que el sistema adquiera o gaste energía, sin que su naturaleza física se haya modificado. Evidentemente, no se puede escapar a la probabilidad del segundo principio más que con un ser muy improbable; un demonio.

[1] En *L'Évolution créatrice,* 1907.

siempre cuando la confrontación de dos principios contrarios conduce a una tensión explosiva o a una total incoherencia; entonces, el principio culturalmente más fuerte anula la cuestión que el otro plantea. así ocurrió durante decenios con las cuestiones enormes que levantaba la problemática boltzmaniniana.

Es bien cierto que un compañero nuevo había brotado de la caja cerrada de la termodinámica: *un principio de degradación irreversible siempre en acción en cualquier lugar del universo donde haya trabajo y transformación.* La irrupción del desorden era a la vez limitada (en la bolsa física de los «sistemas cerrados») e ilimitada (en el sentido en que acompaña a todo trabajo, incluso en un sistema «abierto»).

Pero este desorden, que brota en la estela del segundo principio, no es más que un parásito, un subproducto, una merma del trabajo y de las transformaciones productoras. No tiene ninguna utilidad ni fecundidad. No aporta más que degradación y desorganización. Su lugar está pues en las letrinas de la *physis* y del cosmos. El orden pueden continuar reinando sobre el mundo.

El desarreglo microfísico

En 1900 se abrió repentinamente, una brecha formidable en los fundamentos microfísicos del orden. Sin embargo el átomo no había traicionado de ningún modo al orden físico, por no haber dejado de ser el objeto primero, irreductible, indivisible, substancial: Rutherford lo había convertido en un pequeño sistema solar constituido por partículas que gravitan alrededor de un núcleo, tan maravillosamente ordenado como el gran sistema astral. Así pues parecía que el orden microfísico debía ser simétrico al orden macrocósmico, cuando llegó el accidente. El virus del desorden, nutrido por Boltzmann y Gibbs, se hizo repentinamente matriz microfísica con la noción discontinua del quántum de energía (Max Planck), y se desplegó en el subsuelo de la materia.

Las partículas que aparecen ya no pueden ser consideradas como objetos elementales claramente definibles, identificables, medibles. La partícula pierde los atributos más seguros del orden de las cosas y de las cosas del orden. Se desune, se disocia, se indetermina, se polidetermina bajo la mirada del observador. Su identidad se disloca, dividida entre el estatuto de corpúsculo y el estatuto de onda. Su sustancia se disuelve, convirtiéndose el elemento estable en evento aleatorio. Ya no tiene localización fija e inequívoca en el tiempo y en el espacio. Una delirante papilla subatómica de fotones, electrones, neutrones, protones, desintegra todo lo que entendemos por orden, organización, evolución. Ciertamente, todo entra en el orden a nivel estadístico. Ciertamente el átomo sigue siendo

una entidad organizada, un sistema del cual da cuenta un formalismo matemático coherente. Pues el desorden permanece en los bajos fondos microcósmicos. Aparentemente no surge en nuestra escala de espíritu y de realidad. ¿Es la realidad microfísica la que escapa a nuestro concepto de orden porque escapa al orden de los conceptos, o bien es nuestro espíritu el que no llega a concebir este otro orden, el cual no puede prescindir de lo que llamamos desorden?

Ahora bien este desorden está presente en el micro-tejido de todas las cosas, soles y planetas, sistemas abiertos o cerrados, cosas inanimadas o seres vivos. De golpe, *es completamente diferente del desorden que va unido al segundo principio de la termodinámica*. No es un desorden de degradación ni de desorganización. Es un desorden constitucional, que necesariamente forma parte de la *physis* de todo ser físico. Forma parte —¿pero cómo?— del orden y de la organización, ¡no siendo en absoluto ni orden ni organización!

Así pues, el desorden ha sonado por segunda vez. Por segunda vez, el orden físico no es ya la evidencia que sustenta todas las cosas. Por segunda vez, el orden y la organización se hacen problema, devienen enigma. Esta segunda vez, el desorden es un desorden que, en lugar de degradar, hace existir. Pero al hacerse inconcebible e incomprensible, está mantenido y encerrado en los subsuelos microfísicos, estableciéndose un cordón sanitario alrededor del foco de perturbaciones, para que no pueda contaminar al resto del universo.

El desorden genésico

En un siglo, el desorden se ha infiltrado cada vez más en la *physis*. Habiendo partido de la termodinámica, ha pasado por la mecánica estadística, y ha desembocado en las paradojas microfísicas.

En el curso de este viaje, se ha transformado: de desecho de lo real ha pasado a formar parte del tejido de lo real. Pero, del mismo modo que el primer desorden es enviado a las letrinas, éste es arrojado a las mazmorras. Y es que el orden cósmico imperial, absoluto, eterno, continúa rigiendo un universo regulado, esférico, relojero.

Pero he aquí que a partir de los años veinte este universo se dilata, luego se dispersa, luego, en los años sesenta, se resquebraja, se disloca, y de pronto se desmigaja.

En 1923 se levanta el telón y se descubre la existencia de otras galaxias, que pronto van a contarse por millones, pululando en cada una de ellas de uno a cien billones de estrellas. Después, y sin cesar, el infinito recula hacia el infinito y lo visible deja lugar a lo inaudito (en 1963 se descubren los quasars, en 1968 los púlsars, después los «agujeros negros»). Pero la gran revolución no es descubrir

que el universo se extiende a distancias increíbles y que contiene los cuerpos estelares más extraños: *es la de que su extensión corresponde a una expansión, que esta expansión es una dispersión, que esta dispersión es quizá de origen explosivo.*

El que Hubble en 1930 pusiera en evidencia el desplazamiento hacia el rojo de la luz emitida por las galaxias lejanas permite concebir y calcular su velocidad de alejamiento en relación a nosotros y suministra la primera base empírica de la teoría de la expansión del universo. Las observaciones que siguen se integran en esta teoría que desintegra el orden cósmico. Las galaxias se alejan unas de otras en una deriva universal, que parece alcanzar a veces velocidades aterradoras. En 1965 es captada una irradiación isótropa que nos llega de todos los horizontes del universo. Este «ruido de fondo» térmico puede ser interpretado lógicamente como el residuo fósil de una explosión inicial. Este mensaje farfulleante, venido del fin del mundo, ha atravesado de diez a veinte billones de años para anunciarnos por fin la extraordinaria nueva: el universo está en migajas. A partir de ahí, los descubrimientos astronómicos desde 1923 hasta nuestros días se articulan para presentarnos un universo cuya expansión es el fruto de una catástrofe primera y que tiende hacia una dispersión infinita.

El ordenamiento grandioso del gran ballet estelar se ha transformado en un sálvese-quien-pueda general. Más allá del orden provisional de nuestra pequeña barriada galáxica, que habíamos tomado por el orden universal y eterno, se producen diversos hechos inauditos que comienzan a anunciarse sobre nuestros telescriptores: explosiones fulgurantes de estrellas, colisiones de astros, choques de galaxias. Descubrimos que la estrella, lejos de ser la esfera perfecta que jalona el cielo, es una bomba de hidrógeno al ralentí, un motor en llamas; nacida de una catástrofe, estallará tarde o temprano en catástrofe.

El cosmos arde, gira, se descompone. Nacen galaxias, mueren galaxias. Ya no tenemos un universo razonable, ordenado, adulto, sino algo que parece estar todavía en los espasmos de la Génesis y haber llegado ya a las convulsiones de la agonía.

El pilar físico del orden estaba corroído, minado por el segundo principio. El pilar microfísico del Orden se había hundido. El último y supremo pilar, el del orden cosmológico, se ha hundido a su vez. En cada una de las tres escalas en las que consideramos el universo, la escala macrocósmica, la escala microfísica, la escala de nuestra «banda media» física, el desorden surge para reivindicar audazmente el trono que ocupaba el Orden.

Pero a partir de ahí se plantea un problema insospechado, fabuloso. Si el universo es diáspora explosiva, si su tejido microfísico es desorden indescriptible, si el segundo principio no reconoce más que una sola probabilidad, el desorden, entonces ¿cómo es que la

Vía Láctea comporta billones de estrellas?, ¿cómo es que hemos podido localizar 500 millones de galaxias?, ¿cómo es que pudimos cifrar eventualmente en 10^{73} el número de átomos del universo visible?, ¿cómo es que hemos podido descubrir las leyes que rigen los astros, los átomos y todas las cosas existentes?, ¿cómo es que ha habido desarrollo de la organización en el cosmos, de los átomos a las moléculas, macromoléculas, células vivas, seres multicelulares, sociedades, hasta el espíritu humano que se plantea estos problemas.

Planteemos el problema, no ya como alternativa de exclusión entre el desorden por una parte y el orden y la organización por otra, sino de unión. Desde ahora, la génesis de las partículas materiales, de los núcleos, de los átomos, de las moléculas, de las galaxias, de las estrellas, de los planetas es indisociable de una diáspora y de una catástrofe. Desde ahora, hay una relación crucial entre el despliegue del desorden, la constitución del orden, el desarrollo de la organización. Desde ahora, surge un tercer y grandioso rostro del desorden, él mismo inseparable de los otros dos rostros que nos han aparecido aquí: este desorden, que comporta en sí el desorden de la agitación calorífica y el desorden del microtejido de la *physis, es también un desorden de génesis y de creación.*

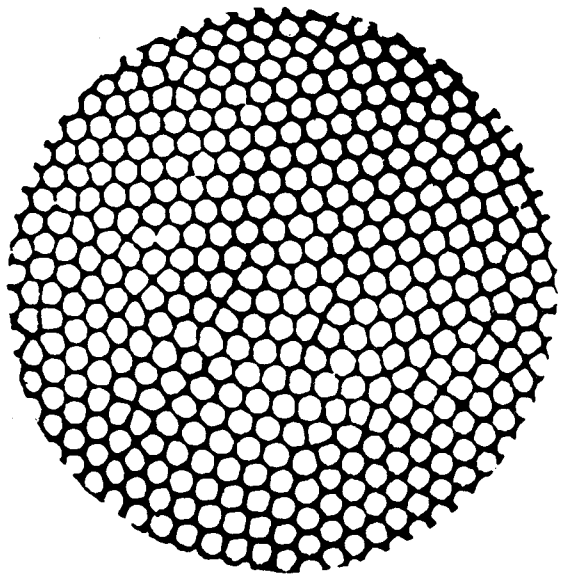
¿Un desorden organizador?

Ahora bien, hoy podemos cuestionar la posibilidad de una génesis en y por el desorden, volviendo a la fuente termodinámica de donde había surgido el desorden desorganizador, y de donde surge hoy la idea de un desorden organizador. Y es que el desarrollo nuevo de la termodinámica, de la cual Prigogine es el iniciador, nos muestra que no hay necesariamente exclusión, sino eventualmente complementariedad entre fenómenos desordenados y fenómenos organizadores.

El ejemplo de los torbellinos de Bénard viene incluso a demostrar experimentalmente que, en condiciones de fluctuación y de inestabilidad, es decir de desorden, los flujos caloríficos pueden tranformarse espontáneamente en «estructura» o forma organizada.

Extraigamos algunos elementos de la descripción de los «torbellinos» de Bénard que hace Prigogine: «calentamos una capa líquida por debajo. Como resultado de la aplicación de esta fuerza el sistema se aparta del estado de equilibrio correspondiente al mantenimiento de una temperatura uniforme en la capa. Para pequeños gradientes de temperatura, el calor es transportado por conducción, pero a partir de un gradiente crítico, tenemos además un transporte por convección. La figura muestra una foto de células de convección fotografiadas verticalmente. Hay que remarcar la disposición regular de las células, que tienen una forma hexagonal. Tenemos aquí un fenómeno típico de estructuración correspondiente a un nivel elevado de cooperatividad en el nivel molecular» (Prigogine, 1972, páginas 522-553).

Este ejemplo aparentemente infantil tiene un alcance físico y cósmico general. Nos muestra que desviación, perturbación y disipación pueden provocar «estructura», es decir, organización y orden a la vez.



Torbellinos de Bénard

Es posible, pues, explorar la idea de un universo que forme su orden y su organización en la turbulencia, la inestabilidad, la desviación, la improbabilidad, la disipación energética.

Es más: intentando comprender la organización viva desde el punto de vista de su maquinaria interna, von Neumann descubre, en el curso de los años cincuenta, en su reflexión sobre los *self-reproducing automata* (von Neumann, 1966) que la gran originalidad del autómata «natural» (entiéndase vivo) es la de funcionar con desorden. En 1959, von Foerster sugiere que el orden propio de la auto-organización (entiéndase la organización viva) se construye con el desorden: es el *order from noise principle* (von Foerster, 1959).

Por fin, y sobre todo, Atlan elabora la idea del *hasard organisateur* (Atlan, 1970 *a*, 1972 *b)*.

Así pues, la primera aparición (termodinámica) del desorden nos ha aportado la muerte. La segunda (microfísica) nos ha aportado el ser. La tercera (genésica) nos aporta la creación. La cuarta (teórica) une muerte, ser, creación y organización. Intentemos comprender.

2. De la Génesis al Tetrálogo

El problema de origen

Las respuestas aportadas al problema cosmológico están marcadas por una doble fragilidad. La primera proviene de que cuanto más nos alejamos —por tanto, nos remontamos— en el espacio-tiempo, más inciertos y equívocos se vuelven los datos de las observaciones, se descubren más agujeros y océanos negros, más se acrecienta la sombra de lo desconocido y de lo inconcebible; y, al mismo tiempo, más requieren las hipótesis el concurso activo de la imaginación. Aquí surge la segunda fragilidad: las llamadas a la imaginación son al mismo tiempo llamadas a lo imaginario; los problemas del universo movilizan, las más de las veces inconscientemente, incluido el astrónomo, las fuerzas ocultas de mitologización y de racionalización (que aquí son *las mismas)*. Desde su renacimiento en la primera mitad de nuestro siglo (J. Merleau-Ponty, 1965) la cosmología se ha inclinado hacia la «racionalización» del orden, es decir hacia un universo increado, autosuficiente, que se mantiene a sí mismo al infinito. Tal visión, no sólo escamoteaba la aporía clásica, en donde la ausencia de comienzo y el comienzo absoluto son inconcebibles, uno y otro, sino que al eliminar una problemática de génesis, eliminaba de golpe la perspectiva fundamental de devenir y de evolución que se había impuesto en todas las ciencias. Esta visión se hundió con el golpe de las observaciones hubbleanas, que se han convertido en el soporte de una nueva visión.

Esta nueva visión puede ser considerada al menos bajo dos aspectos. El de la expansión y el del origen del universo. Si la teoría de la expansión significa que anteriormente el cosmos estaba menos disperso que hoy, generalmente ya no es puesta en cuestión. Lo que se impugna, es más bien la reducción del devenir cósmico a una concepción rígida y absoluta de una expansión que habría partido de un punto cero y se prolongaría en la dispersión infinita. De todos modos, los problemas que plantean ciertas observaciones paradójicas (como la fotografía de una galaxia que parece unida por un puente de materia a un quasar que debería estar mucho más alejado que ella) o las contrahipótesis (como la atribución del desplazamiento hacia el rojo de la luz emitida por las galaxias lejanas a una eventual «fatiga» fotónica), lejos de ir en el sentido del restablecimiento del orden antiguo, aportan eventualmente desorden o complejidad en la expansión.

La teoría del *big bang* es en cierto sentido una consecuencia lógica de la teoría de la expansión, que rebota hasta el origen del universo tomando apoyo en el descubrimiento de la irradiación isótropa a 3° K, considerada como testigo fósil de una explosión inicial. Pero es más frágil que la teoría de la expansión no sólo porque corona un castillo de naipes hipotético, sino sobre todo porque reposa sobre una carencia epistemológica.

La teoría del *big bang* supone que habría habido un estado puntual de densidad infinita en el origen del universo, el cual habría nacido en y por un evento explosivo.

La idea de un punto inicial, que concentraría en un cero espacial la infinita densidad, no se impone con más derecho que la idea de una entropía negativa infinita que recularía hacia el infinito de los tiempos. Escamotea, como la teoría del estado estacionario del universo, pero en sentido inverso, la aporía del comienzo. Presenta, como solución lógica del problema del comienzo, una contradicción que nos obliga a hacer coincidir lo puntual y lo infinito. En el antiguo universo, el orden era el soporte simple y evidente; la teoría del *big bang* busca un comienzo elemental y puntual, y no encuentra más que una aporía. Y es que la búsqueda del origen se ha degradado convirtiéndose en la búsqueda de un *punto* de partida, y la búsqueda de una racionalización ha conducido necesariamente a una irracionalidad.

Repitámoslo, el problema del origen comporta una contradicción insuperable en sus términos. No se trata de soportar la aporía creyendo evitarla, sino de concebirla de frente.

De ahí una previa a toda teoría del origen: no se puede teorizar como si este problema no estuviera fundamentalmente hipotecado por nuestras propias estructuras mentales. La primera elección no es de teoría pues, sino que reside en la constitución de la teoría. No se trata de cuestionarnos nuestros conocimientos solamente, tenemos que cuestionar también nuestro entendimiento.

Lo que, como se verá (si se tiene paciencia), nos va a llevar muy lejos en este trabajo. En lo inmediato, esto significa aquí que la contradicción aporética debe ser reveladora, no sólo de la complejidad del problema planteado, sino de la complejidad lógica de los fundamentos de nuestro universo. Nos incita a ver en lo inconcebido desconocido que precede y desencadena el nacimiento de nuestro universo, no un vacío, ni una falta de realidad, sino una realidad no mundana y pre-física[1], fuente de nuestro mundo y nuestra *physis*. A

[1] Como me escribió Victorri (notas manuscritas): «La idea de unas leyes físicas no

partir de ahora, es vano buscar ninguna figuración espacio-temporal o logomorfa relativa al estado o a lo que había antes de nuestro universo [1].

Volvamos al *big bang* mismo. El *big bang* es de hecho una subnoción que escamotea bajo una onomatopeya de gran bum la problemática de una formidable transformación. Ciertamente, el interés que tiene el *big bang* es que nos evoca una explosión térmica. Su insuficiencia es reducir el origen, a la sola dimensión de explosión térmica. Tendremos que superar pues el *big bang* por una noción verdaderamente teórica: la noción de *catástrofe*.

El término de catástrofe no debe concebirse solamente en su sentido geofísico y geoclimático tradicional, sino sobre todo en el que le ha dado René Thom (Thom, 1972). Este sentido, asociado a una nueva concepción topológica en la que el término forma, adquiere un sentido fuerte, significa: cambio/ruptura de forma en condiciones de singularidad irreductible. La idea fundamental, compleja y rica, que Thom aporta es la de unir toda morfogénesis o creación de forma a una ruptura de forma o catástrofe. *Por lo que nos permite leer en los mismos procesos desintegración y génesis.* Idea metamórfica, la catástrofe no se identifica a un comienzo absoluto y deja abierto el misterio de lo desconocido a-cósmico o proto-cósmico. Lleva en sí la idea de evento y de cascadas de eventos. Lejos de excluirla, incluye la idea de desorden y de manera genésica, puesto que la ruptura y desintegración de una antigua forma es el proceso constitutivo mismo de la nueva. Contribuye a hacer comprender que la organización y el orden del mundo se edifican en y por el desequilibrio y la inestabilidad.

Añado, en fin, que a diferencia del *big bang* que es un momento puntual en el tiempo, y que se convierte en una causa separada de los procesos que la han desencadenado y a los que ha desencadenado; la idea de catástrofe, aunque recoge la idea de un evento explosivo, se identifica con el conjunto del proceso metamórfico de transformaciones desintegradoras y creadoras. Ahora bien, este proceso *prosigue todavía hoy*. Tampoco vamos a circunscribir la catástrofe como un puro comienzo. Es el origen, explosivo o no, de nuestro universo, que forma parte de una catástrofe, *y ésta prosigue todavía hoy*. La idea de catástrofe es *inseparable de todo nuestro universo*.

eternas permite volver al problema de los orígenes del universo: quizá no se le puede explicar, porque toda explicación actual recurre a las leyes de la física actual, que entonces aún no habían nacido.»

[1] Sería antropomorfo y logócrata nombrar a Dios.

La complejidad original

El logro irreversible de la revolución hubblena no es solamente haber destruido irremediablemente el orden antiguo, la máquina perpetua, el *steady state*, el cosmos trivial y llano, sino sobre todo necesitar un principio de explicación complejo. La idea simple de orden eterno no podía ser sustituida por otra idea simple, aunque fuera la de desorden. El verdadero mensaje que el desorden nos aporta en su viaje de la termodinámica a la microfísica, y de la microfísica al cosmos, es emplazarnos a partir a la búsqueda de la complejidad. La evolución ya no puede ser una idea simple: progreso ascensional. Debe ser al mismo tiempo degradación y construcción, dispersión y concentración. Como se verá, nos resultará imposible aislar una palabra-maestra, jerarquizar una noción primera, una verdad primera. La explicación ya no puede ser un esquema racionalizador. El orden, el desorden, la potencialidad organizadora deben pensarse en conjunto, a la vez en sus caracteres antagonistas bien conocidos y sus caracteres complementarios desconocidos. Estos términos se remiten uno a otro y forman como un bucle en movimiento. Para concebirlo, hace falta mucho más que una revolución teórica. Se trata de una revolución de principio y de método. La cuestión de la cosmogénesis es pues, al mismo tiempo, la cuestión clave de la génesis del método.

La desintegración organizadora

No podemos escapar a la idea increíble: *el cosmos se organiza al desintegrarse.*

Ahora bien, esta idea increíble es la única que puede proporcionar hoy la trama de una teoría plausible de la formación del mundo físico. En efecto, sólo a partir de un despliegue térmico pueden resultar comprensibles, para y por la astrofísica, sobre la base de la física nuclear y de la astronomía de observación, la aparición de partículas, núcleo-síntesis, la formación y alumbramiento de las estrellas, la constitución de los átomos pesados.

El escenario que se admite actualmente (R. Omnes, 1973; D. W. Sciama, 1970; J. Merleau-Ponty, 1970; H. Reeves, 1968; E. Schatzmann, 1968; J. Heidmann, 1968) no tiene valor de certidumbre evidentemente. Nuestro nuevo conocimiento del universo comporta demasiadas cosas desconocidas e insospechadas como para no encontrarse modificado pronto, incluso trastornado. Pero lo que aquí importa no es tanto el escenario propuesto cuanto la necesidad de un escenario que dé cuenta al mismo tiempo de la dispersión y de la organización, del desorden y del orden.

Lo que me va a interesar no es la «novela» del universo (aunque el universo, al convertirse en una historia aleatoria con *suspense,* tenga en adelante su incontestable dimensión novelesca): son las elecciones conceptuales, teóricas, incluso lógicas y paradigmáticas las que, tras el derrumbamiento de nuestro antiguo mundo, van a permitir concebir uno nuevo.

El escenario de la cosmogénesis

Una nube de fotones surge, se dilata. Transformándose, como dice Michel Serres, va a «hacer el mundo» (Serres, 1974, pág. 61). Se evalúa en 10^{11} °K la temperatura inicial de esta nube ardiente que va a enfriarse. Las primeras partículas se materializan allí: electrones, neutrinos, neutrones, protones. Mientras que la temperatura comienza a decrecer, aunque siempre dentro de un gran calor y densidad de la nube, es decir, en una formidable agitación térmica, se operan por encuentros al azar las primeras núcleo-síntesis en las que protones y neutrones se agregan para constituir núcleos de deuterio, de helio y de hidrógeno[1]. La cosmogénesis comienza pues en micro-génesis.

Esta primera micro-génesis (que proseguirá en el seno de futuras estrellas) permite el desencadenamiento de la macro-génesis galáxica y astral. En efecto, las turbulencias provocan desigualdades en el seno de la nube que aumenta su volumen, y las primeras dislocaciones la agrietan. A partir de ahí, en cada uno de estos primeros fragmentos, las interacciones gravitacionales atraen las partículas en masa; los aumentos regionales de densidad aumentan la gravedad que a su vez aumenta la densidad de esas regiones; el *proceso cismático es al mismo tiempo un proceso morfogenético:* la nube estalla por todas partes, se disocia en proto-galaxias; las proto-galaxias, bajo el efecto de los mismos procesos, se rompen a su vez. Las proto-estrellas se constituyen por agrupaciones gravitacionales; el aumento de densidad aumenta el aumento de densidad; esta densidad resulta tal, en el corazón de los núcleos astrales, que las colisiones entre partículas se multiplican de forma cada vez más violenta, hasta desencadenar reacciones termonucleares en cadena: a partir de ahí la estrella se ilumina. Debería de explotar, como una bomba de hidrógeno, pero la avalancha gravitacional en el corazón de la estrella es de naturaleza cuasi implosiva, y los dos procesos antagonistas se anulan mutuamente y se conjugan en una especie de regulación mutua, que

[1] La física no puede concebir la síntesis de los primeros núcleos y de los elementos químicos ligeros (helio, hidrógeno) más que en estado de formación muy caliente y denso, en los primeros momentos de la nube, por tanto.

permite a la estrella comenzar su vida, eventualmente larga, hasta la explosión o contracción final.

En adelante, el orden y la organización cósmicas se despliegan en el seno de las estrellas y a partir de éstas. Las estrellas hacen reinar su imperio gravitacional en inmensos espacios. Estas constituyen con sus planetas sistemas de relojería casi perfectos. Son máquinas en las que se consuma la fabricación de la materia física; producen en efecto los átomos pesados, de los que van a formarse los planetas, entre los cuales, el tercer planeta de un sol de arrabal, que verá nacer un día seres vivos, entre los que estarán el carbón, el oxígeno, el nitrógeno, que se forjaron en la hoguera de la estrella.

Las transformaciones del desorden y el desorden de las transformaciones

Este proceso cosmogenético polimorfo, no puede ser comprendido más que recurriendo a nociones que comportan en sí mismas, cada una a su manera, la idea de desorden.

Las materializaciones por formación de partículas pueden ser concebidas como los «primeros pasos hacia la calidad y la organización» (Ullmo, 1967). Pero pueden ser concebidas al *mismo tiempo* como una desintegración de la irradiación primitiva: el acto I es también un desmigajamiento cósmico, y esta pulverización en el desorden se convierte en la condición de las agrupaciones, síntesis, uniones, y después, más tarde, comunicaciones entre las migas de la materia dispersada.

Las núcleo-síntesis, tanto en el seno de la nube como en el seno de los astros incandescentes, son inseparables de las colisiones y choques azarosos. Las formaciones de galaxias son inseparables de desgarraduras y rupturas en el seno de la nube, y las formaciones de estrellas son inseparables de desgarraduras y rupturas en el seno de la protogalaxia. El alumbramiento de las estrellas se hace en el punto de explosión, con riesgo de explosión. Se ve pues de forma clara que la idea ruptora de catástrofe es esencial para concebir el nacimiento de la organización y del orden cósmicos.

Al mismo tiempo la idea de cisma se convierte en una idea consustancial a toda morfogénesis. La idea clave de que toda morfogénesis se halla unida a una cismogénesis, se articula necesariamente con la teoría catastrófica; así la materialización aparece como un cisma y una desviación con relación a la irradiación, después las masas se constituyen como cismas con relación a la nube, con relación al movimiento de diáspora, con relación a las otras masas. Las desviaciones transforman localmente el proceso de diáspora en proceso de concentración. La condensación astral es una desviación que rompe e invierte el movimiento de dispersión generalizada sin escapar de ella, no obstante (pues la galaxia y el astro en formación

son arrastrados en la expansión del universo); ella trabaja con una fuerza que se incrementa y una velocidad que se acelera con el agrupamiento de partículas, que se convertirán en estrella. Aquí ya podemos hacer intervenir el concepto de retroacción positiva *(feedback* positivo) que significa acentuación/amplificación/aceleración de una desviación por sí misma. La constitución de la estrella es un aumento de densidad que crece por sí mismo hasta el alumbramiento, que desencadena un contraproceso.

Así, la génesis de la estrella puede ser considerada en función de la catástrofe que es la ruptura de la nube, la cual desencadena, en sentido inverso al proceso general de dispersión, una retroacción positiva (condensación que se autoacelera), proceso que desencadena una nueva catástrofe (alumbramiento) la cual desencadena una nueva retroacción positiva en el sentido explosivo; a partir de ahí el antagonismo de estas dos retroacciones inversas da nacimiento a la estabilidad resplandeciente de un sol.

El calor

La cosmogénesis es una termogénesis. El calor, que es aquí la idea energética matriz y motriz, asocia en su concepto mismo energía y desorden, transformación y dispersión.

El universo nace en el calor externo y el calor comporta en sí estas formas de desorden: agitación, turbulencia, desigualdad de los procesos, carácter aleatorio de las interacciones, dispersión.

La idea de desigualdad es capital. El enfriamiento general no es homogéneo: comporta sus zonas de calor desigual y sus momentos locales de recalentamiento. Así, una primera desigualdad en el enfriamiento determina esas granulaciones diversas que son las partículas (electrones, protones, neutrones); las temperaturas, todavía muy altas en este primer estado de la nube, son apropiadas para la síntesis de los primeros núcleos y elementos ligeros, cuya existencia acentúa la desigualdad, es decir, en adelante la diversidad del tejido material del universo. Hace falta después un enfriamiento relativo, unido a la expansión de la nube, para que las interacciones gravitacionales lleguen a ser predominantes y constituyan las masas galáxicas y estelares. Después hace falta un recalentamiento muy fuerte en el núcleo de las estrellas para que éstas se iluminen. Después hace falta el mantenimiento de un calor interno muy alto en el seno de estas estrellas para que se forjen los elementos químicos que llegarán a ser mayoritarios, al menos en nuestro sistema solar. Después hace falta un nuevo enfriamiento para que, sobre la corteza de un planeta como la Tierra, las moléculas gaseosas se agreguen y formen líquidos, conjuntos cristalinos; son precisas, finalmente, condiciones térmicas adecuadas para que se constituyan las moléculas y las macromoléculas, en suma, los materiales del ser vivo que se constituye en máquina térmica.

Así, vemos que a temperaturas muy altas corresponde lo que es explosivo, pero también lo que es creador (núcleosíntesis en la nube, constitución de los átomos en las estrellas); al enfriamiento relativo corresponden las licuaciones, solidificaciones, cristalizaciones, uniones moleculares. Así, la cosmogénesis, y esto incluye hasta la biogénesis, es inseparable de una dialéctica caprichosa, compleja y desigual del calor y del frío.

La desigualdad de calor es la expresión de una desigualdad en los movimientos. Las agitaciones y turbulencias crean las condiciones de encuentro (partículas, átomos), de disociación (en el seno de la nube), de morfogénesis (estrellas) y las turbulencias renacen en el corazón de las estrellas, cuyo fuego da nacimiento a los átomos. La turbulencia tiene un carácter energético que puede llegar a ser motor: en cierto sentido la estrella es una vasta turbulencia que se concentra, se intensifica y tras la iluminación se convierte en un motor salvaje que alimenta una maquinaria interna espontánea produciendo átomos y regando de energía fotónica su entorno. Comenzamos a entrever la posibilidad de lo que antes parecía inconcebible: el paso de la turbulencia a la organización. Lo que se efectúa cosmogenéticamente en el nacimiento de las estrellas, corresponde a la idea que ha hecho emerger la termodinámica prigoginiana (Prigogine, 1968), que los fenómenos organizados pueden nacer por sí mismos, a partir de un desequilibrio termodinámico (cfr. el ejemplo ya dado de los torbellinos de Bénard).

La desigualdad de desarrollo tiene como punto de partida el carácter térmico de la catástrofe inicial. Desde el comienzo, y por mínima que ésta sea, hay desigualdad en la emisión misma de la nube. Ahora bien, y esto es lo que mina en su fundamento la antigua visión determinista del mundo —que era una visión de hielo y no de fuego— toda desviación, incluso ínfima, que se constituya en una fuente emisora tiende a aumentar y a ampliarse de forma extraordinaria en el curso del proceso de difusión. Las ínfimas variaciones que se producen en las primerísimas condiciones de dispersión van a conducir a las extremas y extraordinarias variedades ulteriores. Aquí se encadenan de manera generadora las desigualdades térmicas, las desigualdades surgidas de las turbulencias, las desigualdades de encuentro, las desigualdades de transformación, las desigualdades provocadas por rupturas, disociaciones, colisiones, explosiones. Estas desigualdades van a superampliarse, a superdesarrollarse a través de las múltiples retroacciones positivas, también ellas inseparables de los procesos de doble faz de la cismo-morfogénesis. Y esta sorprendente praxis de los desórdenes mezclados (pues desigualdades, turbulencias, agitaciones, encuentros aleatorios, etc., son formas de desorden) es la forja cósmica del orden y de la orga-

nización, inseparables, como ahora lo comprendemos, de una dispersión formidable y general, inseparables de un fabuloso despilfarro...

Esta desigualdad multiforme es al mismo tiempo la matriz de la diversidad: la pequeña diversidad de tres tipos de partículas materiales primeras, permite una gran diversidad de combinaciones nucleares y luego atómicas entre estas partículas, y después una diversidad infinita de combinaciones moleculares entre los 92 tipos de átomos naturales. Ahora bien, la diversidad, que no puede nacer aparte de la desigualdad de las condiciones y procesos, es decir, aparte de los desórdenes, es absolutamente necesaria para el nacimiento de la organización —que no puede ser más que organización de la diversidad (como se ve por el núcleo, el átomo, la molécula)— y por el desarrollo del orden, inseparable, como ya veremos, de tales organizaciones.

Así el desorden se nos aparece como compañero y componente de todos los procesos cosmogenéticos. De golpe nos aparece como una noción muy rica: no hay *un* desorden (como había *un* orden), sino muchos desórdenes: desigualdad, agitación, turbulencia, encuentro aleatorio, ruptura, catástrofe, fluctuación, inestabilidad, desequilibrio, difusión, dispersión, retroacción positiva, *runaway,* explosión.

En la fuente generadora de la cosmogénesis está el desorden en su forma evenencial de ruptura —la catástrofe— y en su forma energética —el calor—. A partir de entonces, los desórdenes se multiplican en y por el desorden de las transformaciones y las transformaciones del desorden en y por la desigualdad del desarrollo: el desorden en los desórdenes ha llegado a ser cosmogenético.

El nacimiento del Orden

¿De dónde surge el Orden? Nace, al mismo tiempo que el desorden, en la catástrofe térmica y las condiciones originales singulares que determinan el proceso constitutivo del Universo.

Estas condiciones singulares, en tanto que determinaciones o constreñimiento, excluyen en adelante, *hic et nunc,* otras formas de universo,orientan y limitan las posibilidades del juego en el seno del proceso. Así, estas determinaciones singulares que son a la vez constreñimientos y «reglas del juego» constituyen el primer semblante del orden general. Tendré ocasión de ilustrar esta paradoja insostenible en la antigua visión del mundo: ¡es la singularidad y la evenencialidad del cosmos lo que constituye la fuente de las leyes universales! Éstas son universales en este sentido precisamente singular: válidas exclusivamente para nuestro universo. Otro universo, nacido en condiciones diferentes obedecería a otras «leyes».

Los constreñimientos primeros y fundamentales son resultado de la constitución, en condiciones térmicas extremadamente precisas y quizá muy limitadas en el tiempo, de partículas que orientan el universo en una vía muy definida de materialidad (efectivamente, la materia adelantará a la irradiación en la nube cósmica y hoy sólo subsiste de esa irradiación un eco fósil que vuelve, desde los horizontes del universo, bajo la forma de un débil ruido térmico). Cada tipo de partículas tiene caracteres singulares desde el punto de vista de la masa y de la carga eléctrica. Entre estos tipos, tres tienen una capacidad de duración y de supervivencia muy grande: los protones, los neutrones y los electrones. Las singularidades propias de estas categorías limitadas de partículas son efecto de constreñimientos que limitan los tipos de interacciones posibles relativas al núcleo atómico (interacciones fuertes y débiles) o a todo cuerpo material (interacciones gravitacionales y electro-magnéticas). Desde ahora, como vamos a ver, las reglas de interacción van a constituir la piedra angular del orden cósmico, sus «leyes naturales».

Así, las condiciones genésicas son determinaciones o constreñimientos que hacen surgir el orden al mismo tiempo que el universo. Las determinaciones/constreñimientos van a precisarse y a multiplicarse con la materialización, donde se fijan las posibilidades de interacción entre partículas, que van a constituir la base de los procesos físicos, entre ellos los de la organización. A partir de ahora se despliega, a través de las interacciones, el juego orden $\bigtriangledown$ desorden.

organización

El juego de las interacciones

Las interacciones son acciones recíprocas que modifican el comportamiento o la naturaleza de los elementos, cuerpos, objetos y fenómenos que están presentes o se influencian. Las interacciones:

1. suponen elementos, seres u objetos materiales, que pueden encontrarse;
2. suponen condiciones de encuentro, es decir, agitación, turbulencia, flujos contrarios, etc.;
3. obedecen a determinaciones/constreñimientos que dependen de la naturaleza de los elementos, objetos o seres que se encuentran;
4. en ciertas condiciones se convierten en interrelaciones (asociaciones, uniones, combinaciones, comunicación, etc.), es decir, dan lugar a fenómenos de organización.

Así, para que haya organización es preciso que haya interacciones: para que haya interacciones es preciso que haya encuentros, para que haya encuentros, es preciso que haya desorden (agitación, turbulencia).

El número y la riqueza de las interacciones aumentan al pasar el nivel de las interacciones no ya únicamente entre partículas, sino entre sistemas organizados, átomos, astros, moléculas y, sobre todo, seres vivos, sociedades; cuanto más aumente la diversidad y la complejidad de los fenómenos en interacciones, más aumentan la diversidad y la complejidad de los efectos y transformaciones surgidos de esas interacciones.

Las interacciones constituyen como un nudo gordiano de orden y de desorden. Los encuentros son aleatorios pero los efectos de estos encuentros, sobre elementos bien determinados, en condiciones determinadas, se vuelven necesarios y fundan el orden de las «leyes».

Las interacciones relacionantes son generadoras de formas y de organización. Ellas hacen nacer y perdurar estos sistemas fundamentales que son los núcleos, los átomos, los astros:

— Las interacciones «fuertes» unen protones y neutrones y, al dominar la repulsión eléctrica entre protones, su fuerza de unión otorga al núcleo una cohesión formidable.

— Las interacciones gravitacionales determinan, operan, aceleran la concentración de las galaxias, la condensación y el encendido de las estrellas.

— Las interacciones electro-magnéticas unen los electrones a los núcleos, unen los átomos en moléculas, y juegan de forma compleja en todos los procesos estelares.

Una vez se han constituido las organizaciones que son los átomos y las estrellas, las reglas del juego de las interacciones pueden aparecer como Leyes de la Naturaleza. Así las interacciones gravitacionales descubiertas por Newton fueron interpretadas como necesidades que se imponían a todo cuerpo físico, y, por tanto, como leyes supremas absolutas, eternas, exteriores a los objetos en juego. En efecto, los astros, puntos clave de la organización cósmica, hacen reinar e irradiar su orden sobre extensiones cuasi ilimitadas. Ciertamente, desde Newton se podía presentir que las atracciones dependen de las masas que dependen de ellas. Pero no se podía presentir que estas leyes tuvieran una génesis. Sobre todo, no se podía concebir que estas «leyes» cooperaran tanto al desorden como al orden. Así las «leyes» gravitacionales han participado en la dispersión cósmica (contribuyendo a la dislocación de la nube primitiva), y la han contrarrestado (determinando los procesos de formación de las estrellas). Así, esta ley tiene un pie en la organización y otro en la dispersión. *Las Leyes de la Naturaleza no constituyen más que una cara de un fenómeno de muchas caras* que comporta también su cara de desorden y su cara de organización. Las leyes que regían el mundo no eran más que un aspecto provincial de una realidad interaccional compleja.

La interacción se convierte así en la noción placa giratoria entre desorden, orden y organización. Lo que significa, de golpe, que los términos de desorden, orden, y organización, están en adelante unidos, *vía* interacciones, en un bucle solidario en el que ninguno de estos términos podrá ser ya concebido fuera de la referencia a los demás, y en el que estos se encuentran en relaciones complejas, es decir, complementarias, concurrentes y antagonistas. Dos ejemplos van a ayudarme a despejar mi propósito.

El primero ilustra el principio llamado *order from noise* por von Foerster (von Foerster, 1960): yo diría más bien principio de organización por el desorden.

Sea un cierto número de cubos ligeros recubiertos de un material magnético, y caracterizados por la polarización opuesta de dos pares de tres lados que se juntan en dos esquinas opuestas. Se colocan los cubos en una caja, se la cierra, y se la agita. Bajo el efecto de la agitación, los cubos se asocian según una arquitectura aleatoria (fantástica) y estable. A cada nueva agitación los cubos entran en el sistema y lo completan hasta que la totalidad de los cubos constituye una unidad original, imprevisible al comienzo en tanto que tal, ordenada y organizada a la vez.

Las condiciones de tal construcción son:

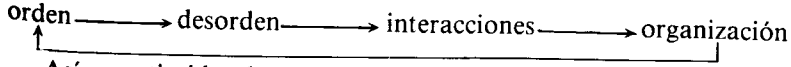
a) las determinaciones y constreñimientos propios de los elementos materiales presentes (forma cúbica, constitución metálica, magnetización diferencial) y que constituyen principios de orden;

b) una posibilidad de interacciones selectivas que pueda unir estos elementos en ciertas condiciones y ocurrencias (interacciones magnéticas);

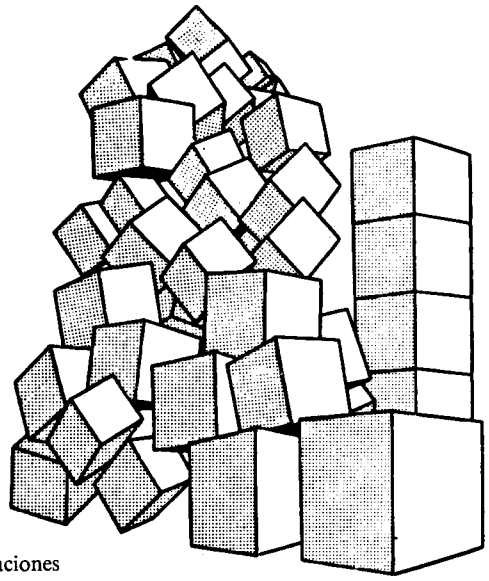
c) un aprovisionamiento de energía no direccional (agitación desordenada);

d) la producción, gracias a esta energía, de encuentros muy numerosos entre los cuales una minoría *ad hoc* establece las interacciones selectivamente estables, que se convierten, así, en organizacionales.

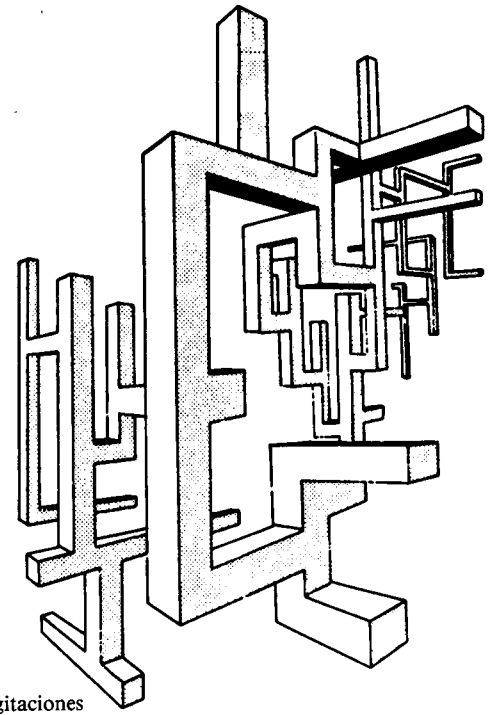
Así orden, desorden, organización, se coproducen simultánea y recíprocamente. Bajo el efecto de los encuentros aleatorios, los constreñimientos originales han producido orden organizacional, las interacciones han producido interrelaciones organizacionales. Pero también se puede decir que bajo el efecto de los constreñimientos originales y de las potencialidades organizacionales, los movimientos desordenados han producido orden y organización, desencadenando encuentros aleatorios. Hay, pues, un bucle de coproducción mutua:



Así constituida, la organización permanece relativamente estable, incluso cuando la caja continúa siendo agitada con las mis-



Antes de las agitaciones



Después de las agitaciones

mas sacudidas que las que la han producido. De ahí este remarcable rasgo: *una vez constituidos, la organización y su orden propios son capaces de resistir a un gran número de desórdenes.*

El orden y la organización, nacidos con la cooperación del desorden, son capaces de ganarle terreno al desorden. Este carácter es de una importancia cosmológica y física capital. La organización y el orden nuevo que va unido a ella, aunque han surgido de interacciones minoritarias en el juego innumerable de las interacciones en desorden, disponen de una fuerza de cohesión, de estabilidad, y de resistencia, que las privilegian en un universo de interacciones fugitivas, repulsivas o destructivas (cfr. cap. II); se benefician, en suma, de un principio de *selección natural física.* (Veremos incluso que el solo principio de selección natural es físico, no biológico.)

El segundo ejemplo nos introduce en el corazón mismo de las morfogénesis: se trata de la única hipótesis actualmente plausible concerniente a la formación del carbono en el seno de las estrellas. La constitución de un núcleo de carbono exige la unión de tres núcleos de helio en condiciones extraordinariamente improbables de temperatura y de encuentro. Dos núcleos de helio que se encuentren huyen uno del otro en menos de una millonésima de millonésima de segundo, solamente si en un tiempo tan breve un tercer núcleo de helio acude a la pareja, éste les unirá uniéndose a ellos y constituyéndose así la triada estable del núcleo de carbono. *In abstracto,* el nacimiento de un átomo de carbono no podría resultar más que de un fabuloso azar. Pero, si se le sitúa en el corazón de esas forjas de fuego que son las estrellas (constituidas en su mayoría por helio), en donde las temperaturas de reacción permanecen sostenidas durante un tiempo bastante largo, entonces se concibe que se produzca allí un número inaudito de colisiones al azar de núcleos de helio, y que entre estas colisiones se efectúe una minoría de colisiones productoras de carbono. Así hay probabilidad local y temporal de que se constituya en el corazón de una estrella el muy improbable núcleo de carbono. Una vez constituidos, estos núcleos muy fuertemente coherentes van a resistir a innumerables colisiones y fuerzas de ruptura, y podrán sobrevivir a innumerables *alea.* Beneficiándose así de una selección física natural, este carbono improbable/necesario, que dispone de cualidades asociativas muy ricas, hace posible, en condiciones locales determinadas, la constitución de moléculas de aminoácidos, que a su vez van a encontrar en las células vivas las condiciones a la vez improbables y necesarias de su fabricación. Y así el juego en forma de bucle:

desorden ⟶ interacciones ⟶ orden ⟶ organización

al transformarse y desarrollarse, produce la cadena:

hidrógeno → helio → carbono → aminoácido → proteínas → célula

El gran juego

Hay un gran juego cosmogenésico del desorden, el orden y la organización. Se puede decir juego porque hay piezas del juego (elementos materiales), reglas del juego (constreñimientos iniciales y principios de interacción) y el azar de las distribuciones y los encuentros. Al comienzo, este juego está limitado a algunos tipos de partículas operacionales, viables, singulares y quizá solamente a cuatro tipos de interacción. Pero al igual que a partir de un número muy pequeño de letras aparece la posibilidad de combinar palabras, después frases, después discursos, de igual manera, a partir de algunas partículas de «base», se constituyen, *vía* interacción/encuentros, posibilidades combinatorias y constructivas que darán 92 tipos de átomos (los elementos del cuadro de Mendeleev) a partir de los cuales por combinación/construcción, puede constituirse un número cuasi-ilimitado de moléculas, y entre ellas las macromoléculas que, combinándose, permitirán el juego cuasi-ilimitado de las posibilidades de vida. El juego es, pues, cada vez más variado, cada vez más aleatorio, cada vez más rico, cada vez más complejo, cada vez más organizador. Un principio de variedad, ya presente en la disposición electrónica alrededor del núcleo del átomo (principio de exclusión de Pauli), se despliega cada vez más a nivel de los elementos químicos, de las moléculas y por supuesto de los vivos. A escala astral existe la diversidad de las estrellas, y todavía más: hemos descubierto que no sólo había soles de hidrógeno/helio, sino estrellas de neutrones, masas y agrupamientos increíbles, quizá antimateria. también aquí produce diversidad el juego.

Así prosigue el juego del mundo. Como veremos, permite desarrollos locales, insulares, de orden y de organización, inseparables de los desarrollos de la diversidad.

El bucle tetralógico

Podemos, pues, extraer de la cosmogénesis el bucle tetralógico:

El bucle tetralógico significa que las interacciones son inconcebibles sin desorden, es decir, sin las desigualdades, turbulencias, agitaciones, etc., que provocan los encuentros.

Significa que orden y organización son inconcebibles sin interacciones. Ningún cuerpo, ningún objeto, pueden ser concebidos aparte de las interacciones que les han constituido y de las interacciones en las que participan necesariamente. Desde que se vuelve solitaria, la partícula se enreda como objeto, parece interactuar consigo misma[1], y de todas formas no puede definirse más que en interacción con su observador.

Significa que los conceptos de orden y de organización no se expanden más que el uno en función del otro. El orden no se expande más que cuando la organización crea su propio determinismo y lo hace reinar en su entorno (y el orden gravitacional de los grandes astros puede aparecer a partir de ahí a los ojos atónitos de la humanidad newtoniana como el orden soberano del universo). La organización necesita principios de orden que intervengan a través de las interacciones que la constituyen.

El bucle tetralógico significa también, y esto lo veremos cada vez mejor, que cuanto más se desarrollan la organización y el orden, más complejos se vuelven, más toleran, utilizan, incluso necesitan del desorden. Dicho de otro modo, los términos de orden/organización/desorden y, por supuesto, de interacciones, se desarrollan mutuamente entre sí.

El bucle tetralógico significa, pues, que no se podría aislar o hipostasiar ninguno de estos términos. Cada uno adquiere su sentido en su relación con los otros. *Es preciso concebirlos en conjunto, es decir, como términos a la vez complementarios, concurrentes y antagónicos.*

Finalmente, esta relación tetralógica, que he creído poder extraer de la cosmogénesis, debe ser colocada en el corazón problemático de la *physis*. La *physis* emerge, se despliega, se constituye, se organiza a través de los juegos de la cosmogénesis que son estos juegos tetralógicos mismos[2]. De golpe se atisba que esa *physis* es bastante más amplia y rica de lo que lo era la antigua materia: *en adelante dispone de un principio inmanente de transformaciones y de organización:* el bucle tetralógico que hemos visto en acción.

---

[1] La noción del *self-field* y de renormalización de los físicos.

[2] Nota manuscrita de Victorri: «... en el fondo importa poco amarrar la Historia a la bola de fuego hipotética o partir de galaxias ya constituidas; lo que importa es mostrar el carácter de *réplica* del tetrálogo: los primeros constreñimientos asociados a los primeros desórdenes crean las primeras organizaciones por las primeras interacciones, lo que crea a su vez nuevos desórdenes y nuevos constreñimientos que a su vez, etc. Para funcionar, este proceso de réplica del tetrálogo reclama, como el proceso de réplica de los seres vivos, la muerte así como la vida...».

3. El nuevo mundo: Caos, Cosmos, Physis

La vuelta del caos

El mito griego había disociado cronológicamente el caos originario especie de preuniverso monstruoso donde Urano el furioso copula con su madre Gea y destruye a sus hijos del cosmos universo organizado donde reina la regla y el orden. Olvidando a Heráclito, el pensamiento griego clásico oponía lógicamente *Hybris,* la desmesura furiosa, a *Dike*, la ley y el equilibrio.

Nosotros somos herederos de este pensamiento disociante. Más aún, hemos enviado a *Hybris* y *Caos* a las mazmorras. La ciencia clásica no tenía nada que hacer con un caos originario en un universo eterna y substancialmente ordenado. Incluso había disuelto, a comienzos del siglo XX, la idea de cosmos, es decir, de un universo constitutivo de una totalidad singular, en provecho de una materia/energía física, indestructible e increada que se extiende al infinito. Como ya he dicho, en esta física la idea griega de una *physis* rica en un principio inmanente de organización había desaparecido, el concepto de organización se hallaba ausente.

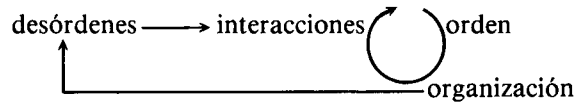
Ahora bien, la astronomía posthubbleana regeneró explícitamente la idea de cosmos mostrando que el Universo era singular y original. Y quiero mostrar aquí que implícitamente rehabilitó la idea del caos.

¿Qué es la idea del caos? Se ha olvidado que era una idea genésica. En ella no se ve más que destrucción o desorganización. Ahora bien, la idea de caos es en principio una idea energética; en sus flancos lleva ebullición, resplandor, turbulencia. El caos es una idea de antes de la distinción, la separación y la oposición, una idea, pues, de indistinción, de confusión entre potencia destructora y potencia creadora, entre orden y desorden, entre desintegración y organización, entre *Hybris* y *Dike.*

Y lo que se nos aparece ahora es que la cosmogénesis se opera en y por el caos. *Caos es exactamente aquello que es inseparable en el fenómeno de doble faz por el que el Universo a la vez se desintegra y se organiza, se dispersa y se polinuclea...*

Lo que es caos, es la desintegración organizadora. Es la unidad antagonista de la explosión, la dispersión, el desmigajamiento del cosmos y de sus nucleaciones, sus organizaciones, y sus ordenamientos. La génesis de las partículas, de los átomos de los astros se opera en y por las agitaciones, turbulencias, remolinos, dislocaciones, colisiones, explosiones. Los procesos de orden y de organización no se han abierto un camino como ratón a través de los agujeros de un

gruyère cósmico, se han constituido en y por el caos, es decir, el remolino del bucle tetralógico:



En uno de sus más densos aforismos Heráclito ha identificado el «camino de lo bajo» (traduzcamos: la desintegración dispersiva) y el «camino de lo alto» (traduzcamos: la evolución progresiva hacia la organización y la complejidad).

El cosmos se ha constituido en un Fuego genésico; todo lo que está formado es metamorfosis del fuego. Es en la Nube ardiente en donde han aparecido las partículas, donde se han soldado los núcleos. Es en el furor del fuego donde se han alumbrado las estrellas y donde se forjan los átomos. La idea e imagen del fuego heraclitano eructante, gruñente, destructor, creador es con mucho la del caos original de donde surge el logos.

Lo que nos maravilla es justamente esta transformación genésica de caos en logos: es que el fuego originario, en su delirio explosivo, pueda construir sin ingeniero ni planos, a través de su desintegración y sus metamorfosis, esos billones de máquinas de fuego que son los soles. Es que los flujos termodinámicos desordenados e irreversibles aboquen en regulaciones cuasi-cibernéticas. Es que las turbulencias aleatorias, que dislocan la nube primitiva, formándose y transformándose en estrellas, se conviertan en los centros soberanos de un determinismo cósmico que, uniendo planetas a soles, ha tomado la apariencia de un orden universal e inalterable.

Es, en una palabra, que la ebullición esté en la fuente misma de toda organización *(órgano:* hervir de ardor).

El caos es muy originario, quiero decir, que todo lo que es originario participa de esta indistinción, de este antagonismo, de esta contradicción, de esta concordia/discordia en donde no se puede disociar «lo que está en armonía y lo que está en desacuerdo». De este caos surge el orden y la organización, pero siempre con la copresencia complementaria/antagonista del desorden.

Pero no basta con reconocer el caos originario. Es preciso romper una frontera mental, epistémica. Estamos dispuestos a admitir que efectivamente el universo se ha formado en el caos, pues encontramos por ahí todos los mitos arcaicos profundos de la humanidad. Pero a condición de que se dé por supuesto que los tiempos del caos han pasado y han sido superados. Hoy día el universo es adulto. En adelante reina el orden. La organización se ha convertido en la realidad física con sus 10^{73} átomos y sus billones de billones de soles.

Ahora bien, es preciso rendirse a la nueva evidencia. La Génesis no ha cesado. Seguimos estando en la nube que se dilata. Seguimos estando en un universo en el que se forman galaxias y soles. Seguimos estando en un universo que se desintegra y se organiza con el mismo movimiento. Seguimos estando en el comienzo de un universo que muere desde su nacimiento.

Es esta presencia permanente y actual del caos lo que se trata de mostrar, y en primer lugar considerando los pilares de lo que es orden y organización: átomos y soles.

Soles y átomos

Consideremos los dos focos, pilares, fundamentos del orden y de la organización en el universo, el átomo que reina sobre el microcosmos, el Sol que reina sobre el macrocosmos. Uno y otro despliegan su orden a distancias muy largas, el átomo, en su esfera de atracción electrónica, el sol en su esfera de atracción planetaria. Son estos los dos núcleos duros de lo que llamamos lo real. Por lo demás, se hallan genésicamente asociados: las estrellas se han constituido a partir de átomos ligeros y los demás átomos se han constituido en las estrellas...

El átomo es el ladrillo con el que se construye el universo organizado, sus uniones constituyen los líquidos, los sólidos, los cristales; los edificios de átomos diversos son las moléculas, a partir de lo que se construyen las macromoléculas, y luego, en nuestra tierra, las células vivas, los organismos, las sociedades, los humanos.

Sin embargo, en el nivel de las partículas constitutivas del átomo todo es indistinción y confusión; la partícula no tiene identidad lógica; oscila entre elemento y evento, orden y desorden. Si consideramos el universo a escala microfísica, éste ya no es más que un «hervidero de electrones, de protones, de fotones, todos seres con propiedades mal definidas en perpetua interacción» (Thom, 1974, página 205).

Este fabuloso «hervidero» subatómico omnipresente nos indica que el caos está permanentemente subyacente como infraestructura de nuestra *physis*. El átomo es la transformación de este caos en organización. Efectivamente, un formalismo matemático coherente da cuenta de esta organización. Pero solamente de esta organización y no de los elementos que la constituyen; éstos continúan parpadeando sobre un fondo de inestabilidad, de indeterminación, de desorden. La organización del sistema es descriptible como conjunto de interacciones, pero en la que cada interacción aisladamente es indescriptible. Por lo demás, parece claro que el átomo no sea solamente caos transformado de una vez por todas en organización y orden, sino que está en génesis permanente, como si se autoproduzera y se auto-organizara sin discontinuidad en el juego incesante de las interacciones internas[1].

Así el átomo no anula, lleva en sí y transforma, en su actividad interna permanente, el caos infrafísico. En esta transformación surgen el orden, la organización, la evolución, sin que por ello se pueda eliminar el desorden.

Los soles ilustran de manera evidente la inseparabilidad de las ideas de caos y de cosmos... Hemos visto la impresionante génesis que transforma torbellinos de partículas en estrellas, cómo una masa informe se convierte en una relojería de soles y planetas, cómo el fuego se transforma en máquinas de fuego, y esto no sólo una vez, sino billones de billones de veces.

Los soles son formidables máquinas[2] de relojería, motrices, fabricadoras a la vez. Producen átomos pesados, es decir, organización compleja e irradiación, es decir, el maná del que se nutre la vida. Brevemente, todo lo que en el cosmos es orden y organización, todo lo que produce siempre más orden y organización, tiene como fuente un sol.

Ahora bien, y esto es preciso subrayarlo incansablemente: esta máquina de fuego *está ardiendo*. El sol está en llamas. Nuestro sol no alumbra como una lámpara. Escupe el fuego, hace chisporrotear al fuego en una autoconsumición insensata, un gasto loco que no había previsto ningún tratado de economía cósmica. Su núcleo es un puro caos. Es una gigantesca bomba de hidrógeno permanente, es un reactor nuclear furioso. Creado en la catástrofe, alumbrándose en la temperatura misma de su destrucción, vive en la catástrofe, puesto que su regulación está hecha del antagonismo de una retroacción explosiva y de una retroacción implosiva. Tarde o temprano va hacia una u otra destrucción, la hiperconcentración o último haz de fuego de la nova o supernova. Así, los billones de billones de soles son a la vez el orden supremo, la organización física admirable y el caos volcánico de nuestro cosmos.

---

[1] Observemos, en fin, que los físicos (d'Espagnat, 1972) han considerado la partícula como un aspecto peduncular, peninsular (o más bien insular en el sentido en que la isla comunica submarinamente con el zócalo continental) de una realidad *inseparable*. En esta hipótesis, el universo sigue siendo una entidad única en la que todas las partes comunican inmediatamente las unas con las otras, es decir, que «los efectos se propagan en él a velocidad infinita y sin ser disminuidos por la distancia» (d'Espagnat, 1972, pág. 118). Esta hipótesis nos dará un nuevo aspecto de la relación caos/*physis*/cosmos: tendríamos por un lado una unidad tronco física infraespacial e infratemporal, y por otro lado un cosmos cuyos elementos todos han estallado en partículas dispersándose en el espacio y en el tiempo, y estos dos universos contradictorios serían el *mismo*.

[2] Para la definición y discusión de esta noción de máquina, cfr. la parte segunda de este tomo.

Caos, Physis, *cosmos*

El orden de la física clásica ya no es la textura del universo. Se ha reducido, ha soportado las infiltraciones y las corrupciones del desorden, ha sido emparedada entre dos caos. Más aún: hijo él mismo del caos genésico, se halla a caballo entre el caos microfísico y el caos macro-físico. Estos dos caos, presentes uno en todo átomo, otro en el corazón de todo sol, están en cierta manera presentes en todo ser físico; la textura de nuestro pequeño mundo terrestre, biológico y humano, no está en un aislador; está hecha de átomos, ha nacido en nuestro sol, y se nutre de su irradiación.

La antigua materia física se deseca y se desagrega, pues, mientras que surge la nueva *physis,* hija del caos. Esta nueva *physis* emerge de las agitaciones genésicas, del hervidero subatómico, de los hirvientes ardores solares. Es un hormigueo de interacciones. El caos ya no es un principio genésico solamente, es un principio genérico permanente que se expresa, en la *physis* y el cosmos, por la mediación de la tetralogía desorden/interacciones (encuentros)/orden/desorden. Esta tetralogía constituye el principio inmanente de las transformaciones, y por ello de las organizaciones y de las desorganizaciones, que faltaba a la física.

Así, *physis,* cosmos, caos ya no pueden estar disociados. Están siempre copresentes los unos en relación con los otros...

Apenas hemos empezado, pero nunca habremos acabado de interrogar la naturaleza del caos, concepto que menos que cualquier otro, debe ser concebido como concepto claro y sustancial, puesto que lleva en sí la indistinción, la confusión, la contradicción. El caos está fuera de nuestra inteligibilidad lógica, obliga a nuestras nociones antagonistas a inclinarse una hacia la otra y a anudarse la una en la otra. Es en el sentido en que Heráclito ha podido asimilarlo a Polemos —el Conflicto— «padre de todas las cosas», del que se hace eco René Thom: «Nuestros modelos atribuyen toda morfogénesis a un conflicto, a una lucha entre dos o varios atractores» (Thom, 1972, pág. 324).

El conflicto no es más que una apariencia entre otras; ninguna unidad de los contrarios, ninguna dialéctica podrá agotar el misterio del caos, es decir, a la vez, el misterio de la relación genésica/genérica de *Caos* con *Logos* (el desarrollo discursivo del orden y de la organización), de *Hybris* (la demencia) con *Dike* (la medida), de *Elohim* (la génesis) con *JHVH (la ley). El caos nos remite a lo que es a la vez subdimensión y sobredimensión de nuestro universo, y que, como dice François Meyer «habla el lenguaje del delirio». Nos ofrece un universo grandioso, profundo, admirable contra el que os invito a cambiar sin dudarlo vuestro pequeño orden relojero, construido por Ptolomeo y alrededor del cual Galileo, Copérnico, Newton no habían hecho más que revoluciones, sin haber llevado a él la Revolución.*

El nuevo mundo incierto

Es preciso que cambiemos de mundo. El universo heredado de Kepler, Galileo, Copérnico, Newton, Laplace era un universo frío, helado, de esferas celestes, de movimientos perpetuos, de orden impecable, de medida, de equilibrio. Es preciso que lo cambiemos por un universo caliente, con una nube ardiente, con bolas de fuego, con movimientos irreversibles, de orden mezclado con el desorden, de gasto, despilfarro, desequilibrio. El universo heredado de la Ciencia clásica estaba centrado. El nuevo universo es acéntrico, policéntrico. Es más *uno* que nunca en el sentido en que es un cosmos muy singular y original, pero al mismo tiempo ha estallado y se ha desmigajado. Lo que constituía el esqueleto y la arquitectura del universo se convierte en archipiélagos que derivan en una dispersión sin estructura. El antiguo universo era un reloj perfectamente reglado. El nuevo universo es una nube incierta. El antiguo universo controlaba y destilaba el tiempo. El universo es llevado por el tiempo; las galaxias son productos, momentos en un devenir contradictorio. Se forman, titubean, se rehuyen, colisionan, se dispersan. El antiguo universo estaba reificado. Todo lo que había participaba de una esencia o de una sustancia eterna; todo —orden, materia— era increado e inalterable. El nuevo universo es desreificado. Esto no quiere decir únicamente que en él todo sea devenir o transformación. Es decir, que está al mismo tiempo, en todo momento, de parto, en génesis, en descomposición. El antiguo universo se instalaba en los conceptos claros y distintos del Determinismo, la Ley, el Ser. El nuevo universo arrolla los conceptos, los desborda, les hace estallar, obliga a los términos más contradictorios a acoplarse, sin perder no obstante sus contradicciones, en una unidad mística.

¿Era racional el antiguo universo y el nuevo irracional? Abordaré el tema de la racionalidad en el tomo III. El nuevo universo no es racional, pero el antiguo lo era menos todavía: mecanicista, determinista, sin eventos, sin innovación, era imposible. Era «inteligible» pero todo lo que en él ocurría era totalmente ininteligible... ¿Cómo no se comprendió que el orden puro es la peor locura que existe, la de la abstracción, y la peor de todas las muertes, la que nunca conoció la vida?

Los dos universos divergentes

¿Tenemos ahora verdaderamente *un* universo? A decir verdad, tenemos una oscilación entre dos universos que están uno en las antípodas del otro aunque tienen el mismo tronco, uno polarizado principalmente en el desorden, el otro polarizado principalmente en el orden y la organización.

El primer universo concebible es esencialmente en principio una nube en dispersión.

Lo organizado ha nacido por azar, en el número inaudito de las interacciones entre un número inaudito de partículas, en función de los constreñimientos surgidos ellos mismos del azar de los eventos primeros de un universo nacido por accidente.

Si, como se supone, hay 10^{73} átomos en el universo, esta cifra es miserable con respecto al polvo de las partículas dispersado o aglomerado. Si hay billones de billones de soles, es preciso ver también su soledad infinita, es preciso pensar en todos aquellos que han explotado antes de nacer, es preciso pensar que todos debieron explotar o implosionar, que constituyen un momento de praxismo demente, un empuje de fiebre desencadenada por una extraña enfermedad, la gravitación. La gravitación-Sísifo tiene la manía obstinada de reunir y condensar lo disperso, pero tarde o temprano lo condensado, al hacerse demasiado ardiente, explota, y todo recomienza pero cada vez con más dispersión. Los soles son seres aleatorios, balsas de la Medusa, escapadas provisionalmente del ineluctable naufragio...

La casi totalidad del universo, cuyo volumen aumenta sin cesar, no existe, si se puede decir, más que en estado de inorganización y de dispersión. No hay que olvidar nunca que todos los fenómenos organizacionales, de los que depende el orden en el mundo —átomos, moléculas, astros—, son minoritarios, marginales, locales, temporales, improbables, desviantes. Son pequeños grumos, paréntesis, archipiélagos en el inmenso océano probabilitario del desorden. Ciertamente se ve que a partir de un pequeño número de estos islotes se dibuja una evolución hacia una mayor complejidad organizacional (constitución de macromoléculas, de aminoácidos), pero cuán minoritaria es esta minoría de minorías. Se sabe incluso que en un pequeño planeta de un pequeño sol periférico ha aparecido una forma organizada de una complejidad inaudita. Pero ha nacido de un azar casi milagroso: en efecto, nada sugiere la existencia de otra vida en el cosmos, todo sugiere que su nacimiento fue un evento único (puesto que todos los vivientes son de la misma constitución molecular y se organizan exactamente según el mismo código genético). La vida se ha propagado porque el azar la ha dotado del

poder de multiplicación de los cristales. La vida ha progresado gracias al azar de las mutaciones genéticas. De todas formas, la vida es minoritaria en la *physis* terrestre; las formas más complejas de vida son minoritarias en relación con las formas menos complejas; y mientras la diáspora cósmica continúe, el desorden general aumenta. Todo ocurre como es normal en las fluctuaciones: cuanto más fuerte es la desviación, más minoritaria y provisional resulta. El devenir probabilitario hacia el desorden puede ir acompañado de desviaciones improbables. Pues la gran diáspora puede tolerar estas desviaciones en su bonachonería estadística, como si fueran pequeñas recreaciones. La organización es físicamente improbable porque es cósmicamente improbable. Tarde o temprano todo se disipará. El último astro se apagará, incluso antes de que haya habido un agotamiento de la irradiación solar, la vida, nacida del limo del planeta Tierra, se volverá *polvo*, en el polvo infinito que habrá perdido la forma y el nombre de universo.

No es menos plausible una concepción contraria del universo. También parte de los mismos datos catastróficos. Pero es justamente para remarcar que la organización, que en su origen se hallaba en el estado cero, no ha cesado de desarrollarse. Ciertamente, orden y organización son inseparables del desorden, pero ¿no es esto decir que el desorden se ha puesto al servicio del orden y de la organización? La cosmogénesis produce el orden y la organización como fenómenos, no desviantes, sino centrales del universo; el desorden dispersivo se convierte en un halo anómico, cada vez más extraño a la praxis transformadora y formadora. En esta perspectiva en la que el orden y la organización se colocan en la parte delantera de la escena, se convierten en los actores del mundo, la nube nos aparece como si fuese la placenta de sus desarrollos. El océano que baña el archipiélago organizador lo nutre. El universo no es un delirio térmico, es un taller de herrería. Lo que se forja se paga, como todo lo que es creador, con un enorme despilfarro, un gasto inaudito, con fracasos. El cosmos organizador/creador es un Bernard Palissy.

La organización es minoritaria, ciertamente. Pero todo soberano es minoritario y solitario. La organización dispone del verdadero poder cósmico: *el principio físico de selección natural.* En efecto, ella se automantiene, resiste a los *alea,* se autodesarrolla. Dispone de la Ley en un mundo sin ley, y esta Ley se desmultiplica en muchas leyes, de las que la ley gravitacional tiene un alcance tan grande que hace justamente de ella, como Newton lo había atisbado muy bien, la soberana del Universo. La dispersión está *outlaw.*

Ciertamente, en el estado actual de los conocimientos concernientes al devenir, la previsión estadística se inclina a favor del triunfo final de la dispersión. Pero el estado actual de los conocimientos y el estado actual del devenir son inciertos, tanto el uno, como el otro. La estadística no tiene un sentido definitivo para un universo singular

desde el origen y en el que todo se desarrolla singularmente. Una previsión estadística antes del nacimiento del universo, hubiera considerado a éste como casi imposible. Sin embargo él es, y su existencia ha aniquilado a otros posibles, intelectualmente menos improbables. Actualmente el orden y la organización tienen una esperanza de vida mucho más favorable que la que el cosmos tenía antes de su nacimiento: una improbabilidad general se ha transformado en miriadas de probabilidades locales; es cierto que el orden y la organización siguen siendo estadísticamente minoritarios, pero lo que la estadística nos dice, es que son nucleares. Y un pasado sin duda de más de diez billones de años, está ahí para atestiguarlo: *todo lo que se ha constituido como organizador y creador se ha hecho fuera de toda probabilidad estadística*. La probabilidad estadística pierde pie ante todo lo que es innovación, invención, evolución. Y esta es la razón de que la probabilidad estadística por lo que respecta al futuro no pueda ser más que errónea, puesto que este futuro debe ser evolutivo; no puede ser más que evolutivo puesto que la organización apenas comienza sus desarrollos[1].

Así tenemos dos concepciones que disponen de los mismos datos, de los mismos principios de explicación, pero difieren en la disposición de lo que es satélite y lo que es central. Para una, la organización y el orden son desviación y fluctuaciones provisionales en la gran diáspora, para la otra, el desorden es la ecología nutritiva de un orden y de una organización que se desarrolla. Para zanjar la cuestión, suponiendo que desde luego la hipótesis cosmogenética común a estas dos interpretaciones sea válida, haría falta un puesto de observación que pudiese controlar el devenir del mundo. Ya que es la continuación de esta historia cósmica lo que nos demostrará si la organización y el orden eran un episodio, incluso un sobresalto en el gran desorden, o si por el contrario, el orden y la organización, aventureros del cosmos, debían ser los conquistadores de éste.

Pero la incertidumbre no puede ser disipada, porque nadie, ni siquiera el demonio de Laplace, podría disponer de un punto de vista objetivo desde donde discernir el futuro del universo, y a partir de ahí a diagnosticar su pasado. ¿Estamos, pues, reducidos a apostar, según nuestra inclinación metafísica o hepática, por una de las dos versiones del universo? Pero entonces nos desviaríamos de la única gran adquisición intelectual que pudimos efectuar. En efecto, *la regresión de la certidumbre equívoca debe permitirnos unir los dos puntos de vista antagonistas sobre la naturaleza del universo en una especie de visión binocular enriquecida.*

[1] La idea de muerte cósmica desencadena el rechazo de la muerte que, inventivo, la supera de diversas maneras. Lupasco supone que hay que acoplar nuestro universo de entropía creciente a un anti-universo de entropía decreciente (Lupasco, 1962); Charon (Charon, 1974) supone un principio de conservación de la entropía; se podría suponer también que una evolución metabiótica podría dar nacimiento a los arcángeles de Maxwell, que abatirían al demonio de la entropía con su arte de triar las moléculas.

Nuestra incertidumbre nos permite desde ahora considerar juntas las dos caras divergentes del mismo Jano. La simplicidad nos conmina a elegir uno de los dos sistemas de referencia: orden/organización o desorden. ¿Pero, acaso no nos demuestra la complejidad que sobre todo no hay que escoger? ¿No debemos, no podemos concebir la organización y el orden *a la vez* como desviación y como norma del universo, *a la vez como improbabilidad y probabilidad, es decir, desviación que se transforma en norma aunque sigue siendo desviación, improbabilidad que se transforma en probabilidad local, aunque sigue siendo improbabilidad?* Hemos visto que cismogénesis —es decir, desviación— y morfogénesis —es decir, constitución de un núcleo organizacional— estaban unidas. Hay que ver, pues, el fenómeno bajo sus dos ángulos, a la vez desviación con relación a un proceso preponderante, pero también constitución de un nuevo proceso que tiende a convertirse en preponderante. Toda morfogénesis debe ser vista, pues, como fenómeno de nucleación y de desviación. Esto quiere decir que todo es todavía ambiguo, rico en posibilidades en un sentido tanto como en el otro, incierto. Y esta incertidumbre que es inevitablemente la nuestra, nos pertenece, a nosotros, observadores periféricos, limitados en nuestros sentidos, deformados en nuestro intelecto, ignorantes de lo más importante de lo que ocurre en el espacio y de todo lo que sucederá en el tiempo, y quizá también, por si fuera poco, la del universo mismo, que no sabe todavía lo que le va a suceder...

Un mundo distinto: la adquisición irreversible y la incertidumbre

Estos dos mundos antagonistas posibles parten de un mismo mundo-tronco. Pero ¿es cierto esto? No puede ser cierto, pero hoy es plausible porque el conjunto de las ciencias físicas, y en primer lugar la microfísica y la termodinámica, convergen para apuntalar o desarrollar las hipótesis suscitadas por la observación astronómica. En mi opinión todavía es más profundamente plausible por otra razón: una vez se ha destacado la presencia del desorden en la *physis* y se ha impuesto la idea de evolución física, uno se ve conducido a concebir un principio complejo de universo.

Pero, aunque sabemos bien qué mundo es el destruido, todavía no tenemos más que una imagen muy vacilante del nuevo mundo. Estamos en el comienzo de ese nuevo mundo. Este da sus primeros pasos en lo desconocido. No sólo lleva en sí la aporía del comienzo, sino el misterio del mundo anterior, donde se halla escondido un constituyente matricial de nuestro mundo, cuyo conocimiento se nos escapa. Nos plantea la eventualidad de una pluralidad de mundos com-

plementarios/antagonistas, entre los cuales hay un anti-universo con predominio de anti-materia como, siguiendo una hipótesis de Dirac, lo sugiere Lupasco (Lupasco, 1962). Nos queda todavía mucho que pensar acerca del Azar, que se inscribe quizá en una complejidad indecidible (Chaitin, 1965), acerca del Tiempo, cuya irreversibilidad sufre quizás excepciones o inversiones marginales en nuestro mismo universo, acerca del Espacio, que los griegos limpiaron con el vacío, y que puede tomar ser como una nueva topología (Thom, 1972).

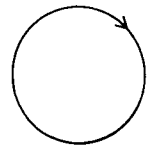
Así, no solamente yo no excluyo nada, sino que presiento que la visión del mundo deberá transformarse y relativizarse todavía. *Como siempre, el cambio teórico vendrá de la dialéctica entre descubrimientos asombrosos y una nueva forma de concebir las evidencias.* Nuestro mundo, como el antiguo, será vuelto a poner en cuestión. Pero, como le ocurrió al antiguo *solamente en el sentido de la complejidad.* Eventualmente podrá, pues, provincializarse y convertirse, quien sabe, en un pequeño avatar de una metamorfosis en cadena o/y en un pequeño fragmento dentro de un polípero de universo.

No es posible que se regrese a la física simple, al cosmos simple, al orden simple. La adquisición de la irreversibilidad es irreversible. La adquisición de la complejidad no se puede simplificar. Ha muerto, pues, un universo. Es el universo que, desde Ptolomeo, y a través de Copérnico, Newton, Einstein, ha continuado gravitando alrededor del orden. El universo que nace ante nuestros ojos deja de girar alrededor del orden. Ciertamente conservará a título provincial el conocimiento adquirido bajo la égida del paradigma de orden, al igual que nosotros conservamos aún el conocimiento adquirido en el seno de la visión newtoniana, copernicana, e incluso ptolomeica. Pero no puede fundarse ni enriquecerse más que en la elucidación de la complejidad.

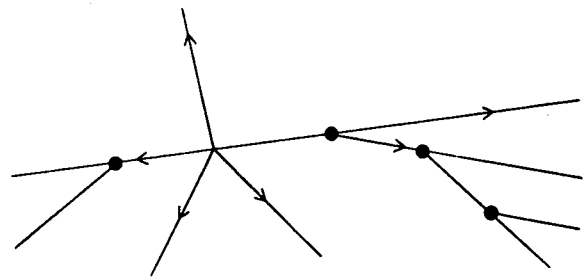
La verdadera adquisición del nuevo universo es ésta: no es un universo hubbleano, es el universo que hace posible la ruptura hubbleana. No es una visión de astrónomo amateur, es una concepción de principio. La verdadera adquisición aquí es la necesidad del principio de complejidad. Esto significa que no hay permutación de un término simple, el orden, por otro término simple, el desorden. Esto significa que hay búsqueda de inteligibilidad, no en la alternativa y la exclusión, sino en la interreacción, la interdependencia de las ideas de orden, desorden, organización en un «bucle tetralógico»; no en la disyunción entre las nociones de caos, cosmos, *physis,* sino en su confrontación. Es este el sentido en que se esboza el primer universo complejo...

También he intentado definir el primer mundo abierto. El nuevo cosmos le aportó al observador una incertidumbre insuperable. Devenido acéntrico no dispone de ningún punto privilegiado de observación. Convertido en doble proceso de organización y de desintegración, no proporciona ningún eje cierto donde inscribir su devenir,

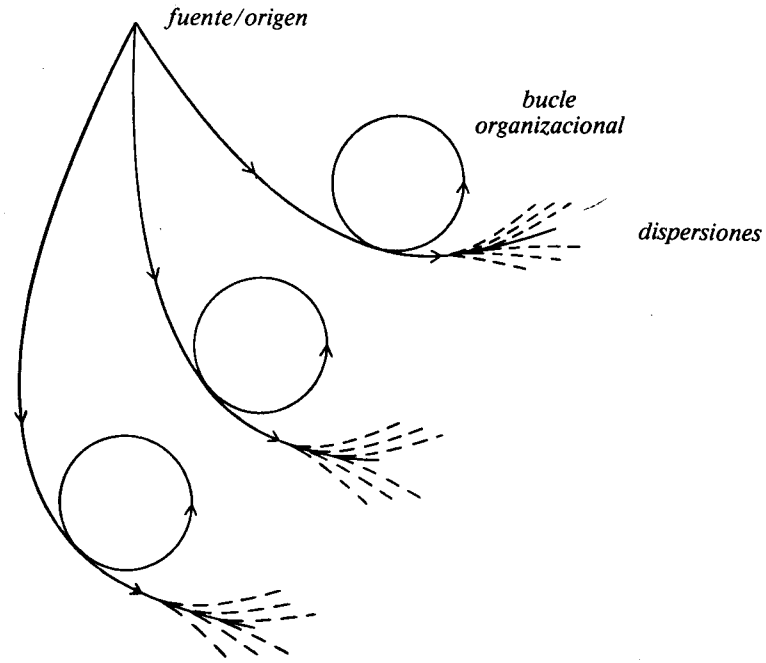
universo estacionario
movimiento perpetuo
círculo vicioso



universo diaspórico con
pequeños grumos temporales
de organización



universo incierto



de ahí el inevitable surgimiento, a partir del tronco cosmogenético común, de dos ejes de universo. En fin, esta nueva visión del mundo, hace surgir en su corazón mismo el misterio[1]. Se abre ante lo desconocido, lo insondable, en lugar de refrenarlo, de exorcisarlo. Por primera vez una visión del mundo no se cierra sobre sí misma en una autosuficiencia explicativa. Este cambio de mundo, nos llevará mucho más lejos que el cambio de una «imagen» del mundo. Deberá suponer un cambio en el mundo de nuestros conceptos, y cuestionar los conceptos *maestros* con los cuales pensamos y aprisionamos el mundo. Esto será aquí objeto de tres volúmenes...

4. La articulación del segundo principio de la termodinámica y de las ideas de entropía en el principio de la complejidad física

El segundo principio de la termodinámica concierne, desde Boltzmann, no solamente a la energía, sino al orden y, sobre todo, a la organización. Ahora bien, su lugar no podía ser más que incierto y controvertido en una física en la que no se podía establecer ninguna comunicación entre la idea de orden y la idea de desorden (sino la superposición del orden estadístico de las poblaciones sobre el desorden de los individuos), en la que sobre todo no se le había hecho ningún lugar a la noción de organización. El segundo principio no podía, pues, ser articulado ni sobre un concepto de orden —siempre repulsivo— ni sobre un concepto de organización —siempre ausente. No podía oscilar más que entre la insignificancia de una versión mínima y la enormidad de una versión máxima.

En su mínimo, la entropía no es más que una medida áptera desprovista de todo poder de inferencia sobre la *physis* y el cosmos en su conjunto. En su máximo, el segundo principio se despliega como la gran ley del Universo, que se aplica no sólo a los objetos físicos concebidos aisladamente, sino al devenir universal, hasta su final incluido. Pero de pronto se es incapaz de comprender por qué todo no es ya desorden y polvo cósmico, es decir, por qué el orden y la organización se han constituido y desarrollado. Yo me propongo mostrar que tal alternativa puede y debe ser rebasada, a condición de enriquecer nuestra concepción de la *physis* y de renovar nuestra concepción del cosmos. A partir de ahora se puede y se debe concebir el segundo principio como la expresión parcial y amputada de un principio cosmológico complejo, y como la expresión necesaria e insuficiente de un principio físico fundamental que asocia y dialectiza orden/desorden y organización.

[1] ¿Encontraremos la astucia para sondear el pre-origen? ¿Existen uno o muchos anti-universos? ¿Hay una retroacción del todo en tanto que todo sobre las partes desmigajadas de la diáspora? ¿Hay una unión inmediata en lo Uno fuera del espacio y el tiempo? ¿Hay interacciones y comunicaciones desconocidas? ¿Es la energía la primera realidad material o el último concepto sustancial?

El primer principio cosmológico y el segundo principio termodinámico

En primer lugar planteemos el problema en su majestad cómica. Ahora podemos eliminar, no tanto la idea de que el universo sea un sistema «cerrado» (pues se podrá sostener que dispone de una energía finita, y en este sentido sería «cerrado»), *cuanto la idea de sistema.* Se ha visto por otra parte que el universo, aunque en ciertos aspectos sea *uno* y sea un *todo,* bajo el ángulo del devenir en donde lo hemos aprehendido no es verdaderamente un sistema: es un aprendiz de sistema que se desmenuza y se divide en partes en el movimiento mismo en el que se forma, es un proceso que, a través de sus avatares, prolifera en polisistemas y archipiélagos sistemas (las galaxias, los sistemas solares), pero que por ello mismo se encuentra desprovisto de toda organización sistemática de conjunto.

De golpe, el marco de referencia del segundo principio no puede convenir al universo, y por ello toda universalización del segundo principio será desnaturalizante. En efecto, los desarrollos correlativos del desorden, del orden, de la organización serían ininteligibles allí. Digamos más: toda generalización del segundo principio oculta la idea genésica clave: el vínculo fundamental entre la diáspora cósmica irreversible y el desarrollo de islas y archipiélagos de orden y de organización.

Sin embargo, la idea de un incremento irreversible de la entropía, formulada por el segundo principio, parece como un eco refractado, en el interior de los «sistemas cerrados», del proceso cósmico irreversible hacia la degradación y la dispersión. A partir de ahora nos podemos preguntar si el segundo principio, circunscrito en un marco físico, y limitado y recortado en un marco epistémico, no es la expresión de las dos caras del principio cosmológico, aquel que lleva en sí desintegración y dispersión.

El segundo principio de una organización sin principio: la integración en una physis *generalizada*

Volvamos ahora a la residencia originaria del segundo principio, que es el sistema físico, donde se definía como principio estadístico de degradación (de la energía), de desorden (de los elementos constitutivos), y por ello de desorganización. El incremento de entropía de un sistema significa que el desorden, por consiguiente la desorganización, no pueden más que crecer en él.

Desde que se concibe la entropía, no solamente como degradación o desorden, sino como desorganización, se introduce en ella la referencia a la organización. De golpe, la noción de entropía, aunque sigue siendo ciudadana, desborda el dominio de la termodinámica propiamente dicha y concierne a una teoría de la organización. Pero como le faltaba, y le falta todavía, el apoyo de una teoría tal, la idea de entropía se ha quedado como suspendida en el aire. O más bien la entropía está a caballo entre medida termodinámica concreta y concepto de organización fantasma.

Ahora bien, hay que darle vida organizacionista a la entropía. Entonces puede que incluso, como lo sugiere François Meyer, se nos demuestre que «la expresión termodinámica de la idea de entropía no es más que un caso menos comprehensivo y menos general» (Meyer, 1954, pág. 231.)

Concebido en términos organizacionales, el concepto de entropía designa una tendencia irreversible a la desorganización, propia de todos los sistemas y seres organizados. Representa una tendencia universal, es decir, no limitada a los «sistemas cerrados» demasiado abstractos, sino que concierne también a los «sistemas abiertos», incluidos los seres vivos. Pero, para concebirlo, hay que complejizar el marco de observación de la entropía y la noción de entropía misma.

Ante todo, hay que considerar un sistema no ya aisladamente, sino en un entorno. A partir de ahora vemos que la formación de un fenómeno organizado, por ejemplo de una estrella, corresponde a una disminución local de entropía —la masa desorganizada transformándose en un todo organizado, pero por el hecho mismo de las transformaciones organizadoras esta disminución entraña un incremento de entropía en el entorno. Por otra parte, la termodinámica de los procesos irreversibles nos muestra que estados organizados, de carácter estacionario (torbellinos de Bénard), no pueden constituirse y mantenerse más que al precio de una fuerte disipación de energía (incremento de entropía en el entorno).

Se puede decir, de forma más general, y esto incluye la organización viva, que toda regresión de entropía (todo desarrollo organizacional), o todo mantenimiento (por trabajo y transformaciones) de entropía estacionaria (es decir, toda actividad organizacional), se paga en y con un incremento de entropía en el entorno que engloba al sistema. Lo que significa en términos límites, que toda regresión local de entropía (o neguentropía) incrementa la entropía *en* el universo. Tenemos, pues, ahí muy exactamente el envés del principio morfogenético en que la dispersión cósmica trabaja, en un sentido, por la organización. Aquí vemos que toda organización trabaja también en otro sentido por la dispersión.

El haz y el envés

Así el segundo principio es mucho más que un útil estadístico y la entropía mucho más que una magnitud mensurable. Pero el segundo principio no es, por tanto, la clave del universo, y la entropía no es la única ley a la que la organización se dedica. El segundo principio y la idea de entropía deben ir asociados siempre, y siempre de forma compleja, a la nueva concepción de la *physis* y del cosmos. Ahora bien, siempre se había aislado el segundo principio y la noción de entropía había sido o bien puesta a trabajar en la caldera de las locomotoras o bien en el calabozo de los sistemas cerrados o bien hipostasiada como ley-maestra del Universo.

Y ya estamos en condiciones de articular el segundo principio:

organización/orden ⟶ desorden.

sobre el principio cosmofísico que hemos formulado de este modo:

desorden ⟶ interacciones (asociativas) ⟶ orden/organización

Estaban separados, tabicados, no eran comunicantes:

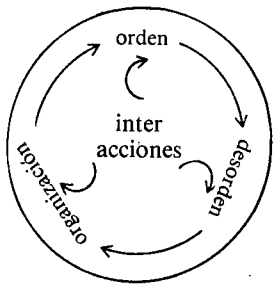
principio cosmo-físico	*segundo principio termodinámico*
desorden ⟶ interacciones ⟶ orden/organización	orden/organización ⟶ desorden

Se trata de destabicar a uno y otro, el uno por el otro. A partir de ahora salta un absurdo: *se ve que el segundo principio consideraba el orden y la organización como estados iniciales porque ignoraba la secuencia precedente:*

desorden ⟶ interacciones ⟶ orden/organización ⟶ desorden

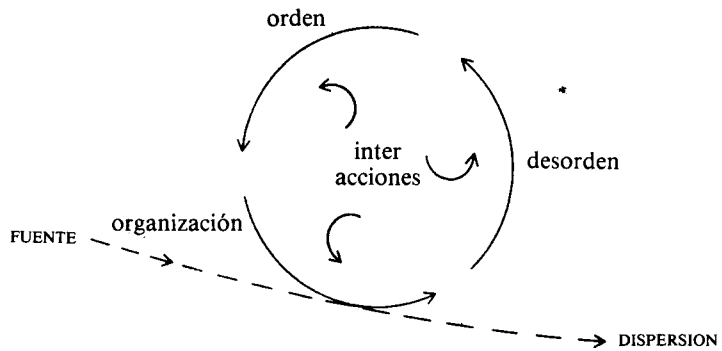
Pero es igualmente absurdo enlazar dos secuencias en una gran secuencia que comenzaría por el puro desorden y acabaría en el puro desorden. Si hay un comienzo (catástrofe), lleva en sí de forma indistinta, con su desorden, el principio de orden y la potencialidad organizadora, y la historia cósmica comienza con la rotación del «bucle tetralógico».

Así, el principio cosmofísico es este bucle mismo y la secuencia del segundo principio se inscribe de hecho en el bucle tetralógico enriqueciéndolo y completándolo:



Este bucle no es un círculo vicioso puesto que a través de él se operan transformaciones irreversibles, génesis y producciones. Este bucle no es un movimiento perpetuo puesto que está nutrido por una fuente energética inicial —la catástrofe— que se desmultiplica tras los avatares que hemos visto, en miríadas de fuentes activas: los soles.

En fin, y ahí está el efecto específico del segundo principio que nos aleja todavía más radicalmente del movimiento perpetuo y del círculo vicioso: hay siempre pérdidas, es decir, una parte de desorden no recuperado que deviene dispersión.



Se trata, pues, de un circuito irreversiblemente espiraloide, surgido de la catástrofe térmica original y que no cesa de tomar forma a través de la relación desorden/orden/organización[1].

[1] Así, las formas, con el tiempo, pierden sus contornos, devienen gastadas, esponjosas, se dislocan, se despliegan, pero nuevas formas nacen, se desarrollan, se despliegan. Los seres vivos vuelven finalmente al polvo, pero la vida continúa su marcha ascendente. Los perfumes se evaporan y no vuelven a unirse (ley de dispersión

Este se encuentra enriquecido y complejizado por la integración del segundo principio. Vemos que, en efecto, en adelante:

a) el desorden produce el orden y la organización (a partir de los constreñimientos iniciales y de las interacciones);

b) el orden y la organización producen desorden (a partir de transformaciones);

c) todo lo que produce orden y organización produce *también* irreversiblemente desorden.

Ahora podemos recapitular las insuficiencias, las virtudes y el mensaje del segundo principio:

Insuficiencias:

Privado de un soporte organizacional, el segundo principio es, o bien confinado a una termodinámica cerrada (pre-prigoginiana), o bien universalizado como principio estadístico abstracto cuya red no pesca más que el océano, pues no conoce más que la probabilidad, e ignora que todo lo que existe y se crea es lo improbable devenido necesario *hic et nunc*.

Virtudes:

— Ha aportado el desorden en el sistema cerrado de la física clásica y fue el iniciador de una desintegración en cadena del orden simplificador.

— Su universalidad no sólo es suelta y abstracta, es también radical, pero en el plano negativo. Como dice Michel Serres: «el segundo principio es universal en lo que prohíbe: el movimiento perpetuo» (Serres, 1973, pág. 596).

— Lleva la marca de la irreversibilidad temporal que ignoraban hasta él las leyes físicas.

— Hace surgir en el vacío el problema de la organización y el desorden.

Y he aquí su mensaje:

— *Hay, y habrá siempre, en el tiempo, una dimensión de degradación y de dispersión.*

— *Ninguna cosa organizada, ningún ser organizado pueden escapar a la degradación, la desorganización, la dispersión. Ningún viviente puede escapar a la muerte.* Los perfumes se evaporan, los vinos se pican, las montañas se aplanan, las flores se marchitan, los vivientes y los soles retornan al polvo...

y de deriva), pero los perfumistas fabrican nuevos perfumes, que (etc.). Los huevos revueltos ya no vuelven a tomar su forma, pero las gallinas ponen nuevos huevos que (etc.). Así prosigue la dispersión al mismo tiempo que la rueda reconstruye, concentra, organiza...

— *Toda creación, toda generación, todo desarrollo, e incluso toda información* (cfr. fin cap. I, parte tercera) *deben ser pagadas en entropía.*

— *Ningún sistema, ningún ser puede regenerarse aisladamente.*

5. El diálogo del orden y el desorden

La pareja imposible

Ahora se puede intentar examinar la relación orden/ desorden. Es un problema clave. Los términos de orden y de desorden controlan, en efecto, las nociones derivadas o consiguientes de determinismo (unión entre un orden simple y una casualidad simple) y de necesidad (donde el carácter de constreñimiento ineluctable está puesto de relieve) por una parte, y por la otra las de indeterminismo (noción puramente privativa), de azar (noción que pone de relieve la imprevisibilidad) y de libertad (posibilidad de decisión y de elección). Como veremos, el problema de la relación orden/desorden es de nivel radical o paradigmático: la definición de una relación tal controla todas las teorías, todos los discursos, toda praxis y por supuesto toda política.

Ahora bien, la relación orden/desorden ha sido repulsiva, no solamente en la física clásica, sino en el pensamiento occidental. La idea de orden y la idea de desorden se oponen, se niegan, se evitan la una a la otra y toda colisión acarrea la desintegración de la una por la otra.

La estadística no ha podido más que superponer un macro-orden (a nivel de las poblaciones) y un micro-desorden (a nivel de los individuos), pero sin establecer jamás la menor conexión lógica entre estas dos escalas:

$$\frac{\text{macro-orden (grandes números, poblaciones)}}{\text{micro-desorden (individuos, partículas, micro-estados)}}$$

El segundo principio de la termodinámica no ha podido formular más que una transición unívoca de carácter probabilístico:

$$\text{orden (organización)} \longrightarrow \text{desorden}$$

mientras que el evolucionismo biológico y el progresismo social definían la orientación inversa y adversa:

$$\text{desorden} \rightarrow \text{orden (organización)}$$

pero sin que jamás se pudiera concebir lógicamente cómo podrían, yo no diría siquiera comunicar, sino solamente coexistir estas dos orientaciones.

Ahora bien, hemos visto aparecer, por todas partes en el curso de nuestro examen, relaciones interesantes, múltiples, con doble sentido, turbias, ambiguas, ricas entre el orden y el desorden. Para intentar concebir la complejidad de estas relaciones es preciso que consideremos la nueva complejidad de cada uno de los dos términos.

El orden del desorden

Michel Serres exclama: «Sí, el desorden precede al orden, y sólo es real el primero; sí, la nube, es decir las grandes cantidades, precede a la determinación y sólo los primeros son reales» (Serres, 1974 b, página 225). Sí, hay una promoción del desorden, un destronamiento del orden, pero yo no invertiría la jerarquía como lo hace Michel Serres, yo desjerarquizaría más. Si hay una cosa primera es el estado indecible, en términos de orden o de desorden, de antes de la catástrofe. Desde la catástrofe desorden y orden nacen casi juntos: desde los primeros momentos del universo, desde la nube, aparecen los primeros constreñimientos. *Lo que es «sólo real» es la conjunción del orden y del desorden.*

En efecto, la cosmogénesis nos muestra que el desorden no es solamente dispersión, espuma, baba y polvo del mundo en gestación, es también carpintero.

El universo no está construido solamente a pesar del desorden, está también construido en y por el desorden, es decir, en y por la catástrofe originaria y las rupturas que han seguido, en y por el despliegue desordenado de calor, en y por las turbulencias, en y por las desigualdades de procesos que han regido toda materialización, toda diversificación, toda interacción, toda organización.

El desorden está en todas partes en acción. Permite (fluctuaciones) y nutre (encuentros) la constitución y desarrollo de los fenómenos organizados. Co-organiza y desorganiza alternativamente y al mismo tiempo. Todo el devenir está marcado por el desorden: rupturas, cismas, desviaciones son las condiciones de las creaciones, nacimientos, morfogénesis. Recordemos que el sol, nacido de catástrofe, morirá de catástrofe. Recordemos que la tierra, al girar sabia y regularmente alrededor del sol, tiene una historia hecha de cataclismos, hundimientos, plegamientos, erupciones, inundaciones, derivas, erosiones...

El desorden no es una entidad en sí, es siempre relativo a los procesos energéticos, interaccionales, transformadores o dispersivos. Sus caracteres se modifican según estos procesos. Ya lo hemos visto, no hay un desorden, hay muchos desórdenes enredados e interferentes: *hay desorden en el desorden. Hay órdenes en el desorden.*

No se pueden clasificar los desórdenes «positivos» generadores, constructores por un lado, y los desórdenes destructores dispersadores por el otro. Si se exceptúa el desorden de polvo, de donde ya no resulta ningún plan, ningún designio, todos los otros desórdenes, incluso el movimiento browniano, son ambivalentes: el desorden de fuego es portador de creatividad, de síntesis, pero también de deflagración, de cenizas y de dispersión. El desorden de las rupturas, dislocaciones, inestabilidades y cismas es también el de las morfogénesis. Ciertamente se puede discernir en numerosos casos, según las condiciones y los procesos, la oposición entre desórdenes generadores y desórdenes degeneradores, pero en la fuente misma de los procesos, a través de los cuales el cosmos a la vez se desintegra y se organiza, el desorden es de forma ambigua generador y degenerador a la vez.

Sigue la estela del desorden una constelación de nociones como azar, evento, accidente. El azar denota la impotencia de un observador para operar predicciones ante las múltiples formas de desorden; el evento denota el carácter no regular, no repetitivo, singular, inesperado de un hecho físico para un observador. El accidente denota la perturbación que provoca el encuentro entre un fenómeno organizado y un evento, o el encuentro evenencial entre dos fenómenos organizados.

Así, hay riqueza y diversidad, polimorfismo, multidimensionalidad del/de los desórden(es). Hay omnipresencia, actividad permanente, mefistofélica de los desórdenes. En adelante el desorden reclama su lugar: en adelante toda teoría debe llevar la marca del desorden, dejarle el mayor espacio al desorden, que sea convertido en principio cósmico total y en principio físico inmanente. Pero, tras de haberlo encerrado en los bajos fondos de lo real, no es posible aislarlo de nuevo para hacer de él el nuevo Principio absoluto del Universo. *El desorden no existe más que en la relación y en la relatividad.*

El desorden del orden

El orden ya no es rey.

Ha muerto un orden: el orden-principio de invariancia supratemporal y supra espacial, es decir, el orden de las leyes de la Naturaleza. Estas leyes supremas eran en realidad «leyes simplificadas inventadas por los sabios» (Brillouin, 1959, pág. 190), abstracciones tomadas para lo concreto (Whitehead, 1926).

Un orden se ha estrechado: el orden universal, que se extiende sin límites en el tiempo y en el espacio, en adelante ha nacido en el tiempo, apresado como un sandwich en el espacio entre el caos microfísico y la diáspora. Ya no es general, sino provincial. Ya no es inalterable, sino degradable. Sin embargo, si bien pierde en absoluto, gana en devenir: es capaz de desarrollarse.

Decaído como evidencia, el orden es promovido como problema. ¿Cómo ha nacido? ¿Cómo se ha desarrollado habiendo partido de cero? ¿Cómo concebirlo a pesar de, con y en el desorden? ¿Cómo ha podido parecernos el único soberano del universo, cuando es tan difícil justificar su existencia ahora?

Para comprender el orden es preciso hacer su genealogía. Su nacimiento es indistinto del del universo: el orden nace con y en las condiciones iniciales singulares del universo, estas *boundary conditions* que delimitan y restringen el campo de los posibles, eliminan los universos disgresivos o transgresivos eventuales, y se constituyen así, en determinaciones negativas o constreñimientos. Dicho de otro modo, ¡el orden lleva la marca irremediable de los eventos iniciales de un universo singular! El orden, que emerge, pues, bajo la forma de determinaciones/constreñimientos iniciales, va a desarrollarse a través de materializaciones, y luego interacciones y organizaciones. Las determinaciones primeras se precisan y se multiplican en necesidades condicionales con la constitución de las partículas materiales: en efecto, entre todas las partículas posibles o creadas, un número restringido, dotado de propiedades singulares, es a la vez viable (capaz de supervivencia en un entorno aleatorio) y operacional (capaz de interacciones productoras de efectos transformadores). Así pues, la materialidad y la diversidad finita de los elementos particulares van a determinar diferentes tipos de interacciones de las cuales se derivarán las grandes leyes del universo. Así, vemos en el origen las leyes: lo singular, el evento, lo condicional, el *alea.*

En efecto, por una paradoja inconcebible en el antiguo orden, no hay leyes generales en el universo, porque éste es singular, es decir, porque su origen y su originalidad constituyen determinaciones. Estas leyes son condicionales, es decir, no solamente dependen de los caracteres singulares del universo, sino de la naturaleza de estas interacciones y de las condiciones en las que éstas se operan. La idea estaba ya en Newton, para quien la naturaleza obedece siempre a las mismas leyes en las mismas condiciones. Pero Newton se centraba en la idea de leyes, mientras que nosotros debemos centrarnos en adelante en la idea de condiciones, las cuales por ser aleatorias, no obedecen a las leyes, sino que justamente las condicionan. Toda ley depende en un sentido del *alea:* el encuentro es aleatorio, el efecto es necesario. La necesidad del efecto, o ley, tiene un pie en el *alea,* o desorden...

El orden, ya lo he dicho, se expande verdaderamente al estado y nivel de la organización. El orden dice Layzer, es «una propiedad de los sistemas hechos de varias partículas» (Layzer, 1975). En efecto, encuentra por así decirlo su suelo después de que las interacciones «fuertes» han soldado en un núcleo estable protones y neutrones; a partir de ahora, podrá consolidarse y extenderse después de que las interacciones electro-magnéticas hayan unido electrones a

núcleos, constituyendo los átomos, y luego los átomos entre sí, constituyendo las moléculas. Al desarrollarse en «orden químico», deviene cada vez más flexible, múltiple, hasta el momento en que nacerá el orden más complejo que conocíamos: el orden biológico.

Pero ya, y desde hace tiempo, el orden ha fundado su reino cósmico en y por las interacciones gravitacionales que encuentran sus focos en las estrellas. Desde entonces, irradia a distancias prodigiosas, deviene maestro de los ballets planetarios, pastor de los soles... ¡cómo asombrarse de que se haya creído que era el soberano del universo!

Entre astros, átomos, planetas, moléculas, etc., se tejen, se multiplican las interacciones, a través de las cuales se desarrollan fenómenos organizados. Los órdenes se diversifican, se complejizan, como se verá.

Y esto para decir, de forma prematura aquí, aunque ya necesaria, que los verdaderos y múltiples desarrollos del orden se efectúan correlativamente a la organización: orden de ensamblaje (estructura); orden de constreñimientos internos y externos; orden de simetría; orden de estabilidad; orden de regularidad; orden de ciclo; orden de repetición; orden de desdoblamiento (cristales); orden de intercambios; orden de regulaciones; orden de homeostasis; orden de control; orden de mando; orden de programa; orden de reparación y de regeneración; orden de reproducción idéntica; *orden de multiplicación que es la multiplicación de dicho orden.*

Así, el orden presenta un semblante interesante, rico, ambiguo, extraño, completamente ausente de la antigua noción simple, clara, evidente, obtusa.

El orden ha cesado de ser *uno*. En el universo hay orden, no hay *un* orden. Einstein había tratado de unificar sin descanso y sin éxito las interacciones gravitacionales y electromagnéticas. Soñaba con una única piedra angular del orden. Pero la unidad del universo debe ser buscada en un lugar distinto del orden. ¿No es necesariamente plural y dislocado, el orden de un cosmos estallado? Hay órdenes, es decir, desorden en el orden.

El orden ha cesado de ser eterno. Es construido, producido, a partir del caos genésico, y no está verdaderamente separado de él, puesto que, como he dicho, nosotros no estamos separados nunca de él.

El orden ha dejado de ser exterior a las cosas: es, en lo sucesivo, contextual inseparable de la materialidad específica de los elementos en interacciones y de estas interacciones mismas; es regido por los fenómenos a los que rige: cada uno de los átomos de nuestro cuerpo depende de un orden gravitacional, el cual depende de las interacciones de cada átomo de nuestro cuerpo con su entorno. El orden ya no es rey, ni es esclavo, es interdependiente.

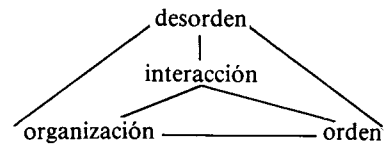
El orden ha dejado de ser absoluto, se ha vuelto relativo y relacional. El orden se ha vuelto provincial, pero su zona de influencia, sobre todo gravitacional, se extiende muy lejos. Sabe, en y por la organización, resistir al desorden, ganar sobre el desorden.

Es capaz de progreso y estos progresos lo transforman. Cuanto más rica es la organización, más rica es en desórdenes, y más comporta el orden desorden, que se convierte en un ingrediente del orden organizacional, el cual se vuelve cada vez más refinado, pero también regional y frágil... El orden viviente es tan refinado y delicado que sería de una fragilidad extrema, si precisamente su refinamiento no le permitiera manipular el desorden en su provecho, y sobre todo, regenerarse y reorganizarse permanentemente.

Así, cuanto más se considera su origen, más se considera su desarrollo en el sentido de la complejidad, y más desvela el orden su misteriosa dependencia y bastardía con respecto al desorden, con y contra el cual, como Jacob con el ángel, está en un cuerpo a cuerpo a la vez de copulación y lucha a muerte. Pero cuanto más se considera su origen y más se considera su desarrollo, más se admira uno de que en él y por él, la improbabilidad inaudita se haya transformado en necesidad y en probabilidades, ciertamente condicionales, provinciales, pero *reales* (lo que nos obligará a complejizar, un poco más allá, la rígida idea de improbabilidad).

Así, el orden, al perder su carácter absoluto, nos obliga a considerar el más profundo misterio que, como todos los grandes misterios, está recubierto por la más obtusa evidencia: *la desaparición de las Leyes de la Naturaleza plantea, en fin, la cuestión de la naturaleza de las leyes.*

Nos vemos remitidos de nuevo al tetrálogo:



La coproducción del orden y del desorden

El orden que se deshace y se transforma, la omnipresencia del desorden, el surgimiento de la organización suscitan exigencias fundamentales: toda teoría debe llevar en adelante la marca del desorden y de la desintegración, toda teoría debe relativizar el desorden, toda teoría debe nuclearizar el concepto de organización.

Se puede ciertamente concebir el desorden y el orden de forma maniquea en un universo sometido a estos dos principios opuestos; como L. L. Whythe dijo, «en los procesos naturales aparecen dos grandes tendencias opuestas, la una hacia el orden local, y la otra hacia la uniformidad del desorden general. La primera se ma-

nifiesta en todos los procesos por los que una zona de orden tiende a diferenciarse de un entorno menos ordenado. Esto es lo que se ve en la cristalización, en la combinación química y en la mayor parte de los procesos orgánicos. La segunda tendencia se manifiesta en el proceso de irradiación y de difusión y lleva a una uniformidad del desorden térmico. Las dos tendencias actúan normalmente en sentido contrario, la primera produciendo zonas de orden diferenciadas y la segunda dispersándolas» (Whythe, 1949).

Ciertamente es preciso oponer, pero también unir estas «dos tendencias». Lo que significa en primer lugar que orden y desorden no son conceptos absolutos, sustanciales. Nacen el uno y el otro juntos y sin duda tienen raíz el uno y el otro, de forma evidentemente inconcebible, en el Ante-Comienzo. Renacen sin cesar de una indistinción genésica aquí llamada caos. Son relativos y relacionales.

Son relativos y relacionales el uno con respecto al otro y esto introduce la complejidad lógica en el corazón de estas nociones: es preciso poner el desorden en la noción de orden; es preciso poner el orden en la noción de desorden. En el límite, la extrema complejidad del desorden contendría al orden, la extrema complejidad del orden contendría al desorden. La relación entre orden y desorden necesita nociones mediadoras; hemos visto aparecer e imponerse tres nociones indispensables para establecer la relación orden/desorden:

— la idea crucial de interacción, verdadero nudo gordiano del azar y de la necesidad, puesto que una interacción aleatoria desencadena, en condiciones dadas, efectos necesarios (como el encuentro en la misma millonésima de millonésima de segundo de tres núcleos de helio que constituyen un núcleo de carbono);

— la idea de transformación, particularmente las transformaciones de elementos dispersivos en un todo organizado, e inversamente de un todo organizado en elementos dispersos;

— la idea clave de organización (a la que se consagra este tomo I).

Nos hace falta, pues, una unión fundamental de las nociones de orden y desorden en el seno del «tetrálogo» desorden/interacciones/orden/organización.

La unión fundamental debe ser de naturaleza dialógica. Verdaderamente no podría definir este término sino más adelante (tomo II, cap. VII); digamos aquí que dialógico significa unidad simbiótica de dos lógicas, que a la vez se nutren entre sí, que entran en concurrencia, se parasitan mutuamente, se oponen y se combaten a muerte.

No digo dialógica para apartar la idea de dialéctica, sino para hacerla derivar de ella. La dialéctica del orden y del desorden se sitúa en el nivel de los fenómenos; la idea de dialógica se sitúa en el nivel del principio, y me atrevo ya a avanzarla (aunque no podré hacer la demostración de ella sino mucho más adelante, en el tomo III) en el nivel del paradigma. En efecto, para concebir la dialógica del

orden y del desorden es preciso que pongamos en suspenso el paradigma lógico donde el orden excluye al desorden e inversamente donde el desorden excluye al orden. Es preciso que concibamos una relación fundamentalmente compleja, es decir, a la vez complementaria, concurrente, antagonista e incierta entre estas dos nociones. Así el orden y el desorden,bajo un cierto ángulo, no son solamente distintos, sino que están en absoluta oposición; bajo otro ángulo, a despecho de distinciones y oposiciones, estas dos nociones son *una*.

Es preciso, pues, concebir que la relación orden/desorden es a la vez:

— una (es decir, indistinta en su fuente genésica y en su caos formador);

— complementaria: *todo lo que es físico, de los átomos a los astros, de las bacterias a los humanos, necesita el desorden para organizarse;* todo lo que es organizador, trabaja, en y por sus transformaciones, *también* para el desorden (incremento de entropía).

— concurrente: bajo otro punto de vista, el desorden por una parte, el orden/organización por la otra, son dos procesos concurrentes, es decir, que corren al mismo tiempo, el de la dispersión generalizada y el del desarrollo en archipiélago de la organización;

— antagonista: el desorden destruye al orden organizacional (desorganización, desintegración, dispersión, muerte de seres vivos, equilibrio térmico) y la organización rechaza, disipa, anula los desórdenes.

Así, desorden y orden a la vez se confunden, se llaman, se necesitan, se combaten, se contradicen. Esta dialógica se pone en marcha en el gran juego fenoménico de las interacciones, transformaciones, organizaciones, donde trabajan cada uno para sí, cada uno para todos, todos contra uno y todos contra todos...

A partir de ahora, se puede esbozar una teoría. No partiría de cero ni del punto «inicial», sino de lo genésico, del caos, es decir, del bucle tetralógico. No debería apoyarse en el orden o en el desorden como sobre un pilar ontológico o trascendente, sino producir correlativamente las nociones de orden, desorden y organización.

Lo improbable y lo probable

Lo que precede no disipa, sino al contrario, revela el misterio del origen conjunto del desorden y del orden. Y plantea, sin poder resolverlo, el misterio del devenir del orden y del desorden.

Pues el juego polilógico orden/desorden/organización no puede ser considerado como un juego perpetuo. Es un juego cuyos datos se transforman y debemos considerar las dos orientaciones antagonistas que toman las transformaciones: la una es el «progreso» de la organización y del orden, cada vez más complejos, pues cada vez

absorben y engloban más desorden en su esfera, la otra, indicada por la predicción fatal del segundo principio, es el triunfo de la dispersión, la muerte térmica del universo.

Como hemos visto, el orden y la organización son improbables, es decir, minoritarios en la gran diáspora cósmica. Pero esta noción de improbabilidad debe ser considerablemente suavizada y relativizada.

En efecto, si todo nacimiento de organización es improbable, la constitución misma de organización instaura una transformación de las condiciones locales en las que se opera. La organización es un fenómeno de relativa clausura (Varela, 1975), que es protección contra los *aleas* del entorno; la organización constituye sus propios constreñimientos, su propia estabilidad, que puede ser muy fuerte (como para ciertos núcleos atómicos) o muy flexible permitiendo así asociaciones múltiples (uniones electrónicas entre átomos que constituyen moléculas) o intercambios (metabolismo del ser vivo). Dicho de otro modo, la organización y el orden que le es aferente constituye un *principio de selección* que disminuye las ocurrencias posibles de desorden, aumenta en el espacio y en el tiempo sus posibilidades de supervivencia y/o de desarrollo, y permite edificar sobre el fondo de improbabilidad general difusa y abstracta una *probabilidad concentrada local temporal y concreta.*

Sobre la base de tal probabilidad local y temporal puede edificarse una nueva organización improbable, minoritaria que, beneficiándose del pedestal organizacional estable, podrá ella misma constituir su propia probabilidad, y así sucesivamente. Evoquemos, de manera completamente fugitiva, la organización viva. Es extremadamente improbable en su origen (puede que no haya habido más que una sola célula-antepasado de todos los vivientes [1]) y es improbable en tanto que organización físico-química. Esta improbabilidad se mantiene en la disposición de las moléculas que constituyen toda célula y, desde luego, todo organismo multicelular; la probabilidad físico-química, es decir, la dispersión de los constituyentes moleculares, se manifiesta en fin en la muerte. Ahora bien, a despecho de la muerte y en el seno de la muerte, es decir, la presión abrumadora y siempre victoriosa en última instancia de la probabilidad físico-química, la organización viva ha desarrollado sus propias probabilidades de supervivencia, pero evidentemente en el marco extremadamente estrecho no solamente de las condiciones de existencia, de rotación y de riego solar del pequeño planeta, sino también de las condiciones atmosféricas, geoclimáticas y ecológicas que le son indispensables.

Así vemos que hay, en la improbabilidad, agujeros donde se disponen esferas de necesidad, islotes de probabilidad. Es preciso

[1] Esta hipótesis será examinada más tarde.

desreificar la oposición absoluta entre las nociones de probabilidad y de improbabilidad. Estos conceptos antitéticos tienen también su comunicación y su permutación dialéctica. Y aunque sepamos en lo que concierne a nuestro sol, irremediablemente destinado a la muerte, que esta dialéctica no es más que provisional, no sabemos cuál es el porvenir cósmico del mundo organizado...

Nos vemos conducidos a la incertidumbre fundamental ya encontrada: ¿el desorden del mundo forma parte del orden del mundo, o el orden del mundo forma parte del desorden del mundo? En el primer caso, la producción del orden y de la organización constituye el único y verdadero proceso, surgido de un baño de desorden, que necesita de un enorme despilfarro para proseguir, y que es capaz de proseguir hasta el infinito. En el segundo caso, todo lo que está organizado debe perecer, puesto que ha nacido y el universo, en tanto que orden y organización, está condenado a muerte por su propia improbabilidad.

En nuestra incertidumbre, no podemos más que mantener las dos ortodoxias contrarias, la una aberrante en relación con la otra, y considerar los fenómenos de organización a la vez como núcleos y como desviaciones. De nuevo surge el problema del observador, de su punto de vista, de su lógica, de su deseo, de su temor, de los límites de su entendimiento incierto, de su incertidumbre misma, puesto que no sabe si es su incertidumbre lo que él proyecta sobre el universo o si es la incertidumbre del universo lo que llega a su conciencia...

Así, el mundo nuevo que se abre es incierto, misterioso. Es más shakespeariano que newtoniano. En él se representa la epopeya, la tragedia, la bufonada, y no sabemos cuál es el escenario principal, si es un escenario principal, ni siquiera si es un escenario...

6. Hacia la galaxia Complejidad

Una génesis teórica

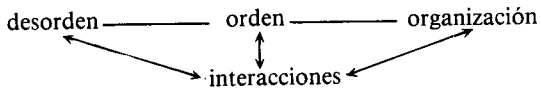
El concepto de orden en la física clásica, era ptolomeico. Como en el sistema de Ptolomeo en que soles y planetas giraban alrededor de la tierra, todo giraba alrededor del orden. Ahora bien, nos vemos llevados a efectuar al mismo tiempo una doble revolución, copernicana y einsteniana, en el concepto de orden. La revolución copernicana es la de «provincializar» y «satelizar» el orden en el universo. La revolución einsteniana es la de relacionar y relativizar orden y desorden.

Estas revoluciones del concepto de orden son revoluciones del universo. El universo no sólo ha perdido su orden soberano, ya no tiene centro. Einstein le había quitado todo centro de referencia pri-

vilegiado. Hubble le retira todo centro astral o galáxico. Y aquí está la gran revolución meta-copernicana, meta-newtoniana, que caminaba soterradamente de Carnot, Boltzmann a Planck, Bohr, Einstein y Hubble. Ya no hay centro del mundo, sea éste la tierra, el sol, la galaxia, un grupo de galaxias. Ya no hay un eje no equívoco del tiempo, sino un doble proceso antagonista surgido del mismo y único proceso. El universo es pues, a la vez, policéntrico, acéntrico, excéntrico, diseminado, disperso...

Esto es de importancia capital en lo sucesivo para toda teoría de la *physis*. Ya no podría haber en ella un concepto-maestro soberano, del que resultan, se derivan, subsisten todos los otros. Pero la teoría no podría tolerar un esparcimiento de los conceptos en desorden. No todo vuelve al desorden. Pero todo comporta su inmersión en el desorden.

Lo que hemos visto en el curso de este primer capítulo es que el fondo sobre el que el pensamiento toma forma es indistinto e impensable: es que los conceptos-primeros ya no están aislados, ni son sustanciales, ni autosuficientes. Se religan y relativizan los unos a los otros. Hemos visto incluso operarse el acercamiento, la curvatura de uno hacia el otro, y finalmente la unión entre nociones principales, y que por principio precisamente no sólo no estaban juntas, sino que eran disyuntivas, es decir: orden/desorden/organización, y: caos/cosmos/*physis*. Hemos visto plantearse de forma compleja el problema de su asociación y de su articulación, que no podría ser una yuxtaposición o un ensamblaje. Hemos visto incluso que estaba constituido como un circuito conceptual que forma bucle entre:



Hemos visto, en fin, que la idea de catástrofe no podría ser considerada como un puro comienzo, no solamente porque se hunde en un «antes» insondable, sino también porque necesita, para tomar su sentido, de nociones que correspondan a los procesos que ha generado; la idea de catástrofe genésica adquiere sentido, pues, a través del «bucle tetralógico» y de las ideas de caos/*physis*/cosmos.

Tendremos, pues, que interrogar, explicitar, desarrollar, la intersolidaridad compleja de estas nociones, es decir, la base de complejidad insimplificable, irreductible a toda teoría concerniente a nuestro universo físico y, por tanto, biológico y antropo-sociológico.

Lo que nosotros vemos surgir aquí, es una especie de nebulosa espiral genésica de «concepción del mundo» en el sentido en que este término significa a la vez los principios de organización de la inteligibilidad (paradigma, *épistemé)* y la organización misma de la teoría. Y toda la aventura de este trabajo en el curso de estos tres volúmenes será proseguir, desarrollar esta génesis en generatividad y productividad —es decir: método.

Hemos visto aparecer en la nebulosa espiral, parpadeantes, aturdidos, salidas de los infiernos y de los ghettos de la teoría, las nociones claves que el reino del orden expulsó fuera de la ciencia; estas nociones serán tan necesarias en nuestra interrogación que serán interrogadas por esta interrogación misma. Son estas las ideas de evento, de juego, de gasto, de singularidad...

Universo naciente

El antiguo universo no tenía singularidad en su obediencia a las leyes generales, ni evenencialidad en sus movimientos repetitivos de reloj, ni juego en su determinismo inflexible... El universo que nace aquí es singular en su propio carácter general; el paradigma de la ciencia clásica, «no hay ciencia más que de lo general», nos obligaba a vaciar la singularidad de todas las cosas, comenzando por el universo. Ahora bien, ahora lo que nos aparece absurdo, no es la unión entre la idea de lo singular y la de lo general, es al contrario la alternativa que excluye la una por la otra. Es, lo hemos visto, la singularidad del universo la que funda la generalidad de los principios y leyes que se aplican a su naturaleza *(physis)* y a su globalidad (cosmos). Lo que significa que en adelante vamos a poder esperar encontrar, en toda cosa, todo ser, toda vida, al mismo tiempo que su individualidad concreta (singularidad), su generatividad y su generatricidad (generalidad).

Este universo naciente nace por Evento y se genera como cascadas de eventos. El Evento, triplemente excomulgado por la ciencia clásica (puesto que era, a la vez, singular, aleatorio y concreto), entra por la puerta de entrada cósmica, puesto que el mundo nace como Evento. No es el nacimiento el que es evento, es el Evento el que es nacimiento, en el sentido en que, concebido en su sentido fuerte, es accidente, ruptura, es decir, catástrofe... Desde entonces, se concibe que el devenir cósmico sea cascadas de eventos, accidentes, rupturas, morfogénesis. Y este carácter repercute en toda cosa organizada, astro, átomo, ser vivo, que tenga en su origen y en su fin algo de evenencial. Mucho más, desde los subsuelos de la microfísica hasta las bóvedas inmensas del cosmos, todo elemento puede aparecernos en adelante como evento también. De ahí la necesidad del principio de complejidad, que en lugar de excluir el evento lo incluye (Morin, 1972) y nos empuja a mirar los eventos de nuestra escala terrestre, viviente y humana, a los que una ciencia antievenencial nos había hecho ciegos.

Este universo naciente es juego. La idea de juego ya se había arrojado filosóficamente al mundo (de Heráclito[1] a Finck, 1960 y Axelos, 1969). Ha hecho su entrada en la ciencia con von Neumann (von Neumann y Morgenstern, 1947) en un sector restringido y de forma restringida primero, luego extendiéndose (extensión de la teoría de los juegos a la evolución biológica) y ha conocido recientemente su primera elaboración intrínsecamente fundada sobre la *physis* (Sallantin, 1973). No voy a entrar aquí en el juego del juego. Simplemente quiero indicar que no se puede escapar a la idea de juego en la *physis* en el sentido de que esta idea une en ella la idea de un proceso aleatorio de ganancias y pérdidas que obedece a constreñimientos y reglas y que elabora configuraciones por una parte y por la otra la idea de una laxitud en las articulaciones de los fenómenos organizados, de una débil presión a través de la cual se infiltra y opera el desorden de los encuentros, interferencias, contaminaciones, etc.

Este universo de juego es al mismo tiempo un universo de fuego. El fuego ha devenido genésico (la catástrofe térmica) y generativo de orden y organización (las estrellas, máquinas de fuego en fuego), lo que hace que el calor reine como amo del universo, tanto más cuanto que acompaña a todo trabajo, toda transformación, pues es inseparable de la menor actividad, organizacional o no. El universo de fuego, al sustituir al universo clásico de hielo, hace soplar el viento de la locura sobre la racionalidad clásica, que unía en sí las ideas de simplicidad, funcionalidad y economía. El calor comporta siempre agitación, dispersión, es decir, pérdida, gasto, dilapidación, hemorragia.

El gasto era ignorado allí donde reinaba el orden soberano. Este significaba, al contrario, economía. La economía cósmica física y política se fundaba sobre una ley general del esfuerzo mínimo, del menor rodeo de un punto a otro, del menor coste de una transformación a otra. La verdad misma de una teoría se juzga siempre por su carácter económico con relación a sus rivales, más gastadoras en conceptos, postulados, teoremas.

Ahora bien, un universo creado y que crea por el calor, transformado y que transforma con calor, nos hace rechazar como abstracción idealista toda concepción que ocultara el gasto, no sólo como coste, precio, gastos, escote, sino también como disipación, desperdicio, déficit. Desde entonces, incluso en la hipótesis feliz de un universo teilhardiano, que desarrolle de forma ascendente su propia riqueza, hay una hemorragia, un despilfarro, una confusión, que es preciso tener en cuenta.

Los encuentros producen más destrucciones y dispersiones que

[1] «El universo es el juego de un niño que juega a los dados...»

organización. ¡Para constituir una organización, para edificar un orden, para mantener una vida en vida, son precisas tantas y tantas agitaciones «inútiles», tantos y tantos gastos «vanos», tantas y tantas energías dilapidadas, tantas y tantas hemorragias dispersivas. ¡Son precisos tantos y tantos billones de agitaciones para que se forme un sólo núcleo de carbono! ¡es preciso que se desperdicien tantos y tantos billones de espermatozoides (180 millones por eyaculación en el *homo sapiens)* para que nazca un solo ser mortal! ¡son precisos tantos y tantos esfuerzos sisifonianos para no dejarse destruir! ¿Qué pérdidas, qué despilfarros, qué confusión, qué precio exorbitante es preciso para pagar un átomo, un astro, una vida, la menor onza de existencia, un beso?

El pensamiento racionalista comporta un aspecto de racionalización demencial en su ocultación del absurdo gasto. El pensamiento religioso explicaba que la «libertad» exigía el riesgo; por tanto, permitía la perdición. El pensamiento racionalista siguió ciego a la pérdida. Ha sido necesario esperar a Georges Bataille para que se descubra por fin esta «parte maldita» (Bataille, 1949). Ahora bien, he aquí que una idea desgarrante, lacerante, «absurda» aparece, se impone, y que ya no nos dejará.

El tiempo complejo

El orden físico ignoró la irreversibilidad del tiempo, hasta el segundo principio de la termodinámica. El orden cósmico ignoró la irreversibilidad del tiempo hasta 1965 en que el universo entró en el devenir. La eternidad de las Leyes de la Naturaleza fue liquidada así. Ya no hay *physis* congelada. Todo ha nacido, todo ha aparecido, todo ha surgido alguna vez. La materia tiene una historia.

Pero es insuficiente rehabilitar solamente el tiempo; el nuevo universo, al nacer, nos hace descubrir la complejidad en él. El tiempo es uno y múltiple. Es a la vez continuo y discontinuo, es decir, como hemos visto, evenencial, agitado por rupturas, sobresaltos que rompen su hilo y eventualmente recrean en otra parte otros hilos. Este tiempo es, en el mismo movimiento, el tiempo de las derivas y dispersiones, el tiempo de las morfogénesis y de los desarrollos.

Ahora bien, cada uno de estos dos tiempos surgió en el mismo momento, en la mitad del siglo XIX.

El primero, el del segundo principio, arrastraba la *physis* hacia la degradación, primer rumor que anunciaba la gran diáspora cósmica. El segundo, al contrario, era el de la evolución ascendente o progreso. Había penetrado en la sociedad desde 1789 y hacía irrupción en la biología (Darwin, *La evolución de las especies,* 1789). Pero el tiempo biológico iba en sentido inverso al tiempo entrópico y, como cada uno había surgido en una esfera hermética con respecto

a la otra fueron ciegos (salvo excepciones como Bergson) al extraordinario problema que planteaba su confrontación (cfr. Grinevald, 1975) y fueron desunidos según la alternativa clásica de la exclusión.

Ahora bien, podemos romper por fin la esquizofrenia entre estos dos tiempos que se ignoran, que huyen el uno del otro. Son a la vez *uno,* complementarios, concurrentes y antagonistas; tienen un tronco común, están en simbiosis, parasitismo mutuo y luchan a muerte...

Será preciso que integremos cuando examinemos el problema de la organización este tiempo,ya muy complejo, al tiempo de las reiteraciones, repeticiones, bucles, ciclos, recomenzamientos, y veremos que estos tiempos repetitivos están nutridos y contaminados por el tiempo irreversible (cfr. parte segunda, cap. II), al igual que están perturbados por el tiempo evenencial, su movimiento es siempre espiraloide y está sometido siempre al riesgo de ruptura...

El gran tiempo del Devenir es sincrético (y esto es lo que habían ignorado las grandes filosofías del devenir, comenzando por la más grande, la de Hegel). Mezcla en sí de forma diversa, en sus flujos, sus encabalgamientos, estos tiempos diversos con islotes temporales de inmovilización (cristalización, estabilización), torbellinos y ciclos de tiempos reiterativos. La complejidad del tiempo *real* está en este sincretismo rico. Todos estos tiempos diversos están presentes, actuando e interfiriendo en el ser vivo y por supuesto en el hombre: todo viviente, todo humano, lleva en sí el tiempo del evento/accidente/catástrofe (el nacimiento, la muerte), el tiempo de la desintegración (la senectud, que, por la vía de la muerte, conduce a la descomposición). El tiempo del desarrollo organizacional (la ontogénesis del individuo), el tiempo de la reiteración (la repetición cotidiana, estacional, de los ciclos, de los ritmos y actividades), el tiempo de la estabilización (homeostasis). De forma refinada, el tiempo catastrófico y el tiempo de la desintegración se inscriben en el ciclo reiterativo ordenado/organizador (los nacimientos y las muertes son constitutivos del ciclo de recomenzamiento, de reproducción). Y todos estos tiempos se inscriben en la hemorragia irreversible del cosmos...

Así, desde el comienzo, el nuevo universo hace surgir, no solamente el tiempo irreversible, sino el tiempo complejo.

La naturaleza compleja de la naturaleza

Así pues, alrededor del bucle tetralógico, se dispone una constelación policéntrica de nociones en interdependencia. Esta constelación conceptual sólo tiene un valor general. Marca su presencia en todo fenómeno, en toda realidad que sea estudiada. Constituye el

primer fundamento de complejidad de la naturaleza de la naturaleza. Pero habría en este principio de complejidad, una grave carencia si faltara la presencia de aquél que ha surgido con la incertidumbre cósmica: el observador/conceptuador.

7. EL OBSERVADOR DEL MUNDO Y EL MUNDO DEL OBSERVADOR

Todo conocimiento, cualquiera que sea, supone un espíritu cognoscente, cuyas posibilidades y límites son los del cerebro humano, y cuyo soporte lógico,lingüístico, informacional procede de una cultura, por tanto, de una sociedad *hic et nunc.*

La ciencia clásica había logrado neutralizar este problema: el «sabio» observador/conceptuador/experimentador, estaba siempre como un fotógrafo, fuera de campo. Se habían suprimido los límites del espíritu, puesto que el espíritu se había suprimido. Las observaciones eran pues el reflejo de las cosas reales, y toda subjetividad (identificada con error) podía ser eliminada por la concordancia de las observaciones y la verificación de las experiencias.

La pérdida de certidumbre

El problema cosmológico fue no obstante el primero en chocar contra los límites del observador humano, incapaz de inferir el pasado y el porvenir de un universo, sin embargo, absolutamente determinista. El problema fue resuelto, es decir, escamoteado por el postulado de que un observador ideal o demonio, situado en un puesto de observación óptimo, y detentador de la fórmula maestra (concebida entonces como un vasto sistema de ecuaciones diferenciales) «abarcaría... los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más ligero; nada sería incierto para (su inteligencia) y el porvenir, así como el pasado, estaría presente ante sus ojos» (Laplace, 1812).

El orden cósmico no podía inventar más que un observador abstracto. Sólo el desorden podía revelar ante sus propios ojos al observador concreto. En efecto, mientras que el orden es precisamente lo que elimina la incertidumbre, y por lo tanto borra el espíritu humano (ya que toda certidumbre subjetiva se toma por realidad objetiva), el desorden es precisamente lo que, en un observador, hace surgir la incertidumbre, y la incertidumbre tiende a hacer que lo incierto se vuelva sobre sí mismo y se cuestione, y esto tanto más en cuanto que allí donde el orden es un objetivo, el desorden es tenido

en principio por una carencia de subjetividad. Así, ante todo desorden se plantea inevitablemente esta pregunta: ¿Es apariencia o realidad? ¿No es la forma provisional de (nuestra) ignorancia? ¿No es la forma irracionalizable de una complejidad que está fuera del alcance de nuestro entendimiento? A partir de aquí, no sólo el problema de las insuficiencias de nuestro conocimiento, sino también el de los límites de nuestro entendimiento, tiende a inscribirse en toda visión del mundo que deje un lugar al desorden.

La incertidumbre, es decir, el problema de los límites del entendimiento del observador/conceptuador, y quizá del mismo entendimiento humano, se amplía aquí a escala de la universalidad del desorden. Ataca incluso a los fundamentos de la lógica, cuando surgen las aporías que velan los misterios primeros del origen y de la finitud. En fin, la incertidumbre se implanta definitivamente en el discurso que sigue la vía de la complejidad, en donde se incluyen nociones que deberían excluirse lógicamente, comenzando por el orden y el desorden. Y por ello, bajo el efecto revelador, en el sentido cuasifotográfico del término, de la incertidumbre, el rostro del observador/conceptuador se dibuja en sobreimpresión sobre la imagen infinita del cosmos que contempla.

La pérdida de Sirio

La incertidumbre se agrava con la pérdida de Sirio, es decir la pérdida irremediable de la idea de que pueda existir un punto de vista supremo desde donde al menos un demonio hubiera podido contemplar el universo en su naturaleza y su devenir. *A partir de aquí la ausencia de un punto de vista objetivo hace surgir la presencia del punto de vista subjetivo en toda visión del mundo.* Y nos vemos obligados a examinar el sujeto, a volver sobre el observador escondido y sobre lo que está escondido detrás de él. Y debemos plantearnos la pregunta inevitable: ¿Quiénes somos nosotros en este mundo? ¿Desde dónde observamos? ¿Cómo concebimos, describimos el mundo? Y estas preguntas no pueden quedar encerradas en el marco estrictamente físico. No basta con decir que estamos en el tercer planeta de un sol de arrabal en la periferia de una galaxia ella misma periférica llamada vía láctea, que somos seres constituidos por átomos forjados en nuestro sol o en uno de sus predecesores. Hay que decir también que somos seres biológicamente organizados, que disponemos de un aparato cerebral muy útil para considerar nuestro entorno local, pero que puede concebir muy difícilmente lo infinitamente pequeño, subatómico, y lo infinitamente grande, macrocósmico. Somos seres culturales y sociales, que hemos desarrollado una actividad de conocimiento llamada ciencia, y son los desarrollos (progreso y crisis a la vez) de esta ciencia los que nos arrastran hoy a cambiar de universo, pero quizá también a cambiar de ciencia.

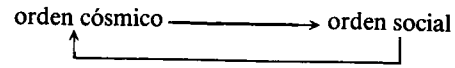
A partir de aquí, el problema del sujeto que se nos impone no es un problema de «subjetividad» en el sentido degradado en el que este término significa contingencia y afectividad, sino que es la interrogación fundamental del sí sobre sí mismo, sobre la realidad y la verdad. Y esta interrogación no sólo hace surgir el problema de la determinación bio-antropológica del conocimiento, sino también el de la determinación sociocultural.

El Rorschach celeste

El cielo es el gran test proyectivo de la humanidad. Junto con la muerte, es el catalizador y cristalizador soberano de las mitologías y las religiones. La evacuación de los mitos y de los dioses no ha vaciado sin embargo el cielo de todas las proyecciones antropo-sociales, y no hablo aquí de la persistencia y resurgimiento de la astrología (Morin, 1975, págs. 149-150), sino de las teorías científicas que en él se han proyectado. La misma eliminación del cosmos, a comienzos de este siglo, en provecho de una amplitud física que se despliega hasta el infinito, corresponde incluso a una mitología negativa, propia de la ciencia clásica, que eliminaba las formas y unidades globales para no ontologizar más que las unidades elementales. Esta aparente ausencia de concepción del mundo, no era otra que el triunfo de la concepción atomizada del mundo. Las polémicas que a continuación han opuesto la teoría del *steady state* a la del *big bang* han estado sobredeterminadas por el conflicto secular entre la racionalización laica, que tiende a constituir un universo autosuficiente e increado, y la creencia religiosa, que ha encontrado la ocasión de una reconquista cósmica introduciendo un papirotazo divino en el desencadenamiento del *big bang,* y descubriendo en el inconcebible e improbable infinito el nombre mismo del *Deus absconditus* (cfr. el punto de vista «laico», *in* H. Alfven, 1976).

Más profundamente aún, la resistencia cosmológica feroz del paradigma estático de orden, mientras que por todas partes todo estaba desde hacía un siglo en evolución y sometido al desorden, es sin duda significativa. ¿Ocurre esto solamente porque la ciencia clásica veía hundirse por aquí la piedra angular newtoniana sobre la que había prosperado? ¿No hay que buscar más allá una relación más oculta y obscura entre orden cósmico y orden social?

En las sociedades antiguas no sólo había un juego de espejos, sino una relación recursiva entre orden cósmico y orden social:



Así, para regenerarse, la organización social debía obedecer, de forma mimética, por ceremonias, ritos y sacrificios a la organización cósmica de la que depende, pero estas ceremonias, ritos y sacrificios eran ellos mismos necesarios para la regeneración del orden cósmico. No subsisten, en nuestras sociedades, más que formas residuales de esta relación. Ya no hay relación directa cosmos-sociedad, sino que hay una relación indirecta, particularmente mediatizada por la ciencia, y cuyo paradigma de orden, agazapado en la sombra, sostiene quizá los hilos... Aquí, sólo podemos atascarnos ante ese problema pero, si el lector tiene paciencia, verá en el tomo III que está lejos de habérsenos olvidado...

El calor contagioso

De todas formas, el hundimiento del orden cósmico, no puede ser disociado del hundimiento del principio de orden absoluto de la ciencia clásica y éste del hundimiento de un orden social antiguo. A partir del siglo XVIII, el desarrollo de las ciencias físicas, el de las técnicas, el de la industria, forman parte de una formidable transformación multidimensional de la sociedad. Las sociedades occidentales, en el curso del siglo XIX, se hacen cada vez más «calientes» (según la expresión justamente termodinámica utilizada por Lévi-Strauss). El calor carnotiano (1824), en un principio periférico, forma menor de energía, alimentado en las «máquinas de fuego», va a extenderse por las carboneras de la sociedad, constituyendo las calderas en perpetua y creciente actividad; el calentamiento social corresponde efectivamente, no sólo a la industrialización, es decir al incremento y aceleración de la producción, sino al incremento y aceleración de todos los intercambios, transformaciones, combustiones, movimientos en el cuerpo social, incluida la acentuación de la agitación browniana en los movimientos de los individuos, sus encuentros, conflictos, amistades, amores, coitos, circulaciones, desplazamientos... Los estremecimientos, fermentaciones, efervescencias y ebulliciones, acaparan todos los tejidos de la vida económica, social, política... En y por este calor se opera en la sociedad una «catástrofe thomiana», en la que la desintegración de las formas antiguas y la gestación de las formas nuevas constituye un mismo proceso encontrado, antagonista e incierto. Y es en el mismo movimiento en donde la ciencia entra en su propia catástrofe transformadora, precisamente con la introducción, en y por el calor, de la agitación y del desorden en la teoría; es este movimiento mismo el que pasa por Clausius, Boltzmann, Planck, siembra el desorden en la microfísica, y finalmente sacude el cosmos. ¡En adelante, este calor mismo, habiendo hecho estallar el antiguo cosmos, se instala bajo la forma más ardiente e irradiante en el origen del mundo y en el corazón de los billones de soles!

Y así, habrá hecho falta que toda la sociedad entre en calor, es decir, a la vez en caos y en devenir, habrá hecho falta que se haga cada vez más caliente, habrá hecho falta que muchas vigas maestras conceptuales caigan en ruina y en cenizas, habrá hecho falta que la ciencia misma sea revolucionada por el calor, para que por fin el mundo se estire, bostece, se desanquilose, se ponga en movimiento y por fin se hunda en el devenir, surja en el caos, abreve en los desórdenes, entre en parto...

Y aquí, ¿cómo no quedar consternado ante la homología de las catástrofes de la ciencia, de la sociedad, del cosmos? ¿Por la impresionante coincidencia entre la crisis del orden social y la crisis del orden cósmico? ¿E incluso, entre la crisis del cosmos en su conjunto y la crisis de la humanidad en su conjunto? Uno y otro devenir parecen sufrir la misma ambigüedad radical. No se sabe si la diáspora cósmica va a sumergir los archipiélagos organizados o si éstos van hacia desarrollos superiores que les permitirán superar la diáspora generalizada. No se sabe si la humanidad está abocada a la dispersión o si encontrará una comunicación organizadora; no se sabe si las aspiraciones cada vez más profundas y múltiples de una sociedad radicalmente nueva y distinta serán barridas y dispersadas... En uno y otro caso, la crisis del antiguo orden es muy profunda, pero la nueva organización es incierta. En uno y otro caso, lo que muere muere, y lo que nace no nace. En uno y otro caso, lo peor es estadísticamente probable, pero en uno y otro caso, todo lo que ha sido creador y fundador ha sido siempre estadísticamente improbable...

Ahora bien, ni siquiera estoy seguro acerca de la naturaleza de esta incertidumbre: ¿Es la incertidumbre de nuestro devenir social que se proyecta sobre el cosmos? ¿Es un rápido del devenir cósmico que se acelera y se enloquece localmente hoy en y por nuestro devenir antropo-social? ¿No es más exactamente mi espíritu que, inseguro por naturaleza y por cultura, proyecta así su propia incertidumbre tanto sobre la sociedad como sobre el cosmos? ¿Y *no es sobre todo, todo esto a la vez?*

Aquí se articulan de forma aparentemente solidaria e inextricable la dimensión cósmica, la dimensión antropo-social, y la dimensión de la conciencia propia del sujeto.

El sujeto emerge plenamente en esta conjunción misma; el sujeto —con todo lo que este término tiene de insuficiente, de limitación, de egocentrismo, de etnocentrismo, pero también de voluntad, de conciencia, de interrogación y de búsqueda— surge, no solamente con el desorden, la incertidumbre, la contradicción, el espanto ante el cosmos, la pérdida del punto de observación privilegiado, sino también y simultáneamente, con la toma de conciencia de su enraizamiento cultural y social *hic et nunc.*

Y su primera toma de conciencia es ésta: *no es únicamente la*

humanidad la que es un subproducto del devenir cósmico, también el cosmos es un subproducto de un devenir antropo-social.

El conocimiento del cielo no cae del cielo. La concepción misma del universo está en relación de dependencia, con el desarrollo de los medios de producción del conocimiento —hoy la ciencia— a su vez en interdependencia con los desarrollos productores de la sociedad. De ahí la tendencia socio-solipsista, que consiste en invertir —es decir, conservar en su carácter unilateral— el antiguo paradigma de la «ciencia objetiva» y hacer de ésta solamente una producción social de carácter ideológico. Ahora bien, tal visión, que conserva muy precisamente lo que el antiguo paradigma tenía de reductor y simplificador, priva de todo interés al problema del conocimiento, no solamente del universo, sino de todo lo que no es social; al mismo tiempo priva al conocimiento social de todo fundamento; aislando y absolutizando la esfera antropo-social, se encierra ella misma en el solipsismo absoluto, puesto que deja de disponer del menor referente exterior en el que apoyarse.

Ahora bien, no se puede eliminar, para concebir la ciencia, el problema de las *observaciones,* que constituyen algo así como el mensaje críptico que recibe del universo exterior el espíritu encerrado en sí mismo y en su sociedad *hic et nunc,* espíritu que puede encontrar en sí mismo y en su cultura, no solamente una ideología de la ilusión, sino ideas de elucidación.

El problema clave, que es el nuestro, se desvela a partir de aquí: es el de la paradoja, el enigma, la complejidad del nudo gordiano de doble articulación:

1. la articulación entre el objeto-cosmos y el sujeto cognoscente, donde el cosmos engloba y genera al sujeto cognoscente, el cual aparece como un minúsculo y fugitivo elemento/evento del devenir cósmico, pero donde al mismo tiempo el sujeto cognoscente engloba y genera al cosmos en su propia visión;
2. la articulación entre el universo cosmofísico y el universo antropo-social en donde cada uno a su manera es productor del otro sin dejar de ser dependiente del otro.

Vemos cuál es mi primer propósito: la investigación de la «naturaleza de la Naturaleza» no puede prescindir de la investigación de un método para comprender las articulaciones clave Objeto/Sujeto, Naturaleza/Cultura, *Physis*/Sociedad que ocultan y quiebran los conocimientos simples. *Lo desconocido, lo incierto, lo complejo, se sitúan justamente en esas articulaciones.*

¿Sabremos hacer de la incertidumbre el fermento del conocimiento complejo? ¿Sabremos englobar al cognoscente en el conocimiento y tomar a éste en su enraizamiento multidimensional? ¿Sabremos elaborar el método de la complejidad? Lo sé: los riesgos de fracaso de una empresa tal son altamente probables...

CAPÍTULO II

La organización
(del objeto al sistema)

En toda la ciencia física, no hay una cosa que sea una cosa. JAMES KEY

El objeto nos designa más de lo que nosotros le designamos. BACHELARD

Toda realidad es unidad compleja.
A. N. WHITEHEAD

Si encuentro a algún otro capaz de ver las cosas en su unidad y su multiplicidad, ese es el hombre al que yo busco como a un Dios.
PLATÓN *(Fedro)*

El enigma de la organización

La organización es la maravilla del mundo físico. ¿Cómo es que una deflagración incandescente, que una amalgama de fotones, electrones, protones puedan organizarse al menos en 10^{73} átomos, que millones de billones de soles estén hormigueando en los 500 millones de galaxias descubiertas (y más allá de dos-tres billones de años luz no se oye gran cosa)? ¿Cómo han podido surgir del fuego estos billones de máquinas de fuego? Y por supuesto: ¿cómo ha podido surgir la vida?

Sabemos actualmente que todo lo que la antigua física concebía como elemento simple es organización. El átomo es organización; la molécula es organización; el astro es organización; la vida es organización; la sociedad es organización. Pero ignoramos todo el sentido de este término: organización.

Fabuloso problema. Siempre desviándose de su origen (catastrófico, cismático, aleatorio), es para nosotros lo que constituye el núcleo central de la *physis,* lo que está dotado de ser y de existencia (para nosotros las partículas no organizadas apenas tienen ser, guiños de existencia).

Hablamos de *physis* porque hay organización. Sin embargo, es el concepto ausente de la física. El orden era la noción que, aplastando a todas las demás, había aplastado también la idea de organización. Después de los surgimientos del desorden y los primeros reflujos del orden, hemos visto por fin a la interacción convertirse en la idea central de la física moderna. La interacción es efectivamente una noción necesaria, crucial; es la placa giratoria donde se encuentran la idea de desorden, la idea de orden, la idea de transformación, en definitiva, la idea de organización. La física se convirtió a la idea de interacción. Pero resta hacer emerger la idea de organización.

Ahora bien, ésta no puede tomar forma de un principio que sería el antagonista complementario del segundo principio de la termodinámica. La fuente generadora de la organización es, como hemos visto, la complejidad de la desintegración cósmica, la complejidad de la idea de caos, la complejidad de la relación desorden/interacción/encuentros/organización.

Mientras que basta con elevar la temperatura de un entorno para que un cubo de hielo se funda, con agitar los huevos para que se revuelvan, no basta con volver a enfriar el entorno para que el hielo retome su forma, con agitar en sentido inverso para que el huevo se recomponga; la organización no es la desorganización a la inversa. Y es también en razón de todas estas dificultades por lo que la organización, cuestión fundamental a la que llegan todas las avenidas de la ciencia moderna, no podía ser tratada por la ciencia clásica[1]: era una cuestión compleja. Reducirla a una cuestión simple, es desorganizar la organización.

La ciencia del orden ha rechazado el problema de la organización. La ciencia del desorden, el segundo principio, sólo la revela en el vacío, *negativamente.* La ciencia de las interacciones, no nos conduce sino a su antesala. La organización está ausente de la física, la paradoja de la termodinámica, el enigma de los soles, el misterio de la microfísica, el problema de la vida. Pero ¿qué es la organización?

¿Cuál es este enigma, en este universo de catástrofe, de turbulencia, de dispersión, y qué aparece en la catástrofe, la turbulencia, la dispersión: la organización? Es ésta la cuestión a la que me voy a

[1] Entiendo por ciencia clásica aquella que, fundando su principio de explicación en el orden y la simplificación, ha reinado hasta el comienzo del siglo XX, y se encuentra actualmente en crisis.

dedicar, no con la ilusión de definir una «fuerza organizadora» del tipo «vitud dormitiva del opio», falsa solución que espresaba el misterio, sino con la intención de reconocer su modo de existencia y de desarrollo. Lo que va a exigir la puesta en cuestión previa de la noción de objeto, que obstruía con su masa opaca y homogénea el acceso a toda idea de sistema u organización.

1. DEL OBJETO AL SISTEMA; DE LA INTERACCIÓN A LA ORGANIZACIÓN

Del objeto al sistema

El reinado del objeto sustancial y de la unidad elemental

En un universo físico, que conocemos a partir de nuestras percepciones y de nuestras representaciones, bajo las especies de materia fluida o sólida, de formas fijas o cambiantes, sobre nuestro planeta donde las apariencias son infinitamente diversas y encabalgadas, aprehendemos objetos que nos parecen autónomos en su entorno, exteriores a nuestro entendimiento, dotados de una realidad propia.

La ciencia clásica se fundó bajo el signo de la *objetividad,* es decir, de un universo constituido por *objetos* aislados (en un espacio neutro) sometido a leyes *objetivamente* universales.

En esta visión el objeto existe de manera positiva, sin que el observador/conceptuador participe en su construcción con las estructuras de su entendimiento y las categorías de su cultura. Es sustancial; constituido de materia que tiene plenitud ontológica, es autosuficiente en su ser. El objeto es pues una entidad cerrada y distinta, que se define aisladamente en su existencia, sus caracteres y sus propiedades, independientemente de su entorno. Se determina tanto mejor su realidad «objetiva» cuando se le aisla experimentalmente. Así, la objetividad del universo de los objetos se sustenta en su doble independencia con respecto del observador humano y del medio natural.

El conocimiento del objeto es el de su situación en el espacio (posición, velocidad), de sus cualidades físicas (masa, energía), de sus propiedades químicas, de las leyes generales que actúan sobre él.

Lo que caracteriza al objeto puede y debe ser llevado a unas magnitudes medibles; su misma naturaleza material puede y debe ser analizada y descompuesta en sustancias simples o elementos, de las que el átomo se convierte en la unidad de base, indivisible e irreductible hasta Rutherford. En este sentido los objetos fenoménicos

son concebidos como compuestos o mezclas de elementos primeros que detentan sus propiedades fundamentales.

A partir de ahora se impone la explicación llamada científica por sus promotores, llamada reduccionista por sus impugnadores. La descripción de todo objeto fenoménico compuesto o heterogéneo, comprendido en sus cualidades y propiedades, debe descomponer este objeto de sus elementos simples. Explicar es descubrir los elementos simples y las reglas simples a partir de las que se operan las combinaciones variadas y las construcciones complejas.

Pudiendo ser definido todo objeto a partir de las leyes generales a las que está sometido y de las unidades elementales por las que está constituido, todas las referencias al observador o al entorno quedan excluidas y la referencia a la organización del objeto no puede ser sino accesoria.

En el curso del siglo XIX, la investigación «reduccionista» triunfó sobre todos los frentes de la *physis*. Aisló y recontó los elementos químicos constitutivos de todos los objetos, descubrió unidades de materia más pequeñas, concebidas en principio como moléculas y después como átomos, reconoció y cuantificó los caracteres fundamentales de toda materia, masa y energía. El átomo resplandeció pues como el objeto de los objetos, puro, pleno, indivisible, irreductible, componente universal de los gases, líquidos y sólidos. Todo movimiento, todo estado, toda propiedad, podían ser concebidos como cantidad medible por referencia a la unidad primera que les era propia. La ciencia física disponía pues, a fines del siglo XIX, de una batería de magnitudes que le permitían caracterizar, describir, definir un objeto cualquiera. Aportaba a la vez el conocimiento racional de las cosas y el reconocimiento de las cosas. El método de la descomposición y la medida permite experimentar, manipular, transformar el mundo de los objetos: ¡el mundo objetivo...!

Los éxitos de la física clásica empujaron a las otras ciencias a constituir también su objeto aisladamente de todo entorno y de todo observador, a explicarlo en virtud de las leyes generales a las que obedece y de los elementos más simples que lo constituyen. Así, la biología concibió aisladamente su objeto propio, primero el organismo y después la célula cuando encontró su unidad elemental: la molécula. La genética aisló su objeto, el genoma: reconoció las unidades elementales de éste, primero los genes, después los cuatro elementos base químicos cuya combinación aportó los «programas» de reproducción que podían variar al infinito. Parece que la explicación reduccionista también triunfó allí, puesto que se podía llevar todos los procesos vivos al juego de algunos elementos simples.

El desmoronamiento de la base

Ahora bien, es en la base de la física donde se opera una extraña inversión al comienzo del siglo XX. El átomo ya no es la unidad primera, irreductible, e indivisible: es un sistema constituido por partículas en interacciones mutuas. A partir de ahí, ¿no tomará la partícula el lugar prematuramente asignado al átomo? Esta parece, en efecto, indescomponible, indivisible, sustancial. Sin embargo, su cualidad de unidad elemental y su cualidad de objeto van a entremezclarse muy rápidamente.

La partícula no sólo conoció una crisis de orden[1] y una crisis de unidad (se calculan hoy más de doscientas partículas), sino que experimentó sobre todo una crisis de identidad. Ya no se la puede aislar de modo preciso en el espacio y el tiempo. Ya no se la puede aislar totalmente de las interacciones de la observación. Duda entre la doble y contradictoria identidad de onda y de corpúsculo[2]. Pierde a veces toda sustancia (el fotón no tiene masa en reposo). Es cada vez menos plausible que sea un elemento primero; tan pronto se la concibe como un sistema compuesto de quarks (y el quark sería todavía menos reducible al concepto clásico de objeto que la partícula), tan pronto se la considera como un «campo» de interacciones específicas. En fin, es la idea de unidad elemental misma la que se ha vuelto problemática: quizá no exista la última o la primera realidad individualizable o aislable, sino un *continuum* (teoría del *bootstrap),* incluso una raíz unitaria fuera del tiempo y del espacio (d'Espagnat, 1972).

Así, al no ser ya un verdadero objeto ni una verdadera unidad elemental, la partícula abre una doble crisis: la crisis de la idea de objeto y la crisis de la idea de elemento.

En tanto que objeto, la partícula ha perdido toda sustancia, toda claridad, toda distinción, a veces incluso toda realidad; se ha convertido en nudo gordiano de interacciones y de intercambios. Para definirla es necesario recurrir a las interacciones de las que participa, y cuando forma parte de un átomo, a las interacciones que tejen la organización de este átomo.

En estas condiciones la explicación reduccionista no sólo ya no conviene al átomo, del que no se puede inducir ninguno de sus caracteres o de sus cualidades a partir de los caracteres propios de las partículas, sino que son los rasgos y caracteres de las partículas los que, en el átomo, no pueden ser comprendidos más que por referencia a la organización de este sistema. *Las partículas tie-*

[1] Como se ha visto en el capítulo precedente, pág. 51.

[2] Y si es algo distinto a la onda y partícula, como pretende Bunge (Bunge, 1975), sigue siendo irreductible al concepto clásico de objeto.

nen las propiedades del sistema aunque el sistema no tenga las propiedades de las partículas. No se puede comprender, por ejemplo, la cohesión del núcleo compuesto de protones asociados y de neutrones estables a partir de las propiedades específicas de los protones que, en espacio libre, se empujan mutuamente, y de los neutrones que, muy inestables en espacio libre, se descomponen espontáneamente en un protón y un electrón cada uno.

Igualmente, el comportamiento de los electrones alrededor del núcleo no podría derivarse de sus mecánicas individuales. Por sí mismo, cada electrón tendería a situarse en el nivel energético más profundo y se debería esperar a que todos los electrones se situaran simultáneamente en este nivel fundamental. Pero, como lo ha mostrado el principio de exclusión de Pauli, «es ahí justamente donde actúa el constreñimiento de la totalidad que limita a dos electrones opuestos el número máximo de entre ellos que pueden tener lugar en el mismo nivel, y esta exigencia tiene como efecto llenar un buen número de niveles del átomo, independientemente del hecho de que sean más o menos profundos. Por supuesto que el átomo así constituido es cualitativamente por completo diferente de lo que hubiera sido si cada electrón se hubiese alojado en el nivel más bajo» (N. Dallaporta, 1975).

A partir de ahora, el átomo surge como objeto nuevo, el objeto organizado o sistema cuya explicación ya no se puede encontrar únicamente en la naturaleza de sus constituyentes elementales, sino que se encuentra también en su naturaleza organizacional y sistémica, que transforma los caracteres de los componentes.

Ahora bien, al constituir este sistema, el átomo, la verdadera textura de lo que es el universo físico, gases, líquidos, sólidos, moléculas, astros, seres vivos, se ve que el universo no está fundado en una unidad indivisible, sino en un sistema verdaderamente complejo.

El universo de los sistemas

El universo de los sistemas emerge, no sólo en la base de la *physis* (átomos) sino también en la piedra angular cósmica. La antigua astronomía no veía más que un sistema solar, es decir una rotación relojera de satélites alrededor de los astros. La nueva astrofísica descubre miríadas de sistemas solares, conjuntos organizadores que se sustentan a sí mismos por regulaciones espontáneas.

Por su parte, la biología moderna *da vida* a la idea de sistema, arruinando a la vez la idea de materia viva y la idea de principio vital que anestesiaban a la idea sistémica, que está incluida en la célula y el organismo. A partir de ahora, la idea de sistema vivo hereda simultáneamente la animación del ex-principio vital y la sustancialidad de la ex-materia viva. En fin, la sociología había

considerado desde su fundación a la sociedad como sistema, en el sentido fuerte de un todo organizador irreductible a sus constituyentes, los individuos.

Así pues, en adelante en todos los horizontes físicos, biológicos, antropo-sociológicos se impone el fenómeno-sistema.

El archipiélago Sistema

Todos los objetos clave de la física, de la biología, de la sociología, de la astronomía, átomos, moléculas, células, organismos, sociedades, astros, galaxias constituyen sistemas. Fuera de los sistemas, no hay sino dispersión particular. Nuestro mundo organizado es un archipiélago de sistemas en el océano del desorden. Todo lo que era objeto se convierte en sistema. Todo lo que era incluso unidad elemental, incluido sobre todo el átomo, se convierte en sistema.

En la naturaleza se encuentran masas, agregados de sistemas, flujos inorganizados, objetos organizados. Pero lo remarcable es el carácter polisistémico del universo organizado. Este es una sorprendente arquitectura de sistemas que se edifican los unos a los otros, los unos entre los otros, los unos contra los otros, implicándose e imbricándose unos a otros, con un gran juego de masas, plasmas, fluidos de microsistemas que circulan, flotan, envuelven las arquitecturas de sistemas. Así, el ser humano forma parte de un sistema social, en el seno de un ecosistema natural, el cual está en el seno de un sistema solar, el cual está en el seno de un sistema galáxico; está compuesto por sistemas celulares, los cuales están compuestos por sistemas moleculares, los cuales están compuestos por sistema atómicos. Hay, en este encadenamiento, encabalgamiento, enredamiento, superposición de sistemas y en la necesaria dependencia de unos con relación a los otros, en la dependencia, por ejemplo, que en el planeta tierra une un organismo vivo al sol que lo riega de fotones, a la vida exterior (eco-sistema) e interior (células y eventualmente micro-organismos), a la organización molecular y atómica, un fenómeno, un problema clave.

El fenómeno es lo que nosotros llamamos la *Naturaleza* que no es más que esta extraordinaria solidaridad de sistemas encabalgados edificándose los unos sobre los otros, por los otros, con los otros, contra los otros: la Naturaleza son los sistemas de sistemas, en rosario, en racimos, en pólipos, en matorrales, en archipiélagos.

Así, la vida es un sistema de sistemas de sistemas, no solamente porque el organismo es un sistema de órganos que son sistemas de moléculas que son sistemas de átomos, sino también porque el ser vivo es un sistema individual que participa de un sistema de reproducción, tanto uno como otro participan en un eco-sistema, el cual participa en la biosfera...

Estábamos hasta tal punto bajo el dominio de un pensamiento

disociativo y aislante, que esta evidencia no se había observado, salvo excepciones: «No existen realmente más que sistemas de sistemas, no siendo el simple sistema más que una abstracción didáctica (Lupasco, 1962, pág. 186). La Naturaleza es un todo polisistémico: aquí será necesario sacar todas las consecuencias de esta idea.

El problema, revalorizado por Koestler con la idea del *holon* (Koestler, 1968), es el de la aptitud propia de los sistemas de engancharse, de construirse los unos sobre y por los otros, pudiendo ser a la vez cada uno parte y todo.

Unamos el fenómeno al problema: debemos cuestionar la naturaleza del sistema y el Sistema de la Naturaleza. Podemos partir de estas observaciones iniciales: *el sistema ha tomado el lugar del objeto simple y sustancial, y es rebelde a la reducción a sus elementos; el encadenamiento de sistemas de sistemas rompe la idea de objeto cerrado y autosuficiente. Se ha tratado siempre a los sistemas como objetos; en adelante se trata de concebir los objetos como sistemas.* A partir de ahora es necesario concebir lo que es un sistema.

Presencia de los sistemas, ausencia del sistema

Actualmente, el fenómeno sistema es evidente en todas partes. Pero la idea-sistema apenas emerge todavía en las ciencias que tratan de fenómenos sistémicos. Ciertamente la química concibe la molécula *de facto* como sistema, la física nuclear concibe el átomo *de facto* como sistema, la astrofísica concibe la estrella *de facto* como sistema, pero en ninguna parte es explicada o explicante la idea de sistema. La termodinámica ha recurrido fundamentalmente a la idea de sistema, pero es para distinguir lo cerrado de lo abierto y no para reconocer en ella una realidad propia. La idea de sistema vivo vegeta y no se desarrolla. La idea de sistema social sigue siendo trivial: la sociología, que usa y abusa del término de sistema, no lo elucida jamás: explica la sociedad como sistema sin saber explicar lo que es un sistema [1].

Así, un poco por todas partes, el término de sistema permanece, bien sea evitado, bien sea vaciado. El sistema aparece como un concepto-peana y como tal, desde Galileo[2] hasta mediados de este siglo, no ha sido estudiado ni reflexionado. Se puede comprender por qué: sea porque la doble y exclusiva atención a los elementos constitutivos de los objetos y a las leyes generales que los rigen impide toda emergencia de la idea de sistema; sea porque la idea emerge débilmente, subordinada al carácter *sui generis* de los objetos disciplinariamente considerados. Así, en su sentido general, el término sistema es una palabra envoltorio; en su sentido particular, se adhiere de manera indespegable a la materia que lo constituye: no hay, pues, ninguna relación concebible entre los diversos empleos de la palabra sistema: sistema solar, sistema atómico, sistema social; la heterogeneidad de los constituyentes y de los principios de organización entre sistemas estelares y sistemas sociales es de tal manera evidente y chocante que aniquila toda posibilidad de unir en una las dos acepciones del término sistema.

Así, los sistemas están en todas partes, el sistema no está en ninguna parte de la ciencia. La noción está en diáspora, privada de su principio de unidad. Implícita o explícita, atrofiada o emergida no ha podido jamás izarse al nivel teórico, al menos hasta von Bertalanffy. ¿Se trata de una insuficiencia de la ciencia o de una insuficiencia del concepto de sistema? ¿Tiene necesidad la ciencia de desarrollar una teoría del sistema, o es el concepto de sistema el que no es desarrollable teóricamente? Dicho de otro modo: ¿Vale la pena liberar y autonomizar la noción de sistema? ¿No es demasiado general en su universalidad y demasiado particular en sus diversidades? ¿No es trivial y solamente trivial?

Es preciso, pues, que cuestionemos la noción de sistema. ¿Hay principios sistémicos que sean a la vez fundamentales, originales, no triviales? Dicho de otro modo, ¿tienen estos principios algún interés para el estudio de sistemas particulares y para la comprensión general de la *physis?*

En el curso de los años cincuenta von Bertalanffy elabora una *Teoría general de los sistemas* que por fin abre la problemática sistémica. Esta teoría (von Bertalanffy, 1968) se expandió por todas partes, con fortuna diversa, en el curso de los años sesenta. Aunque comporta aspectos radicalmente renovadores, la teoría geneal de los sistemas jamás ha intentado la teoría general *del* sistema; ha omitido profundizar su propio fundamento, reflexionar el concepto de sistema. Por esto, el trabajo preliminar todavía está por hacer: interrogar la idea de sistema.

Primera definición del sistema

Sobre la marcha, hemos dado una definición al vuelo de sistema: una interrelación de elementos que constituyen una entidad o unidad global. Tal definición comporta dos caracteres principales, el primero es la interrelación de los elementos, el segundo es la unidad global constituida por estos elementos en interrelación. De hecho, la mayor parte de las definiciones de la noción de sistema, desde el siglo XVII hasta los sistemistas de *la General Systems Theory* reconocen estos dos rasgos esenciales, poniendo el acento bien sea en el rasgo de la totalidad o globalidad, bien sea en el rasgo

[1] La tradicción «sistémica» en sociología, desde Comte y Pareto hasta Parsons, intenta explicar lo que es un *sistema social,* pero no en qué pertenece a la familia de los sistemas.

[2] Galileo, en su *Dialogo dei massimi systemi,* no da una palabra de explicación sobre lo que entiende por sistema.

relacional. Se complementan y encabalgan sin contradecirse verdaderamente jamás. Un sistema es «un conjunto de partes» (Leibniz, 1666), «todo conjunto de componentes definible» (Maturana, 1972). Las definiciones más interesantes unen el carácter global y el rasgo relacional: «Un sistema es un conjunto de unidades en interrelaciones mutuas» *(A system is a set of unities with relationship among them)* (von Bertalanffy, 1956), es la «unidad resultante de las partes en mutua interacción» (Ackoff, 1960), es «un todo *(whole)* que funciona como todo en virtud de los elementos *(parts)* que lo constituyen» (Rapoport, 1969). Otras definiciones nos indican que un sistema no está necesariamente ni principalmente compuesto de «partes», algunos de entre ellos pueden ser considerados como «conjunto de estados» (Mesarovic, 1962) incluso conjunto de eventos (lo que vale para todo sistema cuya organización es activa), o de reacciones (lo que vale para los organismos vivos). En fin, la definición de Ferdinand de Saussure (que era sistemista más que estructuralista) está particularmente bien articulada, y hace surgir, sobre todo, uniéndolo al de totalidad y al de interrelación, el concepto de organización: el sistema es «una totalidad organizada, hecha de elementos solidarios que no pueden ser definidos más que los unos con relación a los otros en función de su lugar en esta totalidad» (Saussure, 1931).

En efecto, no basta con asociar interrelación y totalidad, es preciso unir totalidad a interrelación mediante la idea de organización. Dicho de otro modo, desde el momento en que las interrelaciones entre elementos, eventos o individuos[1], tienen un carácter regular o estable, se convierten en organizacionales[2].

La organización, concepto ausente de la mayor parte de las definiciones del sistema, estaba hasta el presente como sofocada entre la idea de totalidad y la idea de interrelaciones mientras que ésta une la idea de totalidad a la de interrelaciones, volviéndose indisociables las tres nociones. A partir de ahora, se puede concebir el sistema como *unidad global organizada de interrelaciones entre elementos, acciones o individuos.*

[1] El término elemento no remite aquí a la idea de unidad simple y sustancial, sino que es relativo al todo del que forma parte. Así, los «elementos» de los sistemas de los que vamos a hablar (moléculas, células, etc.) son ellos mismos sistemas (que devienen subsistemas a partir de ahora) o/y eventos o/y individuos (seres complejos dotados de una fuerte autonomía organizadora). Un todo complejo, como el ser humano, puede aparecer como elemento/evento de un sistema social y de un sistema de reproducción biológica.

[2] Un agregado es diversidad no relacionada, por lo que no constituye un sistema. Puede ser que las condiciones exteriores impongan una cierta unidad. Así, se habla de sistema cerrado para un recipiente hermético que encierra un gas. Pero este gas, población de moléculas que se mueven y chocan al azar sin establecer interrelaciones, no constituye un sistema; está *en* un sistema: el recipiente. En un sistema, las interrelaciones entre elementos/eventos o individuos son constitutivos de la totalidad, y por ello constituyen la organización del sistema.

De la interacción a la organización

La aptitud para organizarse es la propiedad fundamental, sorprendente y evidente de la *physis*. Y sin embargo, es la gran ausente de la física.

El problema de la organización ha sido reprimido y ocultado de la misma manera que lo ha sido el problema del sistema (evidentemente puesto que son las dos caras del mismo problema). Las ciencias lo han encontrado, lo han tratado parcialmente, siempre en función del punto de vista particular de las disciplinas. Algunas lo han tratado pobremente, bajo el término de estructura. La física moderna camina hacia el problema de la organización cuando transforma las leyes de la naturaleza en interacciones (gravitacionales, electromagnéticas, nucleares fuertes, débiles), pero todavía no ha concebido el paso, la transformación de ciertas interacciones de carácter relacional en organización. Como ocurre a menudo, la cosa emerge antes que el concepto, que espera que su nicho se forme antes de poderlo habitar. Pero en lo sucesivo la idea de que hay un problema general de organización está «en el aire». «Cualesquiera que sean los niveles, los objetos de análisis (de la ciencia) siempre son organizaciones, sistemas» (Jacob, 1970, pág. 344)[1]; y Chomsky: «El método científico... no se interesa por los datos por sí mismos sino como testimonio de principios de organización» (Chomsky, 1967). La idea de una entidad o unidad propiamente organizacional está sugerida o buscada en el *holon* (Koestler, 1968), el *org* (Gérard, 1958), el *intégron* (Jacob, 1971). Es Henri Atlan quien finalmente elabora verdaderamente el concepto en sí mismo (Atlan, 1968, 1974).

De la interacción a la organización

Vuelvo a lo que se dijo como conclusión del capítulo precedente: en la Naturaleza no hay un principio *sui generis* de organización u organtropía, que provoque *deux ex machina* la reunión de los elementos que deben constituir el sistema. No hay principio sistémico anterior y exterior a las interacciones entre elementos. Por contra, hay unas condiciones físicas de formación donde ciertos fenómenos de interacciones, que toman forma de interrelaciones, devienen organizacionales. Si hay principio organizador, nace de los encuentros aleatorios, de la copulación del desorden y el orden, en y por la ca-

[1] La oposición, a la vez de sinonimia y de complementariedad, entre los términos de organización y de sistema, indica en François Jacob que los dos términos constituyen dos caras del mismo fenómeno, que se recubren sin ser redundantes.

tástrofe (Thom, 1972), es decir, el cambio de forma. Y ésta es la maravilla morfogenética en la que el surgimiento de la interrelación, de la organización, del sistema son las tres caras de un mismo fenómeno:

¿Qué es la organización? En una primera definición: la organización es la disposición de relaciones entre componentes o individuos que produce una unidad compleja o sistema, dotado de cualidades desconocidas en el nivel de los componentes o individuos. La organización une[1] de forma interrelacional elementos o eventos o individuos diversos que a partir de ahí se convierten en los componentes de un todo. Asegura solidaridad y solidez relativa a estas uniones, asegura, pues, al sistema una cierta posibilidad de duración a pesar de las perturbaciones aleatorias. La organización, pues: *transforma, produce, reúne, mantiene.*

El concepto trinitario: organización ▽ sistema
interrelación

La idea de organización y la idea de sistema no solamente siguen siendo embrionarias, sino que están disociadas. Me propongo asociarlas aquí, puesto que el sistema es el carácter fenoménico y global que toman las interrelaciones cuya disposición constituye la organización del sistema. Los dos conceptos están unidos por el de interrelación: toda interrelación dotada de cierta estabilidad o regularidad toma carácter organizacional y produce un sistema[1]. Hay pues, una reciprocidad circular entre estos tres términos: interrelación, organización, sistema.

Aunque inseparables, estos tres términos son relativamente distinguibles. La idea de interrelación remite a los tipos y formas de unión entre elementos o individuos, entre estos elementos/individuos y el Todo. La idea de sistema remite a la unidad compleja del todo interrelacionado, a sus caracteres y sus propiedades fenoménicas. La idea de organización remite a la disposición de las partes dentro, en y por un Todo.

La relativa autonomía de la idea de organización se verifica del modo más simple en el caso de los isómeros, compuestos de la misma fórmula química, de la misma masa molecular, pero cuyas propiedades son diferentes porque y solamente porque hay una cierta diferencia de disposición de los átomos entre sí en la molécula. Presentimos de pronto el papel considerable de la organización, que puede modificar las cualidades y los caracteres de los sistemas constituidos por elementos parecidos, pero dispuestos, es decir, organizados diferentemente. Sabemos por otra parte que la diversidad de los átomos resulta de las variaciones en el número y en la disposición de tres tipos de partículas; que la diversidad de las especies vivas depende de las variaciones en el número y la disposición de cuatro elementos base que forman «código»[2].

Así pues, necesitamos un concepto en tres, tres conceptos en uno, que sea cada uno un rostro definible de la misma realidad común.

La construcción de este concepto trinitario puede ser de interés primordial puesto que concernería a la *physis* organizada que nosotros conocemos, del átomo a la estrella, de la bacteria a la sociedad humana.

¿Interés primordial o banalidad primaria? No se ve lo que podría destacarse de «común» en una confrontación empírica entre molécula, sociedad, estrella. Pero no es éste el sentido en el que hay que esforzarse: *es en nuestro modo de percibir, concebir y pensar de modo organizacional lo que nos rodea y que nosotros llamamos realidad.*

[1] Las interrelaciones o uniones pueden ir desde la asociación (unión de elementos o individuos que conservan fuertemente su individualidad) a la combinación (que implica una relación más íntima y más transformacional entre elementos y determina un conjunto más unificado). Las uniones pueden ser aseguradas:
- — por dependencias fijas y rígidas,
- — por interrelaciones activas o interacciones organizacionales,
- — por retroacciones reguladoras,
- — por comunicaciones informacionales.

[1] Ashby hacía observar que cuando una relación entre, por ejemplo, dos entidades A y B llega a ser condicional de un valor o de un estado C, está presente un componente organizacional (Ashby, 1962).

[2] Parece establecido que las secuencias del ADN del chimpancé y las del *homo sapiens* difieren mucho más por la disposición de grandes unidades que por su orden de sucesión en detalle.

2. La unidad compleja organizada. El Todo y las partes. Las emergencias y los constreñimientos

Unitas multiplex

No podríamos dar una identidad sustancial, clara, simple del sistema. El sistema se presenta en principio como *unitas multiplex* (Angyal, 1941), es decir, paradoja: considerado bajo el ángulo del Todo, es uno y homogéneo; considerado bajo el ángulo de los constituyentes, es diverso y heterogéneo. Atlan ha despejado muy bien el carácter organizacional de esta paradoja: la organización es un complejo de variedad y de orden repetitivo (redundancia), puede incluso ser considerada como un compromiso, o una conjugación, entre el máximo de variedad y el máximo de redundancia (Atlan, 1974).

La primera y fundamental complejidad del sistema es asociar en sí la idea de unidad, por una parte y la de diversidad o multiplicidad por la otra, que en principio se repelen y excluyen. Y lo que hay que comprender son los caracteres de la unidad compleja: un sistema es una unidad global, no elemental, puesto que está constituida por partes diversas interrelacionadas. Es una unidad original, no originaria: dispone de cualidades propias e irreductibles, pero debe ser producido, construido, organizado. Es una unidad individual, no indivisible: se puede descomponer en elementos separados, pero entonces su existencia se descompone. Es una entidad hegemónica, no homogénea: está constituido por elementos diversos, dotados de caracteres propios que tiene en su poder.

La idea de unidad compleja va a tomar densidad si presentimos que no podemos reducir ni el todo a las partes, ni las partes al todo, ni lo uno a lo múltiple, ni lo múltiple a lo uno, sino que es preciso que intentemos concebir juntas, de forma a la vez complementaria y antagonista, las nociones de todo y de partes, de uno y de diverso.

Se empieza a comprender que esta complejidad haya tenido un efecto alérgico, en una ciencia que buscaba sus fundamentos precisamente en lo reducible, lo simple, lo elemental. Se empieza a comprender que el concepto de sistema haya sido contorneado, descuidado, ignorado. Incluso entre los sistemistas, son rarísimos los que han introducido la complejidad en la definición de sistema. Lo he encontrado solamente en Jean Ladrière: «Un sistema es un objeto complejo, formado de componentes distintos unidos entre sí por un cierto número de relaciones» (Ladrière, 1973, pág. 686). Ahora bien, si queremos intentar una teoría del sistema, debemos afrontar

el problema de la unidad compleja, comenzando por las relaciones entre el todo y las partes.

Las emergencias

El todo es más que la suma de las partes

El sistema posee algo más que sus componentes considerados de forma aislada o yuxtapuesta:

— su organización,
— la unidad global misma (el «todo»),
— las cualidades y propiedades nuevas que emergen de la organización global.

Observamos enseguida que yo separo estos tres términos de manera muy abstracta, pues la organización y la unidad global pueden ser consideradas como cualidades y propiedades nuevas que emergen de las interrelaciones entre partes; que la organización y las cualidades nuevas pueden ser consideradas como rasgos propios de la unidad global; que la unidad global y sus cualidades emergentes pueden ser consideradas como los productos mismos de la organización.

Es sobre todo la noción de emergencia la que puede confundirse con la totalidad, siendo el todo emergente y la emergencia un rasgo propio del todo.

La idea de totalidad es, pues, crucial aquí. Esta idea, que a menudo había salido a la superficie en la historia de la filosofía, se había expandido en la filosofía romántica y sobre todo en Hegel. Surge a veces en las ciencias contemporáneas así como en la teoría de la forma o *Gestalt*[1]. Desde el punto de vista de la construcción del propio concepto de sistema, von Foester ha indicado que la regla de composición de los componentes en interacciones en la coalición es superaditiva *superadditive composition rule,* von Foester, 1962, págs. 866-867). Lo que importa ahora es despejar las cualidades o propiedades nuevas que emergen con la globalidad.

Las emergencias globales

Se puede llamar emergencias a las cualidades o propiedades de un sistema que presentan un carácter de novedad con relación a las

[1] La *Gestalt* ha insistido en la acción de campo que manda la formación de totalidades no aditivas: el todo es diferente de la suma de las partes, constituye una forma propia, que se impone en cada estado o modificación de las partes. La *Gestalt,* particularmente con Köhler, ha sabido ver el carácter físico del fenómeno globalitario, mientras que muchos sistemistas hacen del sistema un concepto puramente formal; pero no ha desarrollado el carácter organizacional/sistémico de la forma global o *Gestalt.*

cualidades o propiedades de los componentes considerados aisladamente o dispuestos de forma diferente en otro tipo de sistema.

Todo estado global presenta cualidades emergentes. El átomo, como se ha visto, es un sistema que dispone de propiedades originales, particularmente la estabilidad, en relación con las partículas que lo constituyen y confiere retroactivamente esta cualidad de estabilidad a las partículas lábiles que integra. En cuanto a las moléculas, «la nueva especie aparecida no tiene ninguna relación con los constituyentes primitivos, sus propiedades no son de ningún modo la suma de los suyos y se comporta de manera diferente en todas las circunstancias. Si la masa, la cantidad de sustancia total permanece igual, su cualidad, su esencia es nueva por completo» (Auger, 1966, páginas 130-131). Así, la mezcla de dos gases que son el amoníaco y el ácido clorhídrico da lugar molecularmente al cloruro de amonio sólido. El ejemplo aparentemente banal, de hecho muy complejo, del agua nos muestra que su carácter líquido (a temperaturas ordinarias) es debido a las propiedades, no de los átomos sino de las moléculas de H_2O de unirse entre sí de modo muy flexible[1].

Las cualidades nacen de las asociaciones, de las combinaciones; la asociación de un átomo de carbono, en una cadena molecular, hace emerger la estabilidad, cualidad indispensable para la vida. En lo que concierne a la vida, «está claro que las propiedades de un organismo sobrepasan la suma de las propiedades de sus constituyentes. La naturaleza hace algo más que adiciones: integra» (Jacob, 1965) y está claro que la célula viva detenta propiedades emergentes (Monod, 1971) —alimentarse, metabolizar, reproducirse.

Estas propiedades emergentes, cuyo haz es llamado precisamente vida, empapan el todo en tanto que todo y retroactúan sobre las partes en tanto que partes. De la célula al organismo, del genoma al *pool* genético se constituyen totalidades sistémicas dotadas de cualidades emergentes.

En fin, el postulado implícito o explícito de toda sociología humana es que la sociedad no podría ser considerada como la suma de los individuos que la componen, sino que constituye una entidad dotada de cualidades específicas.

Es completamente remarcable que las nociones, aparentemente elementales, de materia, vida, sentido, humanidad, corresponden de hecho a cualidades emergentes de sistemas (Serres, 1976, pág. 276). La materia no tiene consistencia, sino a nivel del sistema atómico. La vida, acabamos de verlo, es la emanación de la organización viva; y no es la organización viva la que es la emanación de un principio vital. El sentido que los lingüistas buscan a tientas en las profundidades o recodos del lenguaje no es otro que la emergencia misma del discurso que aparece en el despliegue de las unidades globales y retroactúa sobre las unidades de base que lo han hecho emerger. Lo humano, en fin, es una emergencia propia del sistema cerebral hipercomplejo de un primate evolucionado. Así, definir al hombre por oposición a la naturaleza, es definirlo exclusivamente en función de sus cualidades emergentes.

[1] Las propiedades del hidrógeno y del oxígeno (peso atómico, posición en las tablas de Mendeleev) parecen deber hacer del H_2O un compuesto gaseoso (en H_2S, que sigue siendo gaseoso a temperaturas ordinarias, el átomo S es más pesado que el átomo O).

Las micro-emergencias (la parte es más que la parte)

La emergencia es un producto de organización que, aunque inseparable del sistema en tanto que todo, aparece no solamente a nivel global, sino eventualmente a nivel de los componentes. Así, las cualidades inherentes a las partes en el seno de un sistema dado están ausentes o son virtuales cuando estas partes están en estado aislado; no pueden ser adquiridas y desarrolladas más que por y en el todo. Como se ha visto, el neutrón adquiere cualidades de duración en el seno del núcleo; los electrones adquieren cualidades de individualidad bajo el efecto organizacional del principio de exclusión de Pauli. La célula crea las condiciones de pleno empleo de cualidades moleculares sub-utilizadas en el estado aislado (catálisis). En la sociedad humana, con la constitución de la cultura, los individuos desarrollan sus aptitudes en el lenguaje, en el artesanado, en el arte, es decir que sus cualidades individuales más ricas emergen en el seno del sistema social. Así, vemos sistemas donde las macro-emergencias retroactúan en micro-emergencias sobre las partes. A partir de ahora, no sólo el todo es más que la suma de las partes, sino que la parte es en y por el todo, más que la parte.

La realidad de la emergencia

Los fenómenos de emergencia son muy evidentes, desde el momento en que se notan. Pero estas evidencias están dispersas, singularizadas, no han sido meditadas ni teorizadas.

En la idea de emergencia están estrechamente ligadas las ideas de:

— cualidad, propiedad,
— producto, puesto que la emergencia está producida por la organización del sistema,
— globalidad, puesto que es indisociable de la unidad global,
— novedad, puesto que la emergencia es una cualidad nueva con relación a las cualidades anteriores de los elementos.

Cualidad, producto, globalidad, novedad son pues, nociones que es preciso unir para comprender la emergencia.

La emergencia tiene algo de relativo (en el sistema que la ha producido y del que depende) y de absoluto (en su novedad); tenemos que considerarla pues, bajo estos dos ángulos aparentemente antagonistas.

Cualidad nueva

La emergencia es una cualidad nueva con relación a los constituyentes del sistema. Tiene, pues, virtud de *evento,* puesto que surge de forma discontinua una vez se ha constituido el sistema; tiene, por supuesto, el carácter de *irreductibilidad;* es una cualidad que no se deja descomponer, y que no se puede deducir de los elementos anteriores.

Acabamos de decir que la emergencia es *irreductible* —fenoménicamente— e *indeducible* lógicamente. ¿Qué quiere decir esto? Para empezar, que la emergencia se impone como *hecho,* dato fenoménico que el entendimiento debe constatar primero. Las propiedades nuevas que surgen en el nivel de la célula no son deducibles de las moléculas consideradas en sí mismas. Incluso cuando se la puede predecir a partir del conocimiento de las condiciones de su surgimiento, la emergencia constituye un salto lógico, y abre en nuestro entendimiento la brecha por donde penetra la irreductibilidad de lo real...

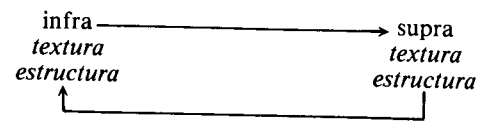
Entre epifenómeno y fenómeno

¿Cómo situar la emergencia? Tanto nos parece epifenómeno, producto, resultante, cuanto el fenómeno mismo que hace la originalidad del sistema...

Tomemos el ejemplo de nuestra conciencia. La conciencia es el producto global de interacciones y de interferencias cerebrales inseparables de las interacciones e interferencias de una cultura sobre un individuo. Efectivamente se puede concebir como epifenómeno, relámpago que surge y se apaga enseguida, fuego fatuo incapaz de modificar un comportamiento mandado o «programado», por otra parte (el aparato genético, la sociedad, las «pulsiones», etc.). La conciencia también puede muy justamente aparecer como superestructura, resultante de una organización de las profundidades y que se manifiesta de manera superficial y frágil, como todo lo que es secundario y dependiente. Pero una tal descripción omitiría remarcar que este epifenómeno frágil es al mismo tiempo la cualidad global, más extraordinaria del cerebro, la autorreflexión por la que existe el «mí, yo». Esta descripción ignoraría también la retroacción de la conciencia sobre las ideas y sobre el comportamiento, los trastornos que puede aportar (conciencia de la muerte). Esta descripción ignoraría, en fin, la dimensión totalmente nueva y a veces decisiva que la aptitud auto-crítica de la conciencia puede aportar a la personalidad misma. La retroacción de la conciencia puede ser más o menos incierta, más o menos modificadora. Y, según los momentos, según las condiciones, según los individuos, según los problemas afrontados, según las pulsiones cuestionadas, la conciencia aparecerá, sea como puro epifenómeno, sea como superestructura, sea como cualidad global, sea como capaz o como incapaz de retroacción...

Así el concepto de emergencia no se deja reducir por los de superestructura, epifenómeno, o incluso globalidad; pero mantiene relaciones necesarias, oscilantes e inciertas con estos conceptos. Es precisamente a la vez su irreductibilidad y esta relación imprecisa y dialectalizable lo que lo impone como noción compleja. Además, la sola caracterización de la emergencia como superestructura resulta irrisoria. La emergencia está demasiado unida a la globalidad, y esta última está demasiado unida a la organización para poder ser superficializada.

Acabamos de verlo con la conciencia: ésta es una cualidad dotada de potencialidades organizadoras, capaces de retroactuar sobre el ser mismo, de modificarlo, de desarrollarlo. En este punto, es preciso abandonar la jerarquía simple entre infra (textura, estructura) y supra (textura, estructura) en provecho de una retroactividad organizacional donde el producto último retroactúa transformando lo que él produce.



Así, la emergencia nos constriñe a complejizar nuestros sistemas de explicación de los sistemas. Fruto del conjunto organizacional/sistémico, puede ciertamente ser descompuesta en sus elementos constitutivos. Pero como ocurre en el fruto, esta descomposición la descompone. Como la fruta, es siempre última (cronológicamente) y siempre primera (por la calidad). Es a la vez producto de síntesis y virtud de síntesis. Y al igual que la fruta, producto último, es al mismo tiempo el ovario portador de las virtudes reproductoras, del mismo modo la emergencia puede contribuir retroactivamente a producir y reproducir lo que la produce.

La emergencia de la realidad

La realidad fenoménica

Las emergencias, cualidades nuevas, son al mismo tiempo las cualidades fenoménicas del sistema. Como he dicho, son lógicamente indeducibles, y físicamente irreductibles (se pierden si el sistema se disocia). Pero, por lo mismo, constituyen el signo y el indicio de una realidad exterior a nuestro entendimiento. Volveremos a encontrar esta idea en nuestro camino: lo real no es lo que se deja absorber por el discurso lógico, sino lo que se le resiste. Nos parece, pues, aquí que lo real no se encuentra solamente escondido en las profundidades del «ser»; surge también en la superficie de lo que está, en la fenomenalidad de las emergencias.

La arquitectura material

Lo hemos puesto de relieve anteriormente; la naturaleza es polisistémica. Del núcleo al átomo, del átomo a la molécula, de la molécula a la célula, de la célula al organismo, del organismo a la sociedad, una fabulosa arquitectura sistémica se edifica. Aquí no se trata de dar cuenta de esta arquitectura, sino de indicar que no es concebible, sino introduciendo la noción de emergencia.

En efecto, las emergencias globales del sistema de base, el átomo, se convierten en materias y elementos para el nivel sistémico que engloba la molécula, cuyas cualidades emergentes, a su vez, se convertirán en los materiales primarios de la organización celular, y así sucesivamente... Las cualidades emergentes se montan unas sobre las otras, convirtiéndose la cabeza de las unas en los pies de las otras, y los sistemas de sistemas de sistemas son emergencias de emergencias de emergencias.

La emergencia de la emergencia

La noción de emergencia apenas emerge. Y sentimos ya la necesidad polivalente de ésta. Nos permite comprender mejor el sentido profundo de la proposición según la cual el todo es más que la suma de las partes. Aun cuando organización y globalidad pueden ser considerados como emergencias, se comprende ahora que este *más,* no es sólo la organización que crea la globalidad, es también la emergencia que hace florecer la globalidad.

La emergencia nos abre una nueva inteligencia del mundo fenoménico; nos propone un hilo conductor a través de las arborescencias de la materia organizada. Al mismo tiempo, nos plantea problemas; es preciso que la situemos de manera compleja en las relaciones entre todo y partes, entre estructuralidad (super, infra-estructura) y fenomenalidad, lo que nos impone ir más lejos en la teoría del sistema.

Por otro lado, nos hace desembocar en los aspectos más asombrosos de la *physis;* el salto de la novedad, de la síntesis, de la creación... Esta noción, precisamente en el salto lógico y físico de las cualidades de los elementos a las cualidades del todo, lleva también, como todas las nociones portadoras de inteligibilidad, su misterio. Este misterio de emergencia, el mismo de la vida y de la conciencia, aparece ya en el misterio físico del átomo, de la molécula o incluso de un circuito en resonancia (Stewart).

Podemos en fin, presentir mejor lo que teje, y deshace nuestras propias vidas. Si es verdad que las emergencias no constituyen virtudes originarias, sino virtudes de síntesis, si es verdad que, siendo siempre cronológicamente secundarias, son siempre primeras por la cualidad, si es verdad, pues, que las cualidades más preciosas de nuestro universo no pueden ser sino emergencias, entonces es preciso que invirtamos la visión de nuestros valores. Queremos ver estas virtudes exquisitas como esencias inalterables, como fundamentos ontológicos, cuando son frutos últimos. En la base no hay más que constituyentes, mantillo, abonos, elementos químicos, trabajo de bacterias. La conciencia, la libertad, la verdad, el amor son frutos, flores. Los encantos más sutiles, los perfumes, la belleza de los rostros y de las artes, los fines sublimes a los cuales nosotros nos abocamos, son las eflorescencias de sistemas de sistemas de sistemas, de emergencias de emergencias de emergencias... Representan lo que hay de más frágil, de más alterable: un nada las desflorará, la degradación y la muerte las golpearán primero, siendo que nosotros las creemos o las querríamos inmortales.

Los constreñimientos: El todo es menos que la suma de las partes

Desde que se concibe el sistema, la idea de unidad global se impone hasta tal punto que ciega, lo que hace que a la ceguera reduccionista (que no ve más que los elementos constitutivos) le suceda una ceguera «holista» (que no ve más què el todo). Así, si se ha remarcado muy a menudo que el todo es más que la suma de las partes, muy raramente se ha formulado la proposición contraria: el todo es menos que la suma de las partes. Y que yo sepa ni siquiera se ha soñado en unir las dos proposiciones:

$$S > S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \ldots > S$$
$$S < S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \ldots < S,$$

Es una formulación de Jacques Sauvan la que me ha hecho concebir la segunda proposición: yo la he unido a la primera de modo aparentemente absurdo, es decir: $S \equiv\!\!\!\!\neq S$ o $S > < S$ y he buscado el fundamento organizacional de la paradoja.

Los constreñimientos

El todo es menos que la suma de las partes: esto significa que las cualidades de las propiedades, unidas a las partes consideradas aisladamente, desaparecen en el seno del sistema. Raramente es reconocida una idea semejante, y sin embargo, es deducible de la idea de organización, y se deja concebir mucho más lógicamente que la emergencia.

Ashby había observado que la presencia de una organización entre variables es equivalente a la existencia de constreñimientos en la producción de posibilidades (Ashby, 1962). Se puede generalizar esta proposición y considerar que toda relación organizacional ejerce restricciones o constreñimientos en los elementos o partes que le están —la palabra es buena— sometidos.

En efecto, hay sistemas cuando sus componentes no pueden adoptar todos sus estados posibles.

El determinismo interno, las reglas, las regularidades, la subordinación de los componentes al todo, el ajuste de las complementariedades, las especializaciones, la retroacción del todo, la estabilidad del todo y, en los sistemas vivos, los dispositivos de regulación y de control, el orden sistémico en una palabra, se traducen en otros tantos constreñimientos. Toda asociación implica constreñimiento: constreñimientos ejercidos por las partes interdependientes las unas de las otras, constreñimientos de las partes sobre el todo, constreñimiento del todo sobre las partes. Pero, mientras que los constreñimientos de las partes sobre el todo se refieren en principio a los caracteres materiales de las partes, los constreñimientos del todo sobre las partes son en primer lugar de organización.

El todo es menos que la suma de las partes

Toda organización comporta grados de subordinación diversos a nivel de los constituyentes (veremos que el desarrollo de la organización no significa necesariamente incremento de constreñimientos, veremos incluso que los progresos de la complejidad organizacional se fundan en las «libertades» de los individuos que constituyen el sistema).

Hay siempre, y en todo sistema, e incluso en los que suscitan emergencias, constreñimientos en las partes, que imponen restricciones y servidumbres. Estos constreñimientos, restricciones, servidumbres, les hacen perder o les inhiben cualidades o propiedades. En este sentido el todo es pues, *menos* que la suma de las partes.

Los ejemplos citados anteriormente pueden ser leídos a la inversa. Una unión química determina constreñimientos en cada elemento unido y, por ejemplo, la adquisición de la cualidad sólida por unión de dos moléculas gaseosas se paga evidentemente con la pérdida de la cualidad gaseosa. Pero estos ejemplos físico-químicos son muy poco serios y prueban bien poco. *En efecto, allí donde la organización crea y desarrolla regulaciones activas, controles y especializaciones internas,* es decir, partiendo de las primeras organizaciones vivas —las células— hasta las organizaciones antropo-sociales, es donde se manifiesta con resplandor, tanto el principio de emergencia como el principio de constreñimiento.

Así la regulación de la actividad enzimática, en el seno de la célula, comporta un constreñimiento inhibidor cuando el producto final de una cadena de reacciones enzimáticas se fija en un lugar (llamado alostérico) de una enzima del otro extremo de la cadena y bloquea en consecuencia todas las reacciones que tendrían que haberse seguido. Del mismo modo, la regulación genética se efectúa mediante una molécula específica —significativamente llamada «represor»— que se fija a un gen y le impide expresarse. De hecho, como se verá, hay un juego complejo de bloqueo/desbloqueo en los circuitos a través de los cuales se efectúa la organización mediante constreñimientos que inhiben en ciertos momentos el juego de procesos relativamente autónomos.

Como veremos, toda organización que determina y desarrolla especializaciones y jerarquizaciones determina y desarrolla constreñimientos, sojuzgamientos y represiones. Actualmente sabemos que cada célula de un organismo lleva en sí la información genética de todo el organismo. Pero la mayor parte de esta información está reprimida, sólo la ínfima parte que corresponde a la actividad especializada de la célula puede expresarse.

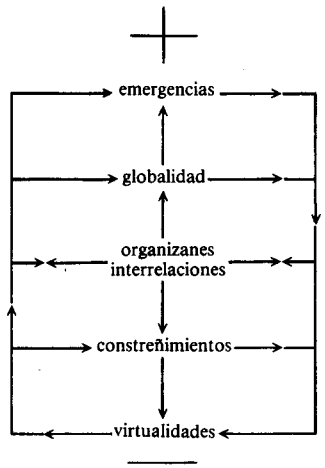
Los constreñimientos que inhiben enzimas, genes, incluso células no disminuyen una libertad inexistente a este nivel, no emergiendo la libertad más que en un nivel de complejidad individual en que hay posibilidades de elección; inhiben *cualidades,* posibilidades de acción o de expresión. Los contreñimientos no pueden ser destructores en libertad, es decir, no pueden llegar a ser opresivos más que como individuos que disponen de posibilidades *de elección, de decisión y de desarrollo complejo.* Así, este problema de los constreñimientos se plantea de forma a la vez ambivalente y trágica en el nivel de las sociedades y singularmente de las sociedades humanas.

Ciertamente, es la cultura la que permite el desarrollo de las potencialidades del espíritu humano. Ciertamente, es la sociedad la que constituye un todo solidario que protege a los individuos que respe-

tan sus reglas. Pero es también la sociedad la que impone sus coerciones y represiones a todas las actividades, desde las sexuales hasta las intelectuales. En fin y, sobre todo, en las sociedades históricas la dominación jerárquica y la especialización del trabajo, las opresiones y las esclavitudes inhiben y prohiben las potencialidades creadoras de los que las soportan.

Así, el desarrollo de ciertos sistemas puede pagarse con un formidable sub-desarrollo de las posibilidades que se incluyen en él.

EL TODO ES MÁS



Y MENOS QUE LA SUMA DE LAS PARTES

En el plano más general, desembocamos en una visión de complejidad, de ambigüedad, de diversidad sistemática. En lo sucesivo debemos considerar en todo sistema, no solamente la ganancia en emergencias, sino también la pérdida por constreñimientos, sojuzgamientos, represiones. Un sistema no es solamente enriquecimiento, es también empobrecimiento y el empobrecimiento puede ser más grande que el enriquecimiento. Esto nos muestra igualmente que los sistemas no sólo se diferencian por sus constituyentes físicos o su clase de organización, sino también por el tipo de producción de constreñimientos y de emergencias. En el seno de una misma clase de sistemas, puede haber una oposición fundamental entre los sistemas donde predomine la producción de las micro y macro-emergencias y aquellos donde predomina la represión y el sojuzgamiento.

La formación del todo y la transformación de las partes

El sistema es a la vez más, menos, distinto de la suma de las partes. Las partes mismas son menos, eventualmente más, y en cualquier caso distintas de lo que eran o serían fuera del sistema.

Esta formulación paradójica nos muestra en principio lo absurdo que sería reducir la descripción del sistema a términos cuantitativos. Nos significa, no solamente que la descripción debe ser también cualitativa, sino sobre todo compleja.

Esta formulación paradójica nos muestra al mismo tiempo que *un sistema es un todo que toma forma al mismo tiempo que sus elementos se transforman.*

La idea de emergencia es inseparable de la morfogénesis sistémica, es decir de la creación de una forma nueva que constituye un todo: la unidad compleja organizada. Se trata de morfogénesis puesto que el sistema constituye una realidad topológica, estructural y cualitativamente nueva en el espacio y el tiempo. La organización transforma una diversidad discontinua de elementos en una forma global. Las emergencias son las propiedades, globales y particulares, surgidas de esta formación, inseparable de la transformación de los elementos.

Las adquisiciones y las pérdidas cualitativas nos indican que los elementos que participan de un sistema son transformados, *y en principio en partes de un todo.*

Desembocamos en un principio sistémico clave: la unión entre formación y transformación. *Todo lo que forma transforma.* Este principio se volverá activo y dialéctico a escala de la organización viva, donde transformación y formación constituyen un circuito recursivo ininterrumpido.

3. La organización de la diferencia. Complementariedades y antagonismos

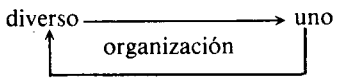
La diferencia y la diversidad

Todo sistema es uno y múltiple. La multiplicidad puede no concernir más que a los constituyentes parecidos y distintos, como los átomos de un conjunto cristalino. Pero basta con esa diferencia, para que se constituya una organización entre estos átomos, que impone sus constreñimientos (en la disposición de cada átomo) y produce sus emergencias (las propiedades cristalinas). No obstante, tales sistemas son «pobres» con relación a los sistemas que, de los áto-

mos a los soles, de las células a las sociedades, son organizadores de, en y por la diversidad de los constituyentes.

Estos sistemas no son sólo, pues, uno/múltiples, son también uno/diversos. Su diversidad es necesaria para su unidad y su unidad es necesaria para su diversidad.

Uno de los rasgos más fundamentales de la organización es la aptitud para transformar la diversidad en unidad, sin anular la diversidad (asociación de protones, neutrones, electrones en el átomo, asociaciones de átomos diversos en la molécula, de moléculas diversas en la macromolécula) *y también para crear la diversidad en y por la unidad.* Así, el principio de exclusión de Pauli impone, en el seno del átomo, una individualización cuántica que singulariza cada uno de los electrones idénticos. La organización celular produce y mantiene la diversidad de sus constituyentes moleculares. La constitución de un organismo adulto a partir de un huevo es un proceso de creación intraorganizacional de millones o billones de células a la vez diferenciadas, diversificadas e individualizadas (que disponen de autonomía organizadora). Todo lo que es organización viva, es decir, no solamente el organismo individual, sino también el ciclo de las reproducciones, los eco-sistemas, la biosfera ilustran el encadenamiento en circuito de esta doble proposición: la diversidad organiza la unidad, que organiza a la diversidad:



Así la diversidad es requerida, conservada, mantenida, sostenida, incluso creada y desarrollada en y por la unidad sistémica, que ella misma crea y desarrolla.

Hay ciertamente un problema de relación compleja, es decir, complementaria, concurrente, antagonista, entre diversidad y unidad, es decir, entre el orden repetitivo y el despliegue de la variedad, que resuelve, como indica Atlan (Atlan, 1974), la fiabilidad de la organización, es decir su aptitud para sobrevivir. El predominio del orden repetitivo ahoga toda posibilidad de diversidad interna, y se traduce en sistemas pobremente organizados y pobremente emergentes, como lo ha indicado el ejemplo de los conjuntos cristalinos. En el otro límite, la extrema diversidad corre el riesgo de hacer estallar la organización y se transforma en dispersión. No hay un óptimo abstracto, un «justo medio» entre el orden repetitivo y la variedad. En mi opinión, todo incremento de complejidad se traduce en un incremento de variedad en el seno de un sistema, *este incremento, que tiende a la dispersión en el tipo de organización en el que se produce, requiere desde ahora una transformación de la organización, en un sentido más flexible y más complejo.* El desarrollo de la complejidad requiere, pues, a la vez una riqueza más grande en la diversidad y una riqueza más grande en la unidad (que se fundará, por ejemplo, en la intercomunicación y no en la coerción). Así, en principio, van a la par los desarrollos de la diferencia, de la diversidad, de la individualidad internas en el seno de un sistema, la riqueza de las cualidades emergentes, internas (propias de las individualidades constitutivas) y globales y la cualidad de la unidad global.

Doble identidad y complementariedad

En estas condiciones, lo *uno* tiene una identidad compleja (a la vez múltiple y una). Las partes, cosa que casi no ha sido señalado, tienen una *doble identidad.* Tienen su identidad propia y participan de la identidad del todo. Por muy diferentes que puedan ser, los elementos o individuos que constituyen un sistema tienen al menos una identidad común de pertenencia a la unidad global y de obediencia a sus reglas organizacionales.

En las sociedades humanas, el individuo tiene desde su nacimiento la doble identidad, personal y familiar (se define individualmente del resto como «hijo de»); va a desarrollar su propia originalidad individual y adquirir correlativamente su identidad social, en y por la cultura.

Todo sistema comporta, pues, una relación, muy variable según las clases y tipos de sistemas, entre diferencia e identidad. Se puede extrapolar mucho más allá del lenguaje lo que decía Ferdinan de Saussure: «El mecanismo lingüístico funciona por completo en las identidades y las diferencias, no siendo estas más que la contrapartida de aquéllas» (Saussure, 1931).

La organización de la diferencia

La organización de un sistema es la organización de la diferencia. Establece relaciones complementarias entre las diferentes y diversas partes, así como entre las partes y el todo.

Los elementos y partes son complementarios en un todo. Esta idea es trivial, roma, falsa. La idea no trivial es: las partes están organizadas de forma complementaria en la constitución de un todo. Pues nos lleva a interrogarnos sobre las condiciones, modalidades, límites, problemas, que plantea esta complementariedad.

La complementariedad organizacional puede instituirse de diversas formas como, por ejemplo:

— interacciones (interacciones gravitacionales entre astros y planetas que constituyen un sistema solar, interacciones eléctricas entre el núcleo y los electrones que constituyen un sistema atómico);
— uniones que instituyen una parte común; así uno o varios electrones son comunes a los átomos que forman molécula;
— asociaciones y combinaciones de actividades complementarias (especializaciones funcionales);
— comunicaciones informacionales; en este caso, la identidad común entre las partes, seres, individuos diferentes puede limitarse a la participación de un mismo código.

La organización de la diferencia conoce sus desarrollos originales en el estado biológico. Estos van a seguir dos vías:
— el desarrollo de la especialización, es decir, de la diferenciación organizacional, anatómica, funcional de los elementos, individuos o subsistemas; tal organización está asociada a fuertes constreñimientos y al desarrollo de aparatos de control y orden;
— el desarrollo de las competencias y de la autonomía de las individualidades que componen el sistema, que va a la par de una organización que desarrolla las intercomunicaciones y cooperaciones internas (Changeux, Danchin, 1976).

Abordaremos estos problemas de frente en su momento y lugar (t. II). Pero adivinamos que habrá tantas combinaciones como antagonismos entre estos dos tipos de organización. Sabemos por nuestra experiencia antropo-social que la imposición de especializaciones a las individualidades dotadas de ricas competencias organizadoras reduce e inhibe la diversidad que ha creado el desarrollo organizacional mismo.

Desde ahora, en el plano de los principios sitémicos más generales, vamos a ver que la organización de la diferencia, al instituir complementariedades, crea aunque no sea más que virtualmente, antagonismos y que la aposición lleva en sí una potencialidad de oposición.

El antagonismo organizacional

Interrelación y antagonismo

Toda interrelación organizacional supone la existencia y el juego de atracciones, de afinidades, de posibilidades, de uniones o de comunicaciones entre elementos o individuos. Pero el mantenimiento de las diferencias supone igualmente la existencia de fuerzas de exclusión, de repulsión, de disociación, sin las cuales todo se

confundiría y nigún sistema sería concebible[1]. Es preciso pues, que en la organización sistémica, las fuerzas de atracción, afinidades uniones, comunicaciones, etc., predominen sobre las fuerzas de repulsión, de exclusión, de disociación, que inhiban, contengan, controlen, en una palabra *virtualicen*.

Las interrelaciones más estables suponen que las fuerzas que son antagonistas de éstas sean a la vez mantenidas, neutralizadas y superadas allí. Así las repulsiones eléctricas entre protones son neutralizadas y superadas por las interrelaciones llamadas fuertes, que comportan la presencia de neutrones, y más ampliamente el conjunto del complejo organizacional nuclear. La estabilización de las uniones entre átomos en el seno de la molécula comporta una especie de equilibrio entre atracciones y repulsiones. A diferencia de los equilibrios termodinámicos de homogeneización y de desorden, los equilibrios organizacionales son equilibrios de fuerzas antagonistas.

Así, toda relación organizacional y por tanto todo sistema, comporta y produce, el antagonismo al mismo tiempo que la complementariedad. Toda relación organizacional necesita y *actualiza* un principio de complementariedad, necesita y más o menos *virtualiza* un principio de antagonismo.

El antagonismo en la complementariedad

A los antagonismos que supone y virtualiza toda unión o toda integración se conjugan los antagonismos que produce la organización de las complementariedades.

Como hemos visto, la organización de las complementariedades es inseparable de constreñimientos o represiones, estas virtualizan o inhiben propiedades que, si se expresaran, llegarían a ser anti-organizacionales y amenazarían la integridad del sistema.

Así, las complementariedades que se organizan entre las partes segregan antagonismos, virtuales o no; la doble y complementaria identidad que coexiste en cada parte es en sí misma virtualmente antagonista. Es, pues, el principio de complementariedad mismo el que nutre en su seno al principio de antagonismo.

---

[1] Como dice excelentemente Lupasco: «Para que un sistema pueda formarse y existir, es preciso que los constituyentes de todo conjunto, por su naturaleza o por las leyes que los rigen, sean susceptibles de acercarse y, al mismo tiempo que de excluirse, de atraerse y repelerse a la vez, de asociarse y disociarse, de integrarse y desintegrarse (S. Lupasco, 1962, pág. 332).

Todo sistema presenta, pues, una cara diurna emergida, que es asociativa, organizacional, funcional, y una cara de sombra, inmersa, virtual que es el negativo de aquella. Hay antagonismo latente entre lo que está actualizado y lo que está virtualizado. La solidaridad manifiesta en el seno del sistema y la funcionalidad de su organización crean y disimulan a la vez este antagonismo portador de una potencialidad de desorganización y desintegración. Se puede, pues, anunciar el principio de antagonismo sistémico: *la unidad compleja del sistema a la vez crea y reprime al antagonismo.*

La organización de los antagonismos

Los soles y los seres vivos son sistemas cuya organización integra y utiliza actividades antagonistas. La estrella es una máquina salvaje, un motor en llamas que ni existe ni perdura, como hemos visto, más que en y por la conjunción organizacional de dos procesos antagonistas, uno de naturaleza implosiva, el otro de naturaleza explosiva, *que a la vez se provocan, se sustentan, se inhiben, se equilibran entre sí, y cuya asociación, a la vez complementaria, concurrente y antagonista, se convierte en regulación y organización.* En tales condiciones, los antagonismos no son de ninguna manera virtuales, son activos, y no sólo activos, son ellos los que crean la complementariedad organizacional fundamental de la estrella.

Todo sistema cuya organización sea activa es de hecho un sistema en el que los antagonismos son activos. Las regulaciones suponen un mínimo de antagonismos en guardia. La retroacción que mantiene la constancia de un sistema o regula una realización es llamada *negativa (feed-back* negativo), término muy esclarecedor: desencadenada por la variación de un elemento, tiende a anular a esta variación. La organización tolera, pues, un margen de fluctuaciones que, si no fueran inhibidas más allá de un cierto umbral, se desarrollarían de forma desintegrante en retroacción *positiva.* La retroacción negativa es, pues, una acción antagonista sobre una acción que en sí misma actualiza fuerzas anti-organizacionales. Se puede concebir la retroacción negativa como un antagonismo de antagonismo, una anti-desorganización o anti-anti-organización. La regulación en su conjunto puede ser concebida como un acoplamiento de antagonismos donde la actuación de un potencial anti-organizacional desencadena su antagonismo, el cual se reabsorbe cuando la acción anti-organizacional se reabsorbe.

Así, la organización activa une de modo complejo y ambivalente complementariedad y antagonismo. La complementariedad juega de modo antagonista respecto del antagonismo y el antagonismo juega de modo complementario con respecto a la complementariedad.

A todo incremento de complejidad en la organización, le corresponden nuevas potencialidades de desorganización. La organización viva (se verá en t. II) funda su complejidad propia en la unión a la vez complementaria, concurrente y antagonista de una desorganización y reorganización ininterrumpidas. Suscita (por consumo de energía, transformaciones) degradación y desorganización (desórdenes que despiertan los antagonismos, antagonismos que llaman a los desórdenes) pero éstas son inseparables de sus actividades reorganizadoras; las integra, sin que por eso pierdan su carácter desintegrador. Veremos más adelante que las relaciones a la vez complementarias, concurrentes y antagonistas son constitutivas de los ecosistemas (tomo II, cap. I). Veremos igualmente cómo el antagonismo organizacional/anti-organizacional está en el corazón de la problemática de las sociedades humanas, donde complementariedades y antagonismos son inestables, oscilando sin cesar entre actualización y virtualización.

El principio de antagonismo sistémico

Aunque la teoría de los sistemas ha considerado de manera simplista («holista») el concepto mismo de sistema, a menudo se ha encontrado, no obstante, con la idea de antagonismo. «La teoría de los sistemas abiertos no tiene dificultades fundamentales para incluir armonía y conflicto en el mismo sistema» (Trist, 1970). Von Bertalanffy proclama incluso, a la manera heracliteana, que «toda totalidad se basa en la competición entre los elementos y presupone la lucha entre sus partes» (von Bertalanffy, 1968, pág. 66). Pero la teoría de los sistemas no ha formulado el carácter intrínsecamente organizacional del principio de antagonismo.

Recapitulemos los diferente niveles de antagonismos que nos han aparecido:

— nivel de las uniones e integraciones que suponen, virtualizan y neutralizan fuerzas antagonistas;

— nivel de la organización de la diferencia y de la diversidad allí donde los constreñimientos organizacionales crean y reprimen a los antagonismos;

— en fin, nivel de la complejidad de las organizaciones activas y, por tanto, reorganizadoras; las acciones y los procesos antagonistas intervienen en la dinámica de las interacciones y retroacciones internas y externas y en este sentido, contribuyen a la organización.

Así, la idea de sistema no es solamente armonía, funcionalidad, síntesis superior, lleva en sí, necesariamente, la disonancia, la oposición, el antagonismo.

Formulemos pues el principio: *no hay organización sin anti-organización.* Digamos recíprocamente: *la anti-organización es a la vez necesaria y antagonista de la organización.* Para la organización fija, la anti-organización es virtual, latente. Para la organización activa, la anti-organización deviene activa.

La anti-organización y la entropía organizacional

La idea de antagonismo lleva en sí la potencialidad desorganizadora.

Ahora bien, como acabamos de indicar, la desorganización va pareja a la reorganización en los sistemas estelares y los sistemas vivos.

Al mismo tiempo, tales sistemas están sujetos a crisis. Toda crisis, cualquiera que sea su origen, se traduce en un decaimiento en la

regulación es decir, en el control de los antagonismos. Los antagonismos hacen irrupción cuando hay crisis, entran en crisis cuando están en erupción. La crisis se manifiesta por transformaciones de diferencias en oposición, de complementariedades en antagonismos, y el desorden se expande en el sistema en crisis[1]. Cuanto más rica es la complejidad organizacional, más posibilidades hay pues de peligro de crisis, más capaz es también el sistema de superar sus crisis, incluso de sacar provecho de ellas para su desarrollo.

No se puede concebir, pues, la organización sin antagonismos, es decir, sin una anti-organización potencial incluida en su existencia y su funcionamiento.

Desde ahora, *el incremento de entropía bajo el ángulo organizacional, es resultado del paso de la virtualidad a la actualización de las potencialidades anti-organizacionales, paso que más allá de ciertos umbrales de tolerancia, de control o de utilización, deviene irreversible.* El segundo principio de la ciencia del tiempo quiere decir que tarde o temprano la anti-organización romperá la organización y dispersará sus elementos. Los sistemas cuya organización es no activa, no reorganizadora, inmobilizan las energías de unión, que permiten contraequilibrar las fuerzas de oposición y de disociación. El incremento de entropía corresponde allí a una degradación energética organizacional, sea que los antagonismos desbloqueen las energías, sea que las degradaciones de energía liberen los antagonismos. Los sistemas no activos no pueden alimentarse en el exterior con energía ni con organización restauradoras. Y es porque no pueden evolucionar más que en el sentido de la desorganización.

La sola posibilidad de luchar contra el efecto desintegrador de los antagonismos es activa, por ejemplo:

— integrar y utilizar lo más posible los antagonismos de forma organizacional,

— renovar la energía sacándola del entorno y regenerar la organización,

— autodefenderse de modo eficaz contra las agresiones exteriores y corregir los desórdenes interiores,

— automultiplicarse de forma que la tasa de reproducción sobrepase la tasa de desintegración.

Esto es lo que hacen los sistemas vivos: y la vida ha integrado tan bien su propio antagonismo —la muerte— que la lleva en sí, constante y necesariamente.

Todo sistema, pues, cualquiera sea, lleva en sí el fermento interno de su degradación. Todo sistema lleva en sí el anuncio de su propia ruina donde confluyen en un momento dado la agresión externa y la regresión interna. La degradación, la ruina, la desinte-

[1] Sobre la noción de crisis, cfr. Béjin (1976), Morin (1976).

gración no provienen solamente del exterior, también provienen del interior. La muerte aleatoria del exterior viene a tomar la mano de la muerte escondida en el interior de la organización.

Así, todo sistema está condenado a muerte desde su nacimiento. Los sistemas no transaccionales perduran sin vivir, se desintegran sin morir. A media vida, solamente media muerte. Sólo la complejidad trágica de la organización viva corresponde a los seres que sufren la plenitud de la muerte. Para ellos, el antagonismo significa de forma complementaria, concurrente, antagonista e incierta: vida, crisis, desarrollo, muerte.

4. El concepto de sistema

Los objetos dejan su lugar a los sistemas. En lugar de esencias y sustancias, organización; en lugar de unidades simples y elementales, unidades complejas; en lugar de agregados que forman cuerpo, sistemas de sistemas de sistemas.

El objeto ya no es una forma-esencia y/o una materia-sustancia. Ya no hay forma molde que esculpa la identidad del objeto del exterior. Se conserva la idea de formar, aunque transformada: la forma es la totalidad de la unidad compleja organizada que se manifiesta fenoménicamente en tanto que todo en el tiempo y en el espacio; la forma *Gesltalt* es producto de catástrofes, de interrelaciones/interacciones entre elementos, de la organización interna, de condiciones, presiones, constreñimientos del entorno. La forma deja de ser una idea de esencia para convertirse en una idea de existencia y de organización. Del mismo modo la materialidad deja de ser una idea sustancial, una ontología opaca y plena encerrada en la forma. Pero la materialidad no se ha desvanecido; se ha enriquecido al desreificarse: todo sistema está constituido por elementos y procesos *físicos* (incluidos, como mostraré, los sistemas ideológicos): la idea de materia organizada adquiere sentido en la idea de *physis* organizadora.

Así, el modelo aristotélico (forma/sustancia) y el modelo cartesiano (objetos simplificables y descomponibles), subyacentes uno y otro en nuestra concepción de los objetos, no constituyen principios de inteligibilidad del sistema. Este no puede ser tomado ni como unidad pura o identidad absoluta, ni como compuesto descomponible. Nos hace falta un concepto sistémico que exprese a la vez unidad, multiplicidad, totalidad, diversidad, organización y complejidad.

Más allá del «holismo» y del reduccionismo: el circuito relacional

Ya lo hemos dicho y repetido: ni la descripción ni la explicación de un sistema pueden efectuarse a nivel de las partes, concebidas como entidad aisladas, unidas solamente por acciones y reacciones. La descomposición analítica en elementos descompone también el sistema, cuyas reglas de composición no son aditivas, sino transformadoras.

También la explicación reduccionista de un todo complejo en las propiedades de los elementos simples y las leyes generales que rigen estos elementos, desarticula, desorganiza, descompone y simplifica lo que constituye la realidad misma del sistema: la articulación, la organización, la unidad compleja. Ignora las transformaciones que se operan en las partes, ignora el todo en tanto que todo, las cualidades emergentes (concebidas como simples efectos de acciones conjugadas), los antagonismos latentes o virulentos. La observación de Atlan concerniente a los organismos vivos se extiende a todos los sistemas: «El simple hecho de analizar un organismo a partir de sus constituyentes entraña una pérdida de información sobre este organismo» (Atlan, 1972, pág. 262).

No se trata de subestimar los brillantes éxitos conseguidos por la visión «reduccionista»: la búsqueda del elemento primero ha hecho descubrir la molécula, después el átomo, después la partícula; la búsqueda de unidades manipulables y de efectos verificables ha permitido manipular, de hecho, todos los sistemas, por la manipulación de sus elementos. *La contrapartida es que la sombra se ha extendido sobre la organización,* que la oscuridad ha recubierto las complejidades, y que las elucidaciones de la ciencia reduccionista han sido pagadas con el oscurantismo. La teoría de los sistemas ha reaccionado ante el reduccionismo, en y por el «holismo», o idea de «todo»[1]. Pero creyendo sobrepasar el reduccionismo, el «holismo»

[1] Debemos a von Bertalanffy en particular, a la *General Systems Theory* en general, el haber dado pertinencia y universalidad a la noción de sistema, el haber considerado el sistema como un todo no reductible a las partes, haber abordado de hecho algunos problemas organizacionales a través de las nociones de jerarquía, haber formulado la noción de sistema abierto. Llegaré enseguida a la idea, en mi opinión extraordinariamente fecunda de apertura (a condición de que no oculte la de clausura), y examinaré en el tomo II el problema organizacional de jerarquía. No obstante, *General Sistems Theory* no ha explorado teóricamente el concepto de sistema, más allá de algunas verdades «holísticas» que se oponían esquemáticamente al reduccionismo; se ha embrollado en una taxonomía poco heurística. La idea de unidad compleja y la idea de organización permanente embrionarias. La interesante idea de *holon* ha emergido al margen de esta teoría (Koestler, 1968).

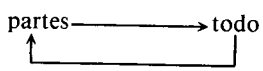
ha operado, de hecho, una reducción al todo: de ahí, no solamente su ceguera para con las partes en tanto que partes, sino su miopía para con la organización, en tanto que organización, su ignorancia de la complejidad en el seno de la unidad global.

A partir de ahí, el todo se convierte en una noción eufórica (puesto que se ignoran los constreñimientos internos, las pérdidas de cualidad a nivel de las partes), funcional, aceitosa (puesto que se ignoran las virtualidades antagonistas internas), en una noción boba.

Reduccionista u «holística» (globalista), la explicación, en uno y otro caso, busca simplificar el problema de la unidad compleja. La una reduce la explicación del todo a las propiedades de las partes conocidas aisladamente. La otra reduce las propiedades de las partes a las propiedades del todo, concebido igualmente en aislado. Estas dos explicaciones, que se rechazan entre sí, ponen de relieve un mismo paradigma.

La concepción que de aquí se desprende nos sitúa de repente más allá del reduccionismo y del «holismo», apelando a un principio de inteligibilidad que integra la parte de verdad incluida en uno y otra: no debe haber aniquilación del todo por las partes, ni de las partes por el todo. Importa, pues, aclarar las relaciones entre partes y todo, donde cada término remite al otro: «Tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, y también conocer el todo sin conocer cada una de las partes», decía Pascal[1]. En el siglo XX, las ideas reduccionistas y «holistas» todavía no se izan al nivel de una tal formulación.

Y es que en verdad, más aún que un remitirse mutuamente, la interrelación que une la explicación de las partes a la del todo y recíprocamente, es de hecho una invitación a una descripción y explicación recursiva: la descripción (explicación) de las partes depende de la del todo que depende de la de las partes, y es en el circuito:



donde se forma la descripción o explicación.

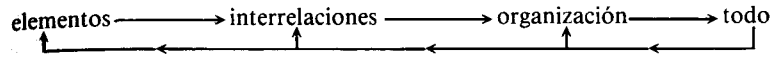
Esto significa que ninguno de los dos términos es reductible al otro. Así, si las partes deben ser concebidas en función del todo, *deben ser concebidas también aisladamente:* una parte tiene su propia irreductibilidad en relación con el sistema. Además hay que conocer las cualidades o propiedades de las partes que están inhibidas, virtualizadas y son por lo tanto invisibles en el seno del sistema, no solamente para conocer correctamente las partes, sino también para

[1] Pascal, *Pensées,* Ed. Brunschvicg, 11, 72.

conocer mejor los constreñimientos, inhibiciones y transformaciones que opera la organización del todo.

Importa también ir más allá de la idea puramente globalizante y envolvente del todo. El todo no es solamente emergencia, tiene como vamos a ver, un rostro complejo, y aquí se impone la idea de un macroscopio (de Rosnay, 1975), o mirada conceptual que nos permite percibir, reconocer, describir, las formas globales.

El circuito explicativo todo/partes no puede escamotear, como se acaba de ver, la idea de organización. Debe, pues, ser enriquecido de este modo:



Los elementos deben ser definidos, pues, a la vez en y por sus caracteres originales, en y con las interrelaciones de las que participan, en y con la perspectiva de la organización en la que están dispuestos, en y con la perspectiva del todo en el que se integran. Inversamente, la organización debe definirse con relación a los elementos, a las interrelaciones, al todo y así sin interrupción. El circuito es *polirrelacional.* En este circuito, la organización juega un papel nucleante que será preciso que intentemos reconocer.

En cierto sentido, este circuito está cerrado, se embucla necesariamente puesto que el sistema es una entidad relativamente autónoma. Pero también es preciso abrirlo, porque esta autonomía es precisamente relativa: será necesario que concibamos el sistema en su relación con su entorno, en su relación con el tiempo, en fin, en su relación con el observador-conceptuador.

Así, el sistema debe ser concebido según una constelación conceptual, donde podrá al fin tomar forma compleja. Vamos a considerar, pues, ahora:

— la problemática del todo (el todo no es todo),
— la problemática de la organización,
— el *dasein* físico del sistema (su situación en un entorno y en el tiempo),
— la relación del sistema con el observador/conceptuador.

El todo no es todo

El todo es más que el todo
El todo es menos que el todo

El todo es mucho más que forma global. También es, lo hemos visto, cualidades emergentes. Es todavía más: el todo, retroac-

túa en tanto que todo (totalidad organizada) sobre las partes. El átomo o la célula retroactúan sobre los constituyentes que los forman y todo discurso retroactúa sobre los elementos que lo constituyen en tanto que totalidades organizadoras. Así, para que las palabras tomen un sentido definido en la frase que forman, no basta con que sus significaciones sean registradas entre otras en el diccionario, no basta con que estén organizadas según la gramática y la sintaxis, es preciso que haya retroacción de la frase sobre la palabra, conforme a su formación, hasta la cristalización definitiva de las palabras por la frase y de la frase por las palabras.

Es pues, porque el todo es hegemónico sobre las partes, por lo que su retroacción organizacional puede ser concebida muy justamente como *sobredeterminación,* por lo que el todo es mucho más que el todo.

Pero el todo no podría ser hipostasiado. El todo sólo no es más que un agujero *(whole is a hole).* El todo no funciona en tanto que todo más que si las partes funcionan en tanto que partes. El todo debe ser relacionado con la organización. El todo, en fin y sobre todo, lleva en sí escisiones, sombras y conflictos.

Escisiones en el todo (lo sumergido y lo emergente, lo reprimido y lo expresado)

Cuando las emergencias se expanden en las cualidades fenoménicas de los sistemas, los constreñimientos organizacionales sumergen en un mundo de silencio a los caracteres inhibidos, reprimidos, comprimidos en las partes. Todo sistema comporta así su zona sumergida, oculta, oscura, donde bullen las virtualidades ahogadas. La dualidad entre lo sumergido y lo emergente, lo virtualizado y lo actualizado, lo reprimido y lo expresado es fuente de escisiones y disociaciones, en los grandes polisistemas vivos y sociales, entre universo de las partes y universo del todo, incluso entre las múltiples esferas internas y la esfera del todo propio. También, aunque haya interrelación e interdependencia, hay no-comunicación entre lo que pasa a nivel global del comportamiento exterior de un animal y lo que pase en cada una de sus células. Ninguno de los treinta billones de células de Antonio sabe lo que pasa cuando Antonio habla de su amor a Cleopatra, y Antonio ignora que él está constituido por treinta billones de células. Un gran imperio es un ser social que ignora las necesidades, los amores, los sufrimientos, el hambre, la conciencia de los millones de individuos que lo constituyen, y para estos individuos el grado de existencia y de presencia de este ser parece ser una fatalidad exterior y lejana. La idea freudiana del inconsciente psíquico, la idea marxiana del inconsciente social, nos revelan ya el abismo sin fondo que se ha abierto en la identi-

dad y la totalidad. El problema del inconsciente encuentra su fuente —y solamente su fuente pues, como se verá, no es cuestión de reducir todo en este trabajo a términos sistémicos— en esta escisión profunda entre las partes y el todo, entre el mundo de lo interior y el mundo de lo exterior...

La dualidad entre lo exterior y lo interior lleva en germen, no solamente la escisión entre el universo del todo y el universo de las partes sino también una escisión entre el universo fenoménico, donde el sistema existe de forma extrovertida con sus cualidades emergentes, y el universo introvertido de la organización, especialmente de las reglas organizativas que se designan con el nombre de estructuras. Así, el todo fenoménico puede quedar en la superficie, ignorando la organización y las partes, aunque pueda controlarlas globalmente y retroactuar sobre sus acciones o movimientos.

Damos cuenta, a nuestra manera, de esta dualidad cuando distinguimos, en un sistema, su «estructura» de su «forma» y nuestra lógica reduccionista tiende por lo demás, a reducir como simples efectos, los caracteres fenoménicos a los caracteres estructurales.

Hay una gran exactitud en lo que concierne no solamente a los sistemas sociales, sino también a los sistemas biológicos al concebirlos bajo el ángulo de una relación acoplada infra/superestructura, donde la segunda ignora u olvida la otra. Además hay que observar que la primera ignora y olvida igualmente a la segunda, y sobre todo concebir que esta ignorancia mutua se sitúa en el seno de una solidaridad indisoluble, donde la «superestructura» no es más que un vago epifenómeno, que retorna a la infraestructura por una débil retroacción, pero que participa recursivamente de la estructuración de la infraestructura. Es preciso, pues, que concibamos la complejidad biológica y sociológica de lo que, siendo fundamentalmente uno, comporta varios niveles de organización, de ser, de existencia, deviene múltiple, disociado y, en el límite, antagonista de sí mismo.

El todo insuficiente

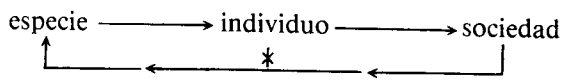
Acabo de indicar problemas que no toman vida más que con la vida, puesto que no emergen en tanto que tales más que en los seres vivos y sociales. Además, son estos seres los que, aunque no se les puede encerrar en la noción de sistema nos permiten poner de relieve verdaderamente todas las riquezas y complejidades latentes que se encuentran en el seno de esta noción.

Aquí quiero despejar la complejidad de la idea demasiado homogeneizada a menudo de totalidad. De la totalidad no se ha visto más que su cara esclarecida, es decir, la mitad de su realidad y de su irrealidad. La totalidad, y sé que lo he indicado muy/demasiado sumariamente, es mucho más, mucho menos de lo que se cree. Hay en la totalidad huecos negros, manchas ciegas, zonas de sombra, de

rupturas. La totalidad lleva en sí sus divisiones internas que no son solamente las divisiones entre partes distintas. Son escisiones, fuentes eventuales de conflictos, incluso de separaciones. Es muy difícil concebir la idea de totalidad en un universo dominado por la simplificación reduccionista. Y una vez concebida, sería irrisorio concebir la totalidad de forma simple y eufórica. La verdadera totalidad está siempre rajada, con fisuras, incompleta. La verdadera concepción de la totalidad reconoce la insuficiencia de la totalidad. Este es el gran progreso, aún desapercibido y desconocido en Francia, de Adorno sobre Hegel, del cual es el fiel continuador: «La totalidad es la no-verdad».

El todo incierto

En fin —y volveré sobre esta idea bajo otro ángulo—, el todo es incierto, es incierto porque muy difícilmente se le puede aislar, y porque verdaderamente no se puede nunca cerrar un sistema entre los sistemas de sistemas de sistemas a los cuales está enlazando, y donde puede aparecer, como muy bien lo ha dicho Koestler, a la vez como todo y como parte de un todo mayor. Es incierto, para los sistemas de alta complejidad biológica en la relación individuo/especie, y sobre todo, para este monstruo trisistémico que es el *homo sapiens,* constituido por interrelaciones e interacciones entre especie, individuo, sociedad. ¿Dónde está el todo? La respuesta no puede ser más que ambigua, múltiple e incierta. Con seguridad se puede ver la sociedad como un todo y el individuo como parte, la especie como un todo y tanto la sociedad como el individuo como partes. Pero también se puede concebir al individuo como el sistema central y a la sociedad como su ecosistema o su placenta organizadora, y esto tanto más cuanto que la emergencia de la conciencia se efectúa a escala del individuo y no a escala del todo social; igualmente, podemos invertir la jerarquía especie/individuo y considerar al individuo como el todo concreto, no siendo la especie más que un ciclo maquinal de reproducción de los individuos. A decir verdad, no se podría decidir absolutamente, es decir, que es necesario, no solamente por prudencia sino también por sentido de la complejidad, concebir que estos términos se finalizan el uno en el otro, se remiten el uno al otro en un circuito que es el «verdadero» sistema:



Pero semejante sistema es una totalidad múltiple, una politotalidad, cuyos tres términos inseparables son al mismo tiempo concurrentes y antagonistas...

De lo anterior se desprende que en ciertos momentos, bajo ciertos ángulos, en ciertos casos, la parte puede ser más rica que la totalidad. Mientras que un «holismo» simplificador privilegia toda totalidad sobre sus elementos y la más vasta de entre las totalidades, sabemos desde ahora que no hemos de privilegiar necesariamente toda totalidad sobre los componentes. Debemos considerar el precio de los constreñimientos con que se pagan las emergencias globales, y debemos preguntarnos si estos constreñimientos no aniquilan las posibilidades de emergencia aún más ricas en el nivel de los componentes. El sistema de control más provechoso para las partes no debe excluir la bancarrota del conjunto (Stafford Beer, 1960, pág. 16). La bancarrota de megasistemas imperiales puede permitir la constitución de sistemas federales policéntricos...

En fin, no hemos de privilegiar la totalidad de la totalidad de la totalidad. ¿Qué es el cosmos sino una totalidad en dispersión policéntrica cuyas riquezas están diseminadas en pequeños archipiélagos? Sí que parece que «pequeñas partes del universo tengan un poder reflexivo más grande que el conjunto» (Gunther, 1962, pág. 383). Parece incluso, como lo indica audazmente Spencer Brown (1969), que el poder reflexivo no puede efectuarse más que en una pequeña parte medio desligada del todo, por medio de la virtud y el vicio de su alejamiento, su distancia, su finitud abierta con respeto a la totalidad... A partir de ahí se nos muestra de nuevo que el punto de vista de la totalidad *sola* es parcial y mutilante. Se nos muestra no solamente que «la totalidad es la novedad», sino que la verdad de la totalidad está dentro *(o pasa por) la individualidad* parcelaria. La idea de totalidad deviene mucho más bella y rica cuando deja de ser totalitaria, cuando se vuelve incapaz de encerrarse en sí misma, cuando se vuelve *compleja*. Resplandece más en el policentrismo de las partes relativamente autónomas que en el globalismo del todo.

La organización de la organización

La organización es el concepto crucial, el nudo que une la idea de interrelación a la idea de sistema. Saltar directamente de las interrelaciones al sistema, retroceder directamente del sistema a las interrelaciones, como hacen los sistemistas que ignoran la idea de organización, es mutilar y desvertebrar el concepto mismo de sistema.

La idea de organización es en este trabajo el concepto que volveré a tomar, desarrollaré y transformaré, del sistema a la máquina, de la máquina al autómata, del autómata al ser vivo, del ser vivo a la sociedad, al hombre y a la teoría, que es una organización de ideas.

La organización une, transforma, produce, mantiene. Une, transforma los elementos en un sistema, produce y mantiene este sistema.

La relación de las relaciones

La organización que puede combinar de forma diversificada diversos tipos de unión[1], liga los elementos entre sí, los elementos en una totalidad, los elementos a la totalidad, la totalidad a los elementos, es decir, une entre sí todas las uniones y constituye la *unión de las uniones.*

La formación transformadora y la transformación formadora

La organización es a la vez transformación y formación (morfogénesis). Se trata de transformaciones: los elementos transformados en partes de un todo pierden cualidades y adquieren otras nuevas; la organización transforma una diversidad separada en una forma global *(Gestalt).* Crea un continuum —el todo interrelacionado— allí donde estaba el discontinuo; opera de hecho un cambio de forma: forma (un todo) a partir de la transformación (de los elementos).

Se trata de morfogénesis: la organización da forma, en el espacio y en el tiempo, a una realidad nueva: la unidad compleja o sistema.

Así, la organización es lo que transforma la transformación en forma; dicho de otro modo, forma la forma formándose ella misma; se produce a sí misma al producir el sistema, lo que hace aparecer su carácter fundamentalmente generador.

El mantenimiento de lo que mantiene

La organización es al mismo tiempo el principio ordenador que asegura la permanencia.

La permanencia del ser de los átomos, moléculas, astros no corresponde a la inercia, sino a la organización activa. La organización es morfoestática: mantiene la permanencia del sistema en su forma *(Gestalt),* su existencia, su identidad.

Esta permanencia aparece en dos niveles, que es preciso a la vez distinguir y unir:

[1] Recordemos, las uniones pueden ser aseguradas por:
— dependencias fijas y rígidas,
— interacciones recíprocas,
— constituciones de elementos comunes a dos sistemas asociados (que se convierten en subsistemas del sistema constituido),
— retroacciones reguladoras y
— comunicaciones informativas.

— el nivel estructural (reglas organizacionales) y generador (productor de la forma y del ser fenoménico).

— el nivel fenoménico, donde el todo mantiene la constancia de sus formas y de sus cualidades a despecho de los *alea,* agresiones y perturbaciones, eventualmente a través de fluctuaciones (corregidas por regulaciones).

Repitámoslo: la permanencia no es una consecuencia de la inercia, la pesadez, la «fuerza de las cosas». Hemos visto que todo sistema está amenazado por desórdenes exteriores e interiores. Es decir, que todo sistema es también una organización contra la anti-organización o una anti-anti-organización. Cuando además el sistema trabaja sin cesar, como el sistema vivo, produce por lo mismo degradación y desorganización, por lo que debe consagrar una parte enorme de su organización a reparar las degradaciones y las desorganizaciones que provoca su organización, dicho de otro modo, regenerar su organización. Así la formidable organización viva comporta gastos, trabajos, refinamientos inauditos abocados únicamente a mantener su mantenimiento, es decir, a esta tautológica finalidad de permanencia: sobrevivir.

El orden de la organización y la organización del orden

La transformación de la diversidad desordenada en diversidad organizada es al mismo tiempo transformación del desorden en orden.

Las invariancias, constancias, constreñimientos, necesidades, repeticiones, regularidades, simetrías, estabilidades, desdoblamientos, reproducciones, etc., se conjugan en un determinismo que constituye el orden autónomo del sistema. Este orden puede irradiar eventualmente, sobre una vasta zona, a veces incluso a distancias muy grandes (así nuestro planeta vive bajo el reino del orden solar).

La relación orden/organización es circular: la organización produce el orden que mantiene la organización que lo ha producido, es decir, coproduce la organización. Este orden organizacional es un orden construido, conquistado sobre el desorden, protector contra los desórdenes: en un mismo movimiento, el orden transforma la «improbabilidad» de la organización en probabilidad local, salvaguarda la originalidad del sistema, y constituye un islote de resistencia contra los desórdenes del exterior *(alea,* agresiones) y del interior (degradaciones, desencadenamiento de los antagonismos).

El orden organizacional es, pues, esta «invariancia» o «estabilidad» estructural (Thom, 1972), estratificada (Bronovski, 1969), que no solamente es como la armadura o el esqueleto de todo sistema, sino

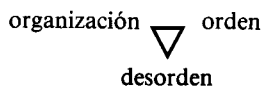
que permite, sobre esta base, edificar nuevas organizaciones que también constituirán su orden propio, sobre el cual se apoyarán a su vez otras organizaciones, y así sucesivamente, permitiendo con eso la aparición, el despliegue, el desarrollo de sistemas de sistemas de sistemas, de organizaciones de organizaciones de organizaciones...

Organización, orden y desorden

El desorden no es eliminado por la organización: en ella, es transformado, permanece virtualizado, se puede actualizar, prepara en secreto su victoria.

No se puede concebir el nacimiento de la organización fuera de los encuentros aleatorios. Según la muy chocante expresión de Atlan, hay un «azar organizacional». Pero este hijo bastardo del azar o del desorden es anti-azar, anti-desorden y constituye un islote, un aislado al que su determinismo protege contra los desórdenes exteriores e interiores.

Volvemos a encontrar en el cuadro sistémico, de forma original, la relación trinitaria:



El desorden interior tiene dos rostros: al primero, potencializado en los antagonismos latentes, refrenado en y por los constreñimientos, lo hemos nombrado aquí anti-organización. El segundo es la entropía. Estos dos rostros constituyen el uno la expresión organizacionista, el otro la expresión termodinámica de la misma realidad, la de un principio de desorganización inherente a toda organización, es decir, a todo sistema. Este principio significa que todo sistema es perecedero, que su organización es desorganizable, que su orden es frágil, relativo, mortal.

Vemos, pues, que el orden organizacional está sitiado y minado por el desorden. En los sistemas no activos, fragmentos de neguentropía creados por coincidencia, este desorden es un centinela olvidado y perdido en el torrente del tiempo. En los sistemas activos, reprime sin cesar. Sísifo infatigable, mediante la reorganización y desorganización permanentes.

Ahora bien, es en los sistemas fundados sobre la reorganización permanente donde el desorden es «desviado», captado (convirtiéndose la desorganización en un constituyente de la reorganización, sin ser no obstante reabsorvido, ni excluido, sin que haya dejado de llevar en sí su fatalidad de dispersión y de muerte.

Cuanto más compleja se hace la organización, más se mezcla su

orden, cada vez más íntimamente, a los desórdenes, más juegan su papel los antagonismos, las desinhibiciones, los *alea,* en el ser del sistema y su organización.

Así la triada desorden/orden/organización adquiere un carácter original en el seno de los sistemas. El orden organizacional es un orden relativo, frágil, perecedero, pero también, ya lo veremos, evolutivo y constructivo. El desorden no solamente es anterior (interacciones al azar) y posterior (desintegración) a la organización, está presente en ella de forma potencial y/o activa. La exclusión del desorden caracterizaba la visión clásica del objeto físico; la visión organizacionista compleja incluye el desorden.

La organización no puede organizarse y organizar más que incluyendo la relación orden/desorden en sí, no solamente en la virtualización/inhibición del desorden, sino también como se muestra en los soles y en los fenómenos vivos, en su actualización.

La estructura de la organización y la organización de la estructura

La noción de estructura, muy útil e integrable en la idea de organización, no puede resumir en sí esta idea. La estructura es tan integrable que es bajo su cobertura, o más bien en su ganga, donde las realidades organizacionales han comenzado a emerger a la conciencia teórica (Piaget, 1970).

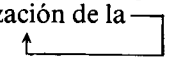
Es en general el conjunto de reglas de ensamblaje, de unión, de interdependencia, de transformaciones, que se concibe bajo el nombre de estructura, y ésta, en el límite, tiende a identificarse con la invariante formal de un sistema.

La reducción del sistema a la organización ya entrañaría una pérdida de fenomenalidad y de complejidad. Ahora bien, la organización es una noción más rica y compleja que la de estructura. Pues, ni el sistema fenoménico (el todo en tanto que todo, sus propiedades emergentes), ni la organización en su complejidad pueden ser deducidos de reglas estructurales. Toda concepción solamente estructuralista, es decir, solamente interesada en reducir los fenómenos sistémicos y los problemas organizacionales a términos de estructura entrañaría un gran desperdicio de inteligibilidad, una pérdida bruta de fenomenalidad, una destrucción de complejidad[1]. En efecto, la idea de estructura no concibe mas que una conjunción de reglas necesarias que manipulan y combinan las unidades de base. Permanece, pues, en la dependencia del paradigma del orden (aquí intrasistémico) y de los objetos simples. es ciega para con el objeto complejo, el sistema; es ciega para con las relaciones complejas y,

[1] Las cuestiones de la estructura y del estructuralismo serán tratadas directamente en sus niveles teórico y epistemológico en el tomo III.

por tanto, fundamentales, entre la organización y la anti-organización...

La idea de organización, por el contrario, debe referirse necesariamente a la unidad compleja y, como veremos cada vez mejor en adelante, a un paradigma de complejidad; debe ser concebida necesariamente en función del macroconcepto trinitario sistema/organización/interrelación en el que se inserta; debe ser pensada de forma no reduccionista, sino articuladora, no simplificante, sino multirramificada; comporta de manera nuclear las ideas de reciprocidad, de acción y de retroacción; esta última, que embucla al sistema sobre sí mismo en un todo que vuelve sobre sus partes, hace, al mismo tiempo, que la organización se embucle sobre sí misma; a partir de ahora la organización aparece como una realidad cuasi recursiva, es decir, que sus productos finales se embuclan sobre los elementos iniciales; de ahí la idea de que la organización también es siempre, al mismo tiempo, organización de la



Es una noción circular que al remitir al sistema, se remite a sí misma; en efecto, es constitutiva de las relaciones, formaciones, morfoestasis, invarianza, etc., que la constituyen circularmente. La organización debe concebirse, pues, como organización de su propia organización, lo que quiere decir, también, que se vuelve a cerrar sobre sí misma cerrando el sistema con respecto a su entorno.

La clausura y la apertura organizacionales: el sistema ha de ser abierto y cerrado

La teoría de los sistemas, siguiendo a la termodinámica, opone los sistemas abiertos (que efectúan intercambios materiales, energéticos y/o informacionales, con el exterior) a los sistemas cerrados que no efectúan intercambios con el exterior. La teoría de los sistemas ha puesto de relieve de modo totalmente pertinente la idea de que la apertura es necesaria para el mantenimiento, para la renovación, en una palabra, para la supervivencia de los sistemas vivos, pero no ha revelado verdaderamente el carácter organizacional de la apertura, y ha planteado la idea de apertura como alternativa de exclusión a la idea de cierre.

Ahora bien, vamos a ver que apertura y cierre, a condición de considerar organizacional y no sólo termodinámicamente estos términos, no están en oposición absoluta.

Para empezar, un sistema llamado «cerrado» (que no opera cambios materiales/energéticos) no es una entidad hermética en un espacio neutro. No está aislado, ni es aislable. Caracteres aparentemente intrínsecos, como la masa, no pueden ser definidos más que en función de las interacciones gravitacionales que los unen a los

cuerpos que constituyen su entorno. Es decir, que el tejido de un sistema, incluso cerrado, se funda en relaciones exteriores; si no está verdaderamente «abierto», no está totalmente «cerrado».

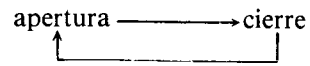
Si todo sistema cerrado no está verdaderamente cerrado, todo sistema abierto comporta su cierre. Se puede incluso decir: allí donde hay verdaderamente apertura organizacional, hay verdaderamente cierre organizacional.

Toda organización, en el sentido en que impide tanto la hemorragia del sistema en su entorno, cuanto la invasión del entorno en el sistema, constituye un fenómeno de clausura. Y la clausura organizacional es tanto más necesaria cuanto que, como siempre, toda amenaza interior abre las puertas a la amenaza exterior.

La idea de clausura aparece en la idea clave de retroacción del todo sobre las partes que embucla al sistema sobre sí mismo, dibuja la forma en el espacio; aparece con la idea recursiva de organización de la organización que embucla a la organización sobre sí misma. La una y la otra realizan conjuntamente la autonomía de la unidad compleja en este buclaje/cierre que, no solamente es compatible con la apertura de los sistemas abiertos, sino que no se convierte en bucle activo más que en ellos.

El buclaje de los sistemas organizacionalmente no activos (llamados cerrados) no es un verdadero buclaje, es un bloqueo. Es, si se puede decir, un bucle bloqueado, o un bloqueo en forma de bucle cerrado. Este bloqueo conserva por inmovilización una neguentropía original que va a resistir más o menos tiempo a las fuerzas de desintegración internas y externas. La organización es fija, no trabaja. Este cierre es pues pasivo.

En cambio, las organizaciones activas de los sistemas llamados abiertos aseguran los intercambios, las transformaciones que nutren y operan su propia supervivencia: la apertura les sirve para reformarse sin cesar; se reforman encerrándose mediante múltiples bucles, retroacciones negativas, ciclos recursiv s ininterrumpidos (cfr. parte segunda, cap. II). Así se impone la paradoja: un sistema abierto está abierto para volverse a cerrar, pero está cerrado para abrirse y se vuelve a cerrar al abrirse. El cierre de un «sistema abierto» es el buclaje sobre sí. Intentaré demostrar esta proposición más adelante. Así, la organización embuclada se distingue radicalmente de la organización bloqueada; es cierre activo que asegura la apertura activa la cual asegura a su vez su propio cierre:



y este proceso es fundamentalmente organizacional. Así la organización viva se abre para volverse a cerrar (asegurar su autonomía,

preservar su complejidad) y se vuelve a cerrar para abrirse (intercambiar, comunicar, gozar, existir...).

Es preciso pues, que sobrepasemos la idea simple de cierre que excluye la apertura, la idea simple de apertura que excluye el cierre. Las dos nociones pueden y deben ser combinadas; necesariamente juntas, llegan a ser relativas la una a la otra, como en la idea de frontera, puesto que la frontera es lo que prohibe y autoriza el paso a la vez que lo cierra y que lo abre. Ahora bien, no se puede establecer este vínculo más que en el seno de un principio organizacionista complejo. Por lo demás, veremos que cuanto más complejo es un sistema, más amplia es su apertura, más fuerte es su cierre.

El órgano

La organización es un concepto polifónico, poliscópico. La organización une, forma, transforma, mantiene, estructura, ordena, cierra, abre un sistema.

Es decir, que liga orgánicamente lo que une, forma, transforma, mantiene, estructura, ordena, cierra, abre el sistema.

Lo que nos ha llevado a considerar la organización como un concepto de segundo orden o recursivo cuyos productos o efectos son necesarios para su propia constitución: la organización es la relación de las relaciones, forma lo que transforma, transforma lo que forma, mantiene lo que mantiene, estructura lo que estructura, cierra su apertura y abre su cierre; se organiza al organizar y organiza al organizarse. Es un concepto que forma un bucle consigo mismo, cerrado en este sentido, pero abierto en el sentido de que, nacido de interacciones anteriores, mantiene relaciones e incluso opera intercambios con el exterior.

Estos rasgos son pertinentes, creo yo, para todos los sistemas y a título de tal constituyen los universales organizacionales. Los capítulos y tomos siguientes nos mostrarán sus desarrollos, diversificaciones y complejizaciones.

El dasein *físico: la relación en el tiempo*

El antiguo objeto físico estuvo en un principio fuera del tiempo. Era, por postulado, perenne, perecedero solamente por accidente. El segundo principio ha mostrado que podía, debía, degradarse, que era perecedero por naturaleza y probabilidad, pero sólo su degradación se convertía en temporal; su formación permanecía intemporal, como si el sistema estuviera dado para toda la eternidad o suscitado por un *deux ex machina.*

En lo sucesivo podemos concebir el nacimiento del sistema en y

por las interacciones que se convierten en interrelaciones, y su existencia en las condiciones exteriores dadas. Pues todo sistema físico es un *dasein* (honor de finitud que se creía reservado al hombre) un *ser allí* dependiente de su entorno y sometido al tiempo.

Todo sistema físico es plenamente un ser del tiempo, en el tiempo, que el tiempo destruye. Nace (de interacciones) tiene una historia (los eventos externos e internos que le perturban y/o le transforman), muere por desintegración. Evidentemente, cuando la vida tome forma, nacimiento y muerte tomarán un sentido fuerte.

El tiempo sistémico no es solamente aquel que va del nacimiento a la dispersión, es también el de la evolución. Lo que es evolutivo en el universo, lo que se desarrolla, prolifera, se complejiza, es la organización.

Un sistema es evolutivo en su existencia, puesto que, en relación con sus constituyentes, es una forma nueva, una organización nueva, un orden nuevo, un ser nuevo dotado de cualidades nuevas. Constituye la base de nuevas morfogénesis que utilizarán sus emergencias como elementos primarios.

La modificación en la disposición de sus constituyentes puede hacerlo evolucionar. En fin, y sobre todo, son las interrelaciones e intercombinaciones entre sistemas las que serán evolutivas. Efectivamente, hay una *evolución de la materia* como se reconoce en adelante. Va de la constitución de los primeros núcleos en la nube primitiva a la formación de los astros y a la formación de los átomos, en el seno de los astros; después, más localmente, vienen las moléculas y las macromoléculas, en fin, en un punto quizá solo, quizá uno entre otros en el universo, se crea una célula viva. Esta evolución de la materia es de hecho la evolución de la organización que va a continuar después de la célula viva, con los organismos, las sociedades y, las benjaminas, las ideas, formas noológicas de organización.

El principio de selección física

La idea de los encuentros es necesaria, pero insuficiente para comprender la evolución de la *physis* organizada, a partir de los núcleos atómicos y de las concentraciones astrales, hacia sistemas de sistemas más complejos. Es necesario también, dada la improbabilidad y fragilidad cada vez mayor de lo que deviene complejo, comprender la evolución a partir de la consolidación de la fragilidad y de la improbabilidad en y por el orden organizacional, en y por la adquisición de cualidades emergentes (de ahí las cualidades organizacionales más flexibles, cada vez más aptas para resolver problemas fenoménicos), en y por la aptitud para anudar relaciones organizacionales con otros sistemas. Así el universo de la organiza-

ción, nacido al azar de los encuentros, se mantiene por el orden, la necesidad, aunque también por las *cualidades,* que hacen sobrevivir y perdurar lo que de otro modo habría debido disolverse y dispersarse.

Todo lo que se estabiliza se convierte a la vez en una ciudadela organizacional que protege el sistema contra los *alea;* y en una base de partida para nuevas aventuras.

Clausura organizacional, estabilidad estructural, orden interno, permanencia o constancia fenoménica constituyen una indisociable constelación conceptual que da cuenta de la resistencia del sistema a las presiones destructoras del interior y del exterior.

La selección no rige solamente a lo que resiste pasiva, calmada e imperturbablemente, las perturbaciones y agresiones exteriores. Rige también para lo que es complejo, contrabalanceando su fragilidad las ventajas de la complejidad. La resistencia a los *alea* puede efectuarse no sólo por insensibilidad a los *alea,* sino también por respuesta a los *alea.* Así, la adaptación al *alea* y la integración del *alea* en la organización van a constituir igualmente un principio de selección. Lo que la organización, al complejizarse, pierde en cohesión y rigidez, lo gana en flexibilidad, aptitud para regenerarse, para jugar con el evento, el azar, las perturbaciones.

Igualmente la selección no rige solamente para lo solitario (las partículas y átomos dispersos por el universo), rige también para lo que es solidario, es decir, las coaliciones, asociaciones, sistemas de sistemas. Dicho de otra manera, la selección física rige para una forma de organización, rige para las formas más diversificadas de organización, rige para la organización misma. Y el que todo no esté disperso al azar no es sólo por azar.

Más allá del formalismo y del realismo: de la physis *al entendimiento, del entendimiento a la* physis: *el sujeto/sistema y el objeto/sistema.*

La noción de sistema está sometida a una doble presión, por una parte de un realismo seguro de que la noción de sistema refleja los caracteres reales de los objetos empíricos, y por otra de un formalismo para el que el sistema es un modelo ideal heurístico que se aplica sobre los fenómenos sin prejuzgar su realidad.

El lector encuentra aquí un problema de fondo que se plantea para todos los fenómenos y objetos físicos percibidos y concebidos por el espíritu humano. En un sentido, toda descripción sobre la cual concuerdan diversos observadores remite a una «realidad» objetiva exterior. Pero en sentido inverso la misma descripción remite a las categorías mentales y lógicas, a las estructuras perceptivas sin

las que no habría descripción. Este problema, que es el del conocimiento, será tratado directamente en su momento (tomo III). No obstante ya podemos inscribir la noción de sistema, no en la alternativa realismo/formalismo, sino en una perspectiva donde estos dos términos se presentan de forma a la vez complementaria, concurrente y antagonista.

El enraizamiento en la *physis*

Todos los sistemas, incluso los que aislamos abstracta y arbitrariamente de los conjuntos de los que forman parte (como el átomo, que es además un objeto parcialmente ideal, o como la molécula) están necesariamente enraizados en la *physis.*

Las condiciones de formación y de existencia son físicas: interacciones gravitacionales, electromagnéticas; propiedades topológicas de las formas; coyunturas ecológicas; inmovilizaciones y/o movilizaciones energéticas. «Un sistema no puede ser más que energético» decía Lupasco; lo que es una de las formas de decir: *«un sistema es necesariamente físico».* Un sistema ideal, como la teoría que intento elaborar, paga su tributo en energía, provoca modificaciones químico-eléctricas en mi cerebro, corresponde a las propiedades estabilizadoras y morfogenéticas de las retículas neuronales...

En fin, la inscripción de la noción de emergencia en el corazón mismo de la teoría del sistema, es la inscripción de lo no-reducible y no-deducible, de lo que, por tanto, en la percepción física, resiste a nuestro entendimiento y a nuestra racionalización, es decir, este aspecto de lo real que está en las antípodas de lo ideal.

Hay pues, en la teoría del sistema que esbozo algo de irreductiblemente unido a la fenomenalidad física por lo bajo (las interacciones originarias y las interrelaciones que mantienen el sistema), por el contorno (los umbrales físicos de existencia más allá de los cuales se desintegra y se transforma), por lo alto (las emergencias).

El sistema es una abstracción del espíritu

Así como todo sistema escapa por algún lado al espíritu del observador por depender de la *physis,* todo sistema, incluso el que parece fenoménicamente más evidente, como una máquina o un organismo, depende también del espíritu en el sentido en que el aislamiento de un sistema y el aislamiento del concepto de sistema son abstracciones operadas por el observador/conceptuador.

Ashby remarcaba que «los objetos pueden representar una infinidad de sistemas igualmente plausibles que difieren los unos de los otros por sus propiedades» (Ashby, 1958, pág. 274). ¿Quién soy

yo? Puedo concebirme como un sistema físico de billones de átomos; un sistema biológico de treinta billones de células; un sistema organísmico de centenas de órganos; un elemento de mi sistema familiar, o urbano, o profesional, o social, o nacional, o étnico...

Ciertamente, han sido establecidas distinciones que permiten categorizar los sistemas. Así diremos:

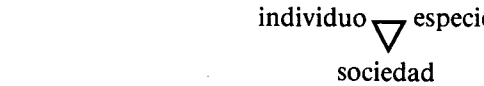
— *sistema,* para todo sistema que manifiesta autonomía y emergencia con relación a lo que le es exterior;
— *subsistencia,* para todo sistema que manifiesta subordinación con respecto a un sistema en el cual está integrado como parte;
— *suprasistema,* para todo sistema que controla otros sistemas, pero sin integrarlos en él;
— *ecosistema,* para el conjunto sistémico cuyas interrelaciones e interacciones constituyen el entorno del sistema que está englobado en él;
— *metasistema,* para el sistema resultante de las interrelaciones mutuamente transformadas y englobantes de dos sistemas anteriormente independientes.

De hecho, las fronteras entre estos términos no son netas y éstos términos mismos son intercambiables según el encuadre, el recorte, el ángulo de puntos de vista que el observador utiliza sobre la realidad sistémica considerada. La determinación del carácter sistémico, subsistémico, ecosistémico, etc., depende de selecciones, intereses, decisiones, elecciones, que a su vez dependen de las condiciones culturales y sociales donde se inscribe el observador/conceptuador. Sistema es lo que un observador considera desde el punto de vista de su autonomía y de sus emergencias (ocultando por lo mismo las dependencias que bajo otro ángulo lo definirían como subsistema). Es subsistema lo que un observador considera desde el punto de vista de su integración y de sus dependencias. Y así sucesivamente. Así el mismo «holon» puede ser considerado como ecosistema, sistema, subsistema, según la focalización de la mirada observadora. Si el observador estudia la bacteria *Escherichia coli* de nuestros intestinos en tanto que sistema vivo, el intestino humano se convierte en ecosistema nutritivo de la bacteria; si estudia el intestino como sistema, la bacteria se convierte en un elemento más o menos parasitario, integrado en el funcionamiento de dicho sistema; el intestino se convierte en subsistema cuando evidentemente se considera el organismo en su totalidad. *Así, no solamente no hay frontera neta entre estas nociones (en la realidad), sino que son intercambiables (por el observador).*

Son igualmente variables según los observadores: para el mecánico una bomba atómica es la reunión de elementos sólidos que comportan dos bloques de uranio; para el atomista, un sistema de núcleos y de neutrones; para el químico, un sistema de átomos de

uranio; para el ministro, un elemento del sistema de la Defensa Nacional; y para todos, la destrucción potencial de los sistemas vivos.

En fin, y estos son los más importantes, hay casos en los que la incertidumbre domina toda caracterización: ¿Es la sociedad el ecosistema del individuo o es éste el constituyente perecedero y renovable del sistema social? ¿Es la especie humana suprasistema o es *el* sistema? No podemos salir de la incertidumbre, pero podemos pensarla y concebir el concepto hombre como un polisistema trinitario cuyos términos:



son a la vez complementarios, concurrentes y antagonistas. Al mismo tiempo, esto requiere una construcción teórica y una concepción compleja del sistema, es decir, además, la participación activa del observador/conceptuador.

Hay pues siempre, en la extracción, el aislamiento y la definición de un sistema, algo de incierto o arbitrario: hay siempre decisión[1] y elección lo que introduce en el concepto de sistema la categoría de *sujeto.* El sujeto interviene en la definición de sistema en y por sus intereses, sus selecciones y finalidades, es decir, que aporta al concepto de sistema, a través de su sobredeterminación subjetiva, la sobredeterminación cultural, social y antropológica.

Así, el sistema requiere un sujeto que lo aisla en el bullicio polisistémico, lo recorta, lo califica, lo jerarquiza. No sólo remite a la realidad física en lo que ésta tiene de irreductible al espíritu humano, sino también a las estructuras de este espíritu humano, a los intereses selectivos del observador/sujeto, y al contexto cultural y social del conocimiento científico.

Del carácter subjetivo del sistemismo se derivan dos consecuencias extremadamente importantes.

La primera es un principio de incertidumbre en cuanto a la determinación del sistema en su contexto y su complejo polisistémico.

La segunda consecuencia es un principio de arte. En efecto, el corte sistémico puede ser, o bien un mal trinchamiento del universo fenoménico, que será desplazado en sistemas arbitrarios o bien, por el contrario, el arte del carnicero hábil que corta su vaca siguiendo el trazado de las articulaciones. La sensibilidad sistemista será como la del oído musical, que percibe las competencias, simbiosis, interferencias, encabalgamientos de temas, en el mismo flujo

[1] «Es sistema, lo que el hombre-sistema y el ingeniero-sistema han decidido que sea un sistema» (Barel, 1976).

sinfónico, allí donde el espíritu torpe no reconocerá más que un solo tema rodeado de ruido. El ideal sistemista no podría ser el aislamiento del sistema, la jerarquización de los sistemas. Está en el arte —aleatorio e incierto, pero rico y completo como todo arte— de concebir las interacciones, interferencias y encabalgamientos polisistémicos. Las nociones de arte y de ciencia, que en la ideología tecnoburocrática dominante se oponen aquí, como en todas partes donde hay verdaderamente ciencia, deben asociarse.

Así, el concepto de sistema requiere el pleno empleo de las cualidades personales del sujeto en su comunicación con el objeto. Se diferencia radicalmente del concepto clásico de objeto. Este remitía, ya sea solamente a lo «real», ya sea solamente a lo ideal. El sistema remite muy profundamente a lo real, es más real porque está mucho más enraizado y unido a la *physis* que el antiguo objeto cuasi artificial en su pseudo-realismo; al mismo tiempo remite muy profundamente al espíritu humano, es decir al sujeto que está también él sumergido cultural, social e históricamente. Requiere una ciencia física que sea al mismo tiempo una ciencia humana.

Concepto-fantasma, concepto-piloto

El sistema es pues un concepto de doble entrada: física, fenoménica, empírica la una; formal, ideal la otra. Von Bertalanffy ha partido de una totalidad fenoménica concreta: el organismo vivo; ha ido a parar a una teoría general de los sistemas. A la inversa, Ashby ha partido de los sistemas ideales, cuya tipología ha hecho. Los dos aspectos son los dos rostros del nuevo concepto de sistema. Este participa de los objetos fenoménicamente localizables y de los objetos ideales, sin identificarse totalmente ni con los unos ni con los otros. En su corazón organizacional pueden volverse a encontrar la interrelación física y la relación propia de la formalización matemática.

El sistema es físico por los pies, mental por la cabeza. Necesita ser concebido lógicamente, pero la lógica debe partir de la base física de las partes y no puede más que abrirse ante la emergencia.

En su doble naturaleza, el sistema es un concepto-fantasma. Como el fantasma, tiene la forma de los seres materiales, es el espectro de éstos; pero como el fantasma, es inmaterial. Une idealismo y realismo, sin dejarse encerrar ni en el uno, ni en el otro. En efecto, no concierne ni a la «forma», ni al «contenido», ni a los elementos concebidos aisladamente, ni al todo sólo, sino a todo esto unido por la organización que los transforma. El sistema es un modelo, que se deja modelar también por las cualidades propias de la fenomenalidad. La idea de organización es una simulación lógica pero, como

comporta elementos alógicos (antagonismo, emergencias), es también reflejo de lo que simula, que la estimula.

También, el sistema oscila entre el modelo ideal y el reflejo descriptivo de los objetos empíricos, y verdaderamente no es ni lo uno, ni lo otro. Los dos polos de aprehensión antagonistas son complementarios aquí, aunque sigan siendo antagonistas. Para nosotros, y esto se verá mejor si se continúa leyendo este trabajo, el sistema más físico es también mental en algún aspecto, y el sistema más mental físico en algún aspecto.

Es decir, que el concepto de sistema no es una receta, un vagón que nos traslada hacia el conocimiento. No ofrece ninguna seguridad. Es preciso cabalgarlo, corregirlo, guiarlo. Es una noción piloto, pero a condición de ser pilotada.

La transacción sujeto/objeto

El concepto de sistema no puede ser construido más que en y por la transacción sujeto/objeto, y no en la eliminación del uno por el otro.

El realismo ingenuo que toma el sistema como objeto real elimina el problema del sujeto; el nominalismo ingenuo que toma el sistema por un esquema ideal elimina el objeto. Pero elimina también el problema del sujeto, puesto que considera en el modelo ideal no su estructura subjetiva, incluso cultural, sino su valor de eficacia en la manipulación y en la previsión.

De hecho, el objeto sea «real» o ideal, es también un objeto que depende de un *sujeto*.

Por esta vía sistémica, el observador, excluido de la ciencia clásica, y el sujeto, desmenuzado y remitido al cubo de basura de la metafísica, hacen su entrada en el corazón mismo de la *physis*. De ahí esta idea, cuyo rastro seguiremos: ya no hay *physis* aislada del hombre, es decir, aislable de su entendimiento, de su lógica, de su cultura, de su sociedad. Ya no hay objeto totalmente independiente del sujeto.

La noción de sistema así entendida conduce, pues, al sujeto no sólo a verificar la observación, sino a integrar en ella la auto-observación.

El sistema observante y el sistema observado

Aquí interviene una curiosa novedad. La relación entre el observador y el sistema observado, entre el sujeto y el objeto, puede ser envuelta y traducida en términos sistémicos.

En efecto, todo sistema observado en la naturaleza está unido a

un sistema de sistemas, el cual está unido a otros sistemas de sistemas y, cada vez más cerca, enlaza con la *physis* organizada o Naturaleza, que es un polisistema de polisistemas. Al mismo tiempo, este sistema observado es percibido y concebido por un sistema cerebral, el cual forma parte de un sistema vivo del tipo *homo,* el cual está inscrito en un polisistema sociocultural y, cada vez más cerca, enlaza con todo el universo antropo-social.

Así, la observación y el estudio de un sistema encadenan *en términos sistémicos* a la organización física y la organización de las ideas entre sí. El sistema observado, y en consecuencia la *physis* organizada, de la cual forma parte, y el observador-sistema, y en consecuencia la organización antropo-social de la que forma parte, llegan a estar interrelacionados de forma crucial: el observador forma parte *también* de la definición del sistema observado, y el sistema observado forma parte *también* del intelecto y de la cultura del observador-sistema. Se crea, en y por una tal interrelación, una nueva totalidad sistémica que engloba a uno y otro.

La nueva totalidad sistémica que se constituye asociando al sistema-observado con el observador-sistema puede convertirse, por tanto, en metasistema con relación al uno y al otro, si es que se puede encontrar el meta-punto de vista, que permita observar el conjunto constituido por el observador y su observación.

Se puede tener una visión simplificante de esta relación, y reducir al extremo, sea la importancia del observador, sea la de la *physis.* En el primer sentido, el observador será solamente un suprasistema, al que la teoría deja ver los sistemas fenoménicos autónomos.

En el segundo sentido, pondrá el acento en el carácter ideológico, cultural y social del sistema teórico (la teoría de los sistemas), donde se inscribe la concepción de un sistema físico.

La relación sistémica entre observador y observación puede ser concebida de forma más compleja, donde el espíritu del observador/conceptuador, su teoría y, más ampliamente, su cultura y su sociedad son concebidos como otras tantas envolturas ecosistémicas del sistema físico estudiado; el ecosistema mental/cultural es necesario para que el sistema emerja como concepto; no crea el sistema considerado, pero lo coproduce y nutre su autonomía relativa. Este es el punto de vista que adopto aquí provisionalmente.

Se puede y se debe también ir más allá en la búsqueda de un punto de vista metasistémico: no se puede seguir escapando al problema epistemológico clave que es el de la relación entre el grupo polisistémico constituido por el sujeto conceptuador y su enraizamiento antropo-social por una parte, y el grupo polisistémico constituido por el objeto-sistema y su enraizamiento físico por la otra. A partir de ahora, se trata de elaborar el metasistema de referencia, desde donde se pueda abarcar a la vez a un grupo y a otro, que se comunicarían y se entreorganizarían allí. Es en esta perspectiva, a la vez imposible y prohibida por la ciencia clásica, en la que se abre la vía del nuevo desarrollo teórico y epistemológico; *este desarrollo no sólo necesita que el observador se observe a sí mismo al observar los sistemas, sino también que se esfuerce por conocer su conocimiento.*

En fin, la articulación sistémica que se establece entre el universo antropo-social y el universo físico, *vía* el concepto de sistema, nos sugiere que el carácter organizacional es fundamentalmente común a todos los sistemas. La posibilidad de plantear, en términos sistémicos, tanto la organización de la *physis,* cuanto la organización del conocimiento, supone una homología organizacional preliminar. Esta homología permitirá la retroacción organizadora de nuestro entendimiento antropo-social sobre el mundo físico, del que este entendimiento ha surgido por evolución. En este sentido, la organización de la *physis* y la organización mental no serían absolutamente extrañas la una a la otra (jugando cada una un papel coproductor respecto de la otra), sin que se pueda, por tanto, hacer entrar la riqueza inaudita de la *physis* en los cuadros sistémicos del espíritu humano, sin que tampoco se pueda reducir la riqueza y la originalidad del espíritu humano a los principios sistémicos primeros examinados en este capítulo. Solamente quiero indicar desde ahora *que la teoría de la organización va a concernir cada vez más, al desarrollarse, y en su intimidad, a la organización de mi teoría. Vamos a ver que el concepto de sistema se presta a elaboraciones teóricas que permiten sobrepasarlo. Vamos a ver que la teoría compleja del sistema transforma el sistema teórico que la forma.*

Espero que se haya comprendido: no se trata aquí de una intención hegeliana que busca dominar el mundo de los sistemas por el Sistema de las Ideas. Se trata de la búsqueda de la articulación, secreta y extraordinaria entre la organización del conocimiento y el conocimiento de la organización.

5. La complejidad de base

La complejidad de la unidad compleja

La simplificación aisla, es decir, oculta el relacionismo consustancial al sistema (relación no solamente con su entorno, sino con otros sistemas, con el tiempo, con el observador/conceptuador). La simplificación reifica, es decir, oculta la relatividad de las nociones de sistema, subsistema, suprasistema, etc. La simplificación disuelve la organización y el sistema.

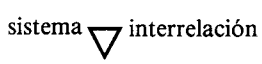
Ciertamente es necesario conocer los principios *simples* de interacciones de donde se derivan las combinaciones innumerables, ricas y complejas. Así, en lo sucesivo, sabemos ya fructíferamente, que la gran diversidad de los átomos, la infinita diversidad de las moléculas se constituye a partir de las combinaciones entre protones, neutrones y electrones, que obedecen a algunos principios de interacciones. Sabemos que algunas reglas simples permiten la infinita diversidad de las combinaciones genéticas de los seres vivos. Sabemos que los principios de organización del lenguaje permiten combinar los fonemas hasta el infinito en el discurso. Pero contentarse con este tipo de explicación, es escamotear la complejidad de partida (el juego orden/desorden/interacciones) y la complejidad de llegada: la organización compleja de tales combinaciones en sistemas y sistemas de sistemas. Conocer la vida no es solamente conocer el alfabeto del código genético, es conocer las cualidades organizacionales y emergentes de los seres vivos. La literatura no es solamente la gramática y la sintaxis, es Montaigne y Dostoyevski.

Es preciso pues que seamos capaces de percibir y concebir las unidades complejas organizadas. Desafortunada y afortunadamente la ainteligibilidad de la complejidad necesita una reforma del entendimiento.

Unitas multiplex: el macro-concepto

Para empezar, hay que ser capaz de concebir la pluralidad en lo uno. Aún cuando concebimos cómodamente que los átomos se asocian para formar una molécula, que las moléculas asociadas constituyen una macro-molécula, todavía no nos hemos izado al nivel molecular de las ideas donde los conceptos se asocian en un macro-concepto.

Ahora bien, no podemos concebir la unidad compleja organizada más que bajo la forma de un macro-concepto trinitario, alrededor del cual se dispone toda una constelación satélite. Este macro-concepto:



es, repitámoslo por última vez, indisociable. La organización de un sistema y el sistema mismo están constituidos por interrelaciones. La noción de sistema completa la noción de organización tanto como la noción de organización completa la de sistema. La organización articula la noción de sistema, la cual fenomenaliza la noción de organización, uniéndola a elementos materiales y a un todo fenoménico. La organización es el rostro interiorizado del sistema (interrelaciones, articulaciones, estructura), el sistema es el rostro exteriorizado de la organización (forma, globalidad, emergencia).

Unitas multiplex: la unidad de, en la diversidad

Todavía es más difícil pensar conjuntamente lo uno y lo diverso: quien privilegia lo *Uno* (como principio fundamental) devalúa lo diverso (como apariencia fenoménica); quien privilegia lo diverso (como realidad concreta) devalúa lo *uno* (como principio abstracto). La ciencia clásica se funda en lo *Uno* reduccionista e imperialista, que rechaza lo diverso como epifenómeno o escoria. Ahora bien, sin un principio de inteligibilidad que capte lo *uno* en la diversidad y la diversidad en lo *uno,* somos incapaces de concebir la originalidad del sistema. El sistema es una *complexión* (conjunto de partes diversas interrelacionadas); la idea de complexión nos conduce a la de complejidad, cuando se asocia lo uno y lo diverso. El sistema es una unidad que proviene de la diversidad, que une la diversidad, que lleva en sí diversidad, que organiza la diversidad, que produce diversidad. Del principio de exclusión de Pauli al principio de diferenciación y de multiplicación biológica, la organización sistémica crea, produce, mantiene, desarrolla la diversidad interior al mismo tiempo que crea, mantiene, desarrolla, la unidad. Es preciso, pues, captar lo uno y lo diverso como dos nociones no solamente antagonistas o concurrentes, sino también complementarias.

Lo uno es complejo

Llegamos aquí a la cuestión de la identidad compleja. Ya la reflexión cosmogenésica nos ha indicado que lo *Uno* estaba en migajas (aunque seguía siendo, sin duda, uno); aquí la reflexión sistémica no se enfrenta a la paradoja lógica de la *unitas multiplex*. La unidad del sistema no es la unidad de *Uno* es *Uno*. Uno es a la vez *uno* y no-*uno*. En la lógica de la identidad hay brecha y sombra. Lo hemos visto: no solamente hay diversidad en lo *uno,* sino también relatividad de lo *uno,* alteridad en lo *uno,* incertidumbres, ambigüedades, dualidades, escisiones, antagonismos.

Lo Uno se ha vuelto relativo con relación a lo otro. No puede ser definido solamente de forma intrínseca. Para emerger, necesita de su entorno y de su observador. Dado que forma parte de una totalidad polisistémica, su definición como sistema o subsistema, suprasistema o ecosistema, varía según la forma en la cual se le sitúa entre otros sistemas. Hay pues, efectivamente, relatividad de lo uno con relación a lo otro. Hay igualmente alteridad en el seno de lo uno. La fórmula $S \neq S$ nos muestra que lo uno es distinto del conjunto de las partes consideradas en adición o yuxtaposición. Igual-

mente, toda modificación en la disposición de los mismos constituyentes, como hemos visto, crea otro sistema dotado de cualidades diferentes, aunque nada haya cambiado en la composición de estos elementos. Lo uno es doble y múltiplemente doble. Cada parte tiene doble identidad, y el todo mismo tiene una doble identidad: no es todo y es todo. Lleva la unidad y también la escisión.

El antagonismo en lo Uno

La inclusión del antagonismo en el corazón de la unidad compleja es sin duda el ataque más grave al paradigma de la simplicidad, y la llamada más evidente a la elaboración de un principio y de un método de la complejidad.

La anti-organización forma parte de la organización, puesto que no hay organización que no determine, aunque no sea más que a título virtual, antagonismos internos; las organizaciones más complejas comportan juegos antagonistas incluso en su principio y en su actividad. Pero al mismo tiempo el antagonismo sigue siendo una amenaza mortal. El antagonismo no puede, pues, ser simplificado, ya sea despedazado y totalmente integrado en la organización, ya sea solamente portador de desintegración.

Es Heráclito quien ha expresado con el sentido de la complejidad más intenso, la unión complementario/antagonista entre lo que es completo y lo que no lo es, lo que concuerda y lo que no concuerda, lo que está en armonía y lo que está en desacuerdo. Después, la idea que une complementariedad a antagonismo manteniendo su oposición ha vuelto una y otra vez a obsesionar al pensamiento occidental, de Heráclito a Hegel, pasando por Nicolás de Cusa (la *coincidentia oppositorum),* y la tradición occidental ha exorcizado sin tregua la idea del *antagonismo interno de la unidad.*

La idea nuclear, común a Heráclito, Hegel, Marx es que el antagonismo, agazapado u obrando en el corazón de lo *Uno,* juega un papel no solamente destructor, sino constructor. La constructividad de la negatividad nos ha aparecido efectivamente en el capítulo precedente (donde el desorden, que es lo opuesto al orden, es necesario para su elaboración aunque sigue siendo destructor). La negatividad de la constructividad nos ha aparecido en este capítulo y se instala en el corazón de la teoría de la organización.

La idea de antagonismo, devaluada por sus orígenes filosóficos y sus desvergüenzas dialécticas, no ha obtenido el derecho de entrada en el pensamiento científico. Sin embargo la microfísica ha instalado recientemente a la sombra de cada partícula su antipartícula, complementaria y antagonista a la vez, llegando así a concebir una antimateria. Pero la asociación de estos términos antagonistas ha permanecido siempre unida a su contexto específico. Sólo

Stéphane Lupasco ha intentado una teoría de la *physis* fundada en la idea de antagonismo (Lupasco, 1951, 1962); desafortunadamente el antagonismo se ha convertido en él en una palabra-maestra, un *deus ex machina,* y la noción, repetida y machacada sin cesar, no ha sido desarrollada, relacionada, relativizada en tanto que tal.

La cibernética, como veremos, llevaba en sí un principio interno de antagonismo (el *feed-back* positivo), pero lo ha atrofiado, anestesiado, integrado, en una teoría cuasi mecanicista de la regulación; todo lo que suscita desviaciones y antagonismos es «ruido» que el sistema debe eliminar, aun cuando se trata también de su necesaria parte negativa. Igualmente la biología ha deformado el principio de antagonismo, tanto en su fase organísmica de armonías y complementariedades, como en su nueva fase cibernético-molecular.

Así pues, en ninguna parte de las ciencias ha podido echar raices la idea a veces empíricamente reconocida de antagonismo.

Así pues, el problema se ve bien: integrar en la teoría científica una idea que ha emergido previamente en la filosofía; lo que debe entrañar, no sólo la modificación de la idea filosófica en idea científica, sino una modificación de la misma idea de ciencia. Es decir, un repudio de la idea maestra de simplificación (que no podía más que eliminar todo antagonismo en lo Uno) en provecho de una idea matricial de complejidad.

La complejidad surge, pues, en el corazón de lo Uno a la vez como relatividad, relacionalidad, diversidad, alteridad, duplicidad, ambigüedad, incertidumbre, antagonismo, y en la unión de estas nociones que son complementarias, concurrentes y antagonistas las unas respecto de las otras. El sistema es el ser complejo, que es más, menos, distinto de sí mismo. Está a la vez abierto y cerrado. No hay organización sin anti-organización. No hay funcionamiento sin disfunción...

Las cosas no son más que cosas

En lo sucesivo es imposible encerrar la riqueza de los sistemas en nociones simples y cerradas. El nuevo tipo de inteligibilidad debe poder asociar nociones antagonistas e integrar la ambigüedad, comprender la complejidad real de los objetos y de su relación con el pensamiento que los concibe.

Un universo de entidades se desintegra: el de las unidades simples, el de los objetos-cosas bien claros en un medio-teatro, sometido a las leyes del universo.

Ya no hay un universo homogéneo y uniforme de los objetos vestidos de negro. Hay diversificación interna y externa. Ya no hay objeto sustancial, hay sistema organizado. Ya no hay unidad simple, hay unidad compleja. Al objeto cerrado le sustituye el siste-

ma abierto y cerrado a la vez. Allí donde estaba cerrado, se abre al entorno, al tiempo, a la evolución, al observador. Allí donde estaba vacío, se cierra organizacionalmente. Cerrado conserva su autonomía, abierto ofrece la posibilidad de comunicar y de transformarse.

Los objetos y los conceptos pierden sus virtudes aristotélicas y cartesianas: sustancialidad, claridad, distinción... Pero estas virtudes eran los vicios de la simplificación y de la desnaturalización.

Los objetos, se acabó por ignorarlo, son muy poco objetos. La idea de objeto no es más que un corte, un trozo, una apariencia, una faz, la faz simplificadora y unidimensional de una realidad compleja que se enraiza a la vez en la organización física y en la organización de nuestras representaciones antropo-socio-culturales. Las cosas no son sólo cosas, dijo un día, hace mucho tiempo, Robert Pagès, y esta frase, que me marcó, ha debido esperar quince años antes de poder, al fin, hacer florecer aquí, para mí, su significación.

La complejidad de base

Ahora se puede intentar una nueva definición del sistema. La primera definición, «una interrelación de elementos diversos que constituyen una entidad o unidad global», llevaba en sí riquezas, complejidades y dificultades que no dejaban prever su evidencia trivial, y que han aparecido sobre la marcha. En adelante, el sistema, o unidad compleja organizada, nos aparece como un concepto piloto que resulta de las interacciones entre un observador/conceptuador y el universo fenoménico; permite representar y concebir unidades complejas, constituidas por interrelaciones organizacionales entre elementos, acciones u otras unidades complejas; la organización, que une, mantiene, forma y transforma al sistema, comporta sus principios, reglas, constreñimientos y efectos propios; el efecto más remarcable es la constitución de una forma global que retroactúa sobre las partes, y la producción de cualidades emergentes, tanto a nivel global como en el de las partes; la noción de sistema no es ni simple, ni absoluta; comporta, en su unidad, relatividad, dualidad, multiplicidad, escisión, antagonismo; el problema de su inteligibilidad abre una problemática de la complejidad.

Ahora ya no se trata de una definición del sistema propiamente dicho, sino de una recensión de los rasgos conjuntos y articulables necesarios para que el concepto del sistema pueda ser *piloto,* es decir, una guía de lectura para todos los fenómenos de organización físicos, biológicos, antropológicos, ideológicos, incluido el sistema teórico que empiezo a elaborar aquí. Esta definición-piloto que concierne al denominador común de todo lo que está organizado,

tiene, pues, valor universal. *El sistema es, pues, concebido aquí como el concepto complejo de base que concierne a la organización.* Si se puede decir, es el concepto complejo más simple. En efecto, *ya no hay más, ya no habrá más conceptos simples en la base, para ningún objeto físico sea el que sea,* ergo *para el universo.*

El sistema es el concepto complejo de base, porque no es reductible a unidades elementales, conceptos simples, leyes generales. El sistema es la unidad de complejidad. Es el concepto de base, porque puede desarrollarse en sistemas de sistemas de sistemas, donde aparecerán las máquinas naturales y los seres vivos. Estas máquinas, estos seres vivos son *también* sistemas, pero ya son otra cosa. Nuestro fin no es hacer sistemismo reduccionista. *Vamos a utilizar universalmente nuestra concepción del sistema, no como la palabra-maestra de la totalidad, sino en la raíz de la complejidad.*

En nuestro primer capítulo, la complejidad ha invadido el universo. En el curso de este capítulo se ha instalado en el corazón de la organización, en el corazón del sistema. Contrariamente a la idea demasiado simple que hacía del hombre el único ser complejo (y esta idea era tan simplona que hacía que no se pudiera concebir la complejidad del hombre), contrariamente a la idea más liberal que acordaba la complejidad a lo vivo frente a la simplicidad de la naturaleza física, *la complejidad está por todas partes.* En el comienzo era la complejidad: la génesis es la otra cara de una desintegración. En los horizontes, la complejidad, puesto que todos nuestros conceptos se tuercen y se curvan en la relatividad cosmológica, todos nuestros conceptos se quiebran en cuanto son llevados más allá de la velocidad de la luz. En la base misma triunfa la complejidad: *¡la materia simple de la física clásica era la organización compleja!* Mucho más, allí donde se creía tener la unidad elemental simplicísima, se ve surgir la más increíble de todas las complejidades. Hemos visto que la partícula no es sólo partícula, y quizá ni siquiera sea partícula. En este nivel, los problemas de la complejidad no están atenuados, sino agravados: la incertidumbre en el conocimiento, la desreificación de la noción de objeto y de materia, la irrupción de la contradicción lógica en la descripción, la interacción entre el objeto y el observador. La partícula quizá no es más que la fenomenalización local de una complejidad desconocida que nos remite al problema del ser de la *physis.* Lo que quiere decir, en fin y sobre todo, que en el fundamento de la *physis* no hay simplicidad, sino la complejidad misma. Y sin embargo, continuamos siendo topos, ignorando que la simplicidad de nuestro cosmos artificial y de nuestra *physis* falsa acaba de romperse. Creemos estar todavía sobre la firme roca de la simplicidad. Pero nuestra isla está hecha de sistemas de sistemas de sistemas. También allí reina la complejidad. El sistema crea complejidad, desarrolla complejidad. Nace y muere porque es complejo. No hay, pues, en ninguna parte una base

empírica simple, una base lógica simple para considerar el sustrato físico. Lo simple no es más que un momento arbitrario de la abstracción, un medio de manipulación arrancado a las complejidades.

La complejidad como guía; utilidad e insuficiencia cada vez mayores de la teoría del sistema

El sistema es la complejidad de base. Sobre esta base vamos a intentar seguir el desarrollo de la complejidad de los fenómenos organizados, es decir, los desarrollos de la diversidad en la unidad, de la autonomía de los individuos, de las formas de interrelación cada vez más flexibles, de polisistemas cada vez más ricos y emergentes.

No hay desarrollo lineal de la complejidad; la complejidad es compleja, es decir, desigual e incierta. No hay preferencia en complejidad del macrosistema sobre el microsistema que integra: así el átomo es de organización mucho más compleja que la molécula; la organización de los unicelulares es mucho más compleja que las primeras organizaciones pluricelulares; los individuos humanos por su aptitud reflexiva y su conciencia son mucho más complejos en este plano que las sociedades de las cuales forman parte. Las ideas nacidas en las sociedades de *homo sapiens* son aún mucho menos complejas, en su organización en sistemas teóricos, que la organización del ser vivo más pequeño. Son aún, como veremos, muy bárbaras en su rigidez, rudeza, tosquedad. Y lo que intenta este trabajo es, al poner de relieve la complejidad de la *physis* y de la vida, complejizar un poco el sistema de las ideas, es decir, civilizar la teoría y la inteligencia...

Los desarrollos de la complejidad van a desbordar la noción de sistema. Así, cuando vayamos a abordar la organización de los seres-máquina y de los existentes, veremos que estos seres y existentes, sin dejar de ser sistemas, son mucho más que sistemas. Veremos que el ser, la existencia, la vida, desbordan por todas partes la noción de sistema; lo envuelven, pero no son envueltos por ella. Adivinamos ya que reducir la vida a la noción de sistema es hacer de la vida un concepto-esqueleto, necesario como todo esqueleto pero sin carne, sin cerebro, sin vida. Es necesario hablar, no solamente del polisistema vivo, sino de los *seres vivos,* término evidente y sin embargo ignorado en el vocabulario sistémico, e incluso biológico. Aunque el ser vivo sea sistema, no se puede reducir lo vivo a lo sistémico. Reducir a sistema, es eliminar la existencia y el ser. El término «los sistemas vivos» es una abstracción demencial si hace desaparecer todo sentido de la vida. Aquí utilizaré este término de «sistema vivo», pero únicamente para evocar el aspecto sistémico de lo vivo, nunca para no ver en lo vivo más que un sistema. Qué terrorífica pobreza la de no percibir en un ser vivo más que un sistema. Pero qué tontería no ver allí también un sistema. Sé que mi actitud con la clara que

me parece, no será entendida porque la mayoría de los que me leerán siguen obedeciendo el paradigma de simplificación que prescribe la alternativa allí donde sería necesario sobrepasar por integración los puntos de vista opuestos. También mi lucha será difícil, porque se va a llevar en dos frentes. Me emplearé en la tarea, aparentemente de hombres de bien, y de hecho dialéctica, de defender el sistema y la necesidad de combatirlo. La teoría del sistema que propongo es también anti-sistemática.

Diría más incluso: *cuanto más se sobrepasa el sistema, más necesidad se tiene de éste. Allí donde la teoría del sistema es cada vez menos suficiente, es donde se hace cada vez más necesaria.* En efecto, la teoría del sistema se anima allí donde hay juego activo de interacciones, retroacciones, emergencias, constreñimientos, allí donde los antagonismos entre partes, entre las partes y el todo, entre lo emergente y lo sumergido, lo estructural y lo fenoménico se ponen en movimiento. La teoría del sistema toma vida allí donde hay vida y su interés teórico más grande se despliega a nivel de las sociedades humanas que, por otra parte, sería grosero y mutilante reducir a la noción de sistema.

También es preciso comprender bien que mi propósito, aunque íntegramente sistémico, se opone a la mayoría de los discursos sistemistas que, creyendo haber sobrepasado el paradigma de simplificación, rehusando reducir el sistema a sus constituyentes, caen en ello al reducir todas las cosas y todos los seres a la noción de sistema.

La idea de sistema es una idea con dos vertientes: sobre una vertiente, hay unificación y reducción bajo la cubierta de un concepto-saco general y abstracto; sobre la otra, la universalidad del sistema nos invita a transformar nuestra mirada y reestructurar nuestro pensamiento. Yves Barel lo ha visto y dicho muy bien: «La idea de sistema es una Problemática en el sentido fuerte o exacto del término, es decir, una forma de descubrir problemas que podrían no ser percibidos de otra manera. No tiene en sí misma la fuerza de encontrar una solución a sus problemas» (Barel, 1976, pág. 7). Hay que ir hacia el sistema-problema y no hacia el sistema-solución. Mi propósito no es emprender una lectura sistémica del universo; no es acotar, clasificar, jerarquizar los diferentes tipos de sistemas desde los sistemas físicos hasta el sistema *homo. Mi propósito es cambiar la forma de ver todas las cosas, de la física al* homo. No disolver el ser, la existencia, la vida en el sistema, sino comprender el ser, la existencia, la vida, con la ayuda, también, del sistema. Es decir, en primer lugar, ¡poner sobre todas las cosas el *acento circomplejo!* Es lo que he intentado indicar: la complejidad en la base, la complejidad como guía.

PARTE SEGUNDA

Organización
(la organización activa)

CAPÍTULO PRIMERO

Los seres-máquina

Carnot habla de su máquina, habla del mundo, meteoros, mares y soles, habla de los grupos humanos, de la circulación de los signos.

MICHEL SERRES

En el principio era la acción

Tan lejos como podamos concebir el pasado cósmico, éste es movimientos e interacciones. Tan lejos como pudiéramos concebir las profundidades de la *physis,* encontramos agitaciones e interacciones particulares. Inmovilidad, fijación, reposo son apariencias locales y provisionales, para ciertos estados (sólidos), a escala de nuestras duraciones y percepciones humanas. La *physis* es activa. El cosmos es activo.

¿Qué significa acción? Acción no significa solamente movimiento que tiene una aplicación y un efecto. Acción significa, se ha visto, *interacciones,* término clave y central[1], el cual comporta diversamente *reacciones* (mecánicas, químicas), *transacciones* (acciones de intercambio), *retroacciones* (acciones que actúan hacia atrás sobre el proceso que las produce, y eventualmente sobre su fuente y/o su causa).

Estas interacciones, reacciones, transacciones, retroacciones han generado las organizaciones fundamentales que pueblan nuestro universo, átomos y estrellas. Estos billones y billones de seres no son de ninguna forma ensamblajes de elementos fijos organiza-

[1] Del cual recuerdo la definición: «reacciones recíprocas que modifican el comportamiento o la naturaleza de los actuantes».

ciones en reposo. Están los unos y los otros en actividad permanente. Están ellos mismos constituidos por interacciones, reacciones, transacciones, retroacciones, y, como se verá, las retroacciones juegan ahí un papel fundamental, sobredeterminando, acentuando, inhibiendo, modificando, transformando las acciones e interacciones.

El átomo es un cuasi-torbellino particular. Todo es turbulencias, flujo, llamas, colisiones, en el sol. Todo está en acción bajo el sol. La tierra da vueltas, se convulsiona, se resquebraja, se endurece, se ablanda, se humedece, se deseca, los fondos marinos se convierten en montañas, las montañas arrasadas se convierten en fondos marinos; la superficie está regada, irrigada de aguas corrientes, rodeada de vientos ascendentes, descendentes, en torbellino y toda vida que se inmoviliza, en esta tierra, se convierte en cadáver.

Así pues, el hecho principal y fundamental de la *physis* no es solamente la idea de organización, sino la idea de *organización activa.* Los sistemas que están en reposo o fijos son segundos y secundarios.

Esto significa que la acción ha creado la organización que crea la acción. Esto significa que las interacciones, transformaciones y generaciones se hacen en la organización, por la organización, y constituyen esta organización. Esto significa que *los procesos salvajes de génesis se transforman en procesos organizacionales de producción.*

1. Organización, producción, praxis: la noción de ser-máquina

Decir que una organización es activa es decir que genera acciones y/o que es generada por acciones. A la vez, es decir mucho más. El término acción, devenido organizacional, va a remolcar por sí mismo una primera constelación de nociones: praxis, trabajo, transformación, producción.

Todo ser físico cuya actividad comporta trabajo, transformación, producción, puede ser concebido como máquina; voy a mostrar que toda organización activa constituye de hecho una organización de máquina. Cuando evoqué las estrellas en el capítulo I de la primera parte, dije: «máquinas/motores de fuego». No era solamente una imagen por la que proyectaba en el cielo los reflejos flameantes de nuestras calderas, crisoles y forjas. Era para sugerir ya que su prodigiosa *organización* hacía de ella la máquina-madre, de la cual nuestras máquinas industriales terrestres son los últimos abortos.

Un ser físico organizador

¿Qué es una máquina? Podemos y debemos considerar nuestras máquinas artificiales como instrumentos fabricados (por el hombre, la sociedad) y que cumplen operaciones mecánicas. Disociamos generalmente estos dos rasgos, remitiendo el instrumento-máquina al *homo faber* y a la sociedad industrial, la mecánica-máquina a la práctica del ingeniero.

No obstante, los progresos efectuados por estas máquinas, particularmente con la cibernética, en el sentido de la autonomía operacional, han permitido cuestionarse, no sólo qué produce la máquina, sino también qué es. Ciertamente era evidente que la máquina es un objeto fenoménico. Pero es Wiener quien aportó una nueva visión concibiendo la máquina, no como producto social o instrumento material, sino como *ser físico organizador.* Ciertamente, al aislar el ser físico de la máquina, ocultaba el ser sociológico de ésta; al elaborar un concepto físico autónomo, ocultaba la total dependencia de la máquina con respecto a la sociedad que la ha creado. Pero, en la limitación y la insuficiencia, para lo mejor y para lo peor, había nacido la primera ciencia física que tiene por objeto la organización.

Praxis, transformación, producción

De la acción a la praxis

A diferencia de las acciones salvajes que se efectúan al azar de los encuentros entre procesos separados, las acciones de un ser-máquina, incluso cuando comportan un carácter aleatorio [1], son producidas en función de propiedades organizacionales. A fin de distinguir las acciones/transformaciones/producciones que se efectúan en, por y para una organización de las acciones/transformaciones/producciones que se efectúan solamente en los encuentros al azar (lo que, repito, no excluye en absoluto por principio el carácter aleatorio de las acciones en el seno de una organización) llamo *competencia* a la aptitud organizacional para condicionar o determinar cierta diversidad de acciones/transformaciones/producciones, y lla-

[1] Así, la producción de átomos de carbono en el seno de una estrella se efectúa de manera extramadamente improbable y sólo se la podría considerar como el fruto de encuentros al azar si no hubiera en ella la organización de la estrella que provoca sin cesar colisiones entre núcleos de helio, tal como lo he expuesto en el capítulo I de la parte primera.

mo *praxis* al conjunto de actividades que efectúan transformaciones, producciones, realizaciones a partir de una *competencia.* La praxis concierne a las acciones que tienen siempre un carácter organizacional, y es por lo que califico de sistemas práxicos a aquellos cuya organización es activa. Añado que no tomo de una forma inocente como nociones primeras concernientes a los seres-máquina, tanto la competencia como la praxis, términos que no parecen depender más que de la esfera antropo-social. Espero mostrar que se puede y se debe dar a estos términos un fundamento físico muy arcaico. De todas formas, aquí están justificados en la definición que he dado de ellos. *Una máquina es, pues, un ser físico práxico, es decir, que efectúa sus transformaciones, producciones o realizaciones en virtud de una competencia organizacional.*

La renovación de la noción de producción

Producir significa, en su primer sentido que es aquí el nuestro: *conducir al ser y/o a la existencia.* El universo de las acciones salvajes es también el de las producciones salvajes, donde las interacciones de encuentro crean, al crear la organización, el ser y la existencia.

Ahora bien, este término de producción se ha debilitado considerablemente en nuestras máquinas artificiales, a pesar de que fueron concebidas esencialmente para producir y están sometidas a la productividad. Así, estas máquinas producen movimiento transformando energías químicas, eléctricas, atómicas, etc., en energía mecánica, y son *motores;* producen *performances* (actuaciones, realizaciones, prestaciones), es decir, acciones que tienen forma precisa y finalizada, generadas en virtud de una competencia[1]; producen cosas. Pero todas estas producciones están limitadas, bien a la fabricación repetitiva de bienes materiales, bien a la generación de movimiento o de realizaciones. La idea de producción, devenida prisionera de su connotación tecno-económica, se convirtió en antinómica de la idea de creación. Ahora bien, hay que restituir al término producción su sentido pleno y diverso, Producir, que significa fundamentalmente, como acabamos de recordar, conducir al ser o a la existencia, puede significar, alternativa o simultáneamente, causar, determinar, ser la fuente de, engendrar, crear.

El término producción, en estos sentidos, conserva el carácter genésico de las interacciones creadoras. Así, las estrellas y los seres vivos son seres poiéticos (emplearé el término *poiesis* cada vez que dé una connotación creadora al término producción): producen el

[1] Se verá más adelante que no sin razón extrapolo la pareja chomskyana competencia/actuación, de la lingüística a la teoría de la organización productiva o máquina (cfr. *infra, La megamáquina social).*

ser y la existencia a partir de materiales brutos. La generación de un ser por otro ser es la forma biológica realizada de la poiesis.

La idea de producción tampoco puede ser identificada solamente a la idea industrial de fabricación estándar. Crear y copiar (reproducir un modelo, un programa) son los dos polos, opuestos y eventualmente unidos, del concepto de producción. La idea de producción debe enraizarse en las de génesis y generatividad. Ésta degenera solamente en las formas derivadas, es decir, literalmente, deja de ser generativa, para no ser ya más que fabricativa.

Transformaciones y meta-morfosis

La idea de transformaciones, concebida aparte de la organización, está reducida y troceada: se habla entonces de transformaciones químicas, de transformaciones de estados físicos, de transformaciones mecánicas (productoras de movimiento). Ciertamente, las máquinas naturales, e incluso las artificiales, comportan transformaciones a la vez físicas *stricto sensu,* químicas y energéticas. Pero se ha olvidado que la idea de transformación significa cambio de forma, es decir: de-formación, formación (morfogénesis), meta-morfosis, y que hay que considerar el término forma en su sentido fuerte, es decir, de *Gestalt,* globalidad de un sistema y de un ser. Así, una máquina es una organización práxica en la que las formas se hacen, se deshacen y se rehacen, y en las máquinas vivas como en la arque-máquina solar, el trabajo de transformación a la vez destruye, construye, y meta-morfosea.

La máquina puede producir, pues, por disociación, cracking, desagregación, recortamiento, reducción a elementos, lo bruto a partir de lo compuesto, lo menos organizado a partir de lo organizado. Tal desintegración o descomposición puede ser productora de movimiento, de cuerpos puros, de materias primas que eventualmente serán destinadas a producciónes formativas[1].

En el otro sentido, y éste es el más importante, las transformaciones dan origen a nuevas formas de organización. Así, una máquina puede producir lo organizado o lo organizante a partir de lo no organizado, lo mejor organizado a partir de lo menos organizado. A partir de este momento la transformación aparece como *fabricación* (término que da preponderancia a la idea de trabajo organizador y de multiplicación de lo mismo) o como «creación» (tér-

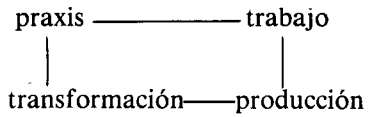
[1] Las únicas máquinas que producen exclusivamente la destrucción son las máquinas de guerra, ellas mismas producidas en y por nuestras sociedades históricas. Mientras que en la naturaleza la muerte y la destrucción vienen en desorden y de forma irregular, las máquinas de muerte organizan el aniquilamiento, bajo ordeno y mando.

mino que da preponderancia a la generatividad del sistema y a la novedad del producto). Aquí todavía hay que observar que la idea de creación está lejos de ser antinómica a la de producción: toda producción no es necesariamente creación, pero toda creación es necesariamente producción.

Así, la idea de organización práxica o máquina desemboca no sólo en una fabricación repetitiva de lo mismo, sino en la creación de una gran diversidad de acciones, procesos, fenómenos, cosas, seres. Desemboca en el desarrollo de la variedad y de la novedad en el universo. Veremos incluso que organizaciones productivas o máquinas pueden producir no sólo otras organizaciones, sino también organizaciones a su vez productivas. Nueva etapa de la generatividad, los seres vivos asocian la generación poiética y la copia multiplicadora de lo mismo en el proceso llamado de reproducción, es decir que una organización productora puede reproducir su propia organización productora.

Así, los seres-máquina participan en el proceso de aumento, multiplicación, complejización de la organización en el mundo. A través de éstos, la génesis se prolonga, prosigue y se metamorfosea en y por la producción.

El circuito práxico:



Las ideas de producción, trabajo, transformación, en cuanto entran en el campo organizacional, dejan de ser aislables. La idea de trabajo debe ser concebida ya no sólo como el producto de una fuerza por desplazamiento de su punto de aplicación, sino como actividad práxica que transforma y produce. Tampoco puede ser aislada ya del aprovisionamiento energético que permite el trabajo, ni de la degradación organizacional que provoca todo trabajo. Por lo tanto, nos conducirá a la idea de apertura y a la idea de reorganización que examinaré en el capítulo siguiente.

La idea de transformación se convierte en recíproca de la idea de producción: una transformación no es solamente producto de reacciones o modificaciones, es también productora, bien de movimiento (los motores), bien de formas y de realizaciones. Las nociones de praxis, trabajo, transformación, producción no son solamente interdependientes en la organización que las comporta: se transforman también la una en la otra y se entre-producen la una a la otra, puesto que la praxis produce transformaciones que producen realizaciones, seres físicos, movimiento. Esta rotación entre los términos producción y transformación es bien expresada en el *ducción* de producción, y el *trans* de transformación... El *ducción* (circulación y movimiento) se convierte en transformación, y el *trans* conserva y continúa la idea de circulación y movimiento. Y así reencontramos el carácter primero de la acción: el movimiento. Una organización activa comporta en su lógica misma la transformación y la producción[1].

El desarrollo del concepto de máquina

Para formularnos una primera noción de máquina, nos era preciso realizar la revolución wieneriana: considerar la máquina como un ser vivo. Pero vemos ya que, para autonomizar verdaderamente esta noción, nos hace falta otra revolución que nos libere del modelo cibernético de la máquina artificial.

Al igual que el concepto de producción, hoy mecanizado e industrializado, el concepto de máquina está hoy pesadamente gravado por sus limitaciones y pesadeces tecno-económicas. En su acepción corriente denota solamente la máquina artificial y connota su entorno industrial. Así pues, para concebir correctamente la máquina como concepto de base, tenemos que deshipnotizarnos de las máquinas que pueblan la civilización en la que estamos inmersos. No hay que ser prisionero de estas imágenes que surgen en nosotros: ejes, balanzas, barras, bielas, botones, estribos, ruedas dentadas, articulaciones mecánicas, cárters, cadenas, carros, fuelles, correas, cremalleras, culatas, cilindros, engranajes, hélices, cigüeñales, manivelas, piñones, pistones, resortes, grifos, rodajes, válvulas de seguridad, goznes, molduras, toberas, válvulas, volantes... No seamos prisioneros de la idea de repetición mecánica, de la idea de fabricación estándar. La palabra máquina hay que «sentirla» también en el sentido pre-industrial o extra-industrial en el que designaba conjuntos o disposiciones complejas cuya marcha es, sin embargo, regular y regulada: «La máquina redonda» de La Fontaine, la máquina política, administrativa... Hay que sentirla sobre todo en su dimensión poiética, término que conjuga en sí creación y producción, práctica y poesía. No hay que borrar la posibilidad de creación de la idea de producción. Pensemos que la idea de producción sobrepasa en mucho su sentido tecno-economicista dominante; que también puede significar, como dije de entrada, dar existencia, ser fuente de, componer, formar, procrear, crear. En la máquina, no hay solamente lo *maquinal* (repetitivo), hay también lo *maquinante*

[1] También será erróneo definir la máquina (sobre el modelo de los artefactos) como una organización mecánica abocada a la producción. Es una organización activa cuya complejidad es productiva.

(inventivo). La idea de organización activa y la idea de máquina (que la encarna y la corona) no deben ser vistas a la imagen grosera de nuestras máquinas artificiales (a pesar de que, como voy a mostrar, hayan emergido en nuestra conciencia gracias a la máquina artificial). Hay que pensar en la producción de la diversidad, de la alteridad, de sí mismo... Así entendida, en el sentido fuerte del término producción, la máquina es un concepto fabuloso. Nos lleva al corazón de las estrellas, de los seres vivos, de las sociedades humanas. Es un concepto solar, es un concepto de vida. Las ideas claves de trabajo, praxis, producción, transformación, atraviesan la *physis,* la biología y vienen a fermentar en el corazón de nuestras sociedades contemporáneas.

2. Las familias Máquinas

Quiero mostrar ahora que nuestra primera noción de máquina, concebida como ser físico práxico/transformador/productor tiene valor universal, es decir, se aplica (salvo tal vez a los átomos) a todas las organizaciones activas conocidas en el universo (que sin embargo están todas ellas constituidas por átomos.

Vamos a ver que ésta se aplica a las estrellas, a los seres vivos, a las sociedades.

La arque-máquina: el Sol

Jamás habíamos imaginado que ellas pudiesen ser las máquinas-mirando las estrellas, que su fuego fuese hasta tal punto artista y artesano. Jamás habíamos soñado que las bolas de fuego fuesen también seres organizados en actividad íntegra y permanente.

Jamás habíamos imaginado que pudiesen ser las máquinas-madres de nuestro Universo.

Ahora lo sabemos: las estrellas son seres-máquina que la cosmogénesis ha hecho florecer por billones. Son máquinas-motores de fuego y en fuego. Por ser motores nucleares, transforman el potencial gravitacional en energía térmica. Por ser máquinas forjadoras, producen, a partir de lo menos organizado (núcleos y átomos ligeros), lo más organizado, es decir, los átomos pesados como el carbono, el oxígeno, los metales.

Máquinas salvajes, las estrellas nacieron sin *deus ex machina,* a partir de enormes turbulencias, a través de las interacciones gravitacionales, electromagnéticas y después nucleares. Se convirtieron en máquinas cuando la retroacción gravitacional desencadenó el encendido, que a su vez desencadenó una retroacción antagonista en sentido centrífugo.

Tienen existencia y autonomía por la conjugación de estas dos acciones antagonistas cuyos efectos, al anularse entre sí, efectúan una regulación *de facto.*

Por lo tanto, los soles son plenamente seres físicos organizadores. Están dotados de propiedades a la vez ordenadoras, productoras, fabricadoras, creadoras. Son mucho más que los centros de una máquina relojera constituida por planetas. Son a la vez los más arcaicos de los motores, las más arcaicas de las máquinas, los más arcaicos de los sistemas reguladores. Siguen siendo los más grandes distribuidores de energía conocidos, los más avanzados de todos los reactores nucleares conocidos, los más grandes hornos de transmutación conocidos, las más grandiosas de todas las máquinas conocidas, siempre superiores (en la organización global) aunque —y porque— siempre inferiores (en la organización del detalle) a las máquinas artificiales. Ofrecen el más admirable ejemplo de organización espontánea: esta fabulosa máquina, que se ha hecho por sí misma, en y por el fuego, y esto no una sola vez por suerte increíble, sino billones y billones de veces, turbina, fabrica, funciona, se regula sin conceptuador, ingeniero, ni piezas especializadas, sin programa ni termostato.

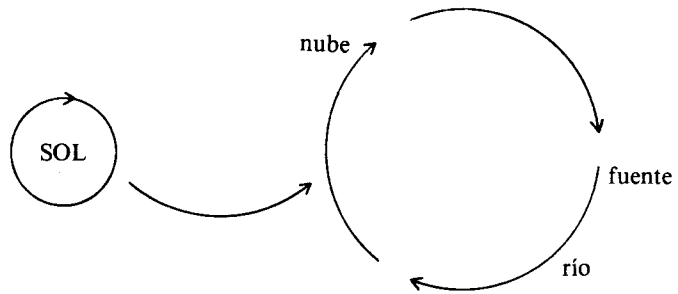
También nuestro Sol merece mucho más, algo mucho mejor que los himnos a Ra y los homenajes a Zeus, dedicados a la potencia energética y al orden soberano. Debemos dedicar nuestras alabanzas sobre todo a su verdad matriz que Zeus había ocultado, tragándose a su esposa, la gran Metis[1].

Protomáquinas y motores salvajes

La radiación solar y la rotación de la tierra despiden flujos eólicos, que con las diferencias de temperatura y las desigualdades del relieve toman direcciones diversas, a veces contrarias, y, así como el bucle solar está constituido en y por el encuentro de dos secuencias de acciones antagonistas, de igual modo se constituyen a partir de encuentros, choques, confrontamientos, desvíos, las formas torbellinosas de los ciclones. Con los flujos eólicos se combinan los flujos,

[1] La lectura del trabajo consagrado por Détienne y Vernant a la *metis* de los griegos, *Les Ruses de l'intelligence* (M. Détienne y J.-P. Vernant, 1974), muestra que la *metis,* la inteligencia del *sistemare* y de la *combinazione,* que actúa por agrupamiento y alianza de lo diverso y de los contrarios, fue concebida por la teogonía hesiódica y la tradición órfica como «la gran Divinidad primordial que, emergiendo del huevo cósmico, lleva en sí la semilla de todos los dioses, el germen de todas las cosas y... dé a luz, en tanto que su primera generadora, al universo entero en su curso sucesivo y su diversidad de formas» (pág. 128). Aquí hemos visto que de la alianza y combinación entre las dos retroacciones enemigas nace una Metis primordial, la organización práxica del sol.

evaporaciones, precipitaciones acuáticas, y así se constituyen los ciclos de agua que pueden ser considerados como procesos maquinales salvajes de carácter termo-hidro-eólico.



El ciclo mar → nube → lluvia → fuente → río está

formado por la asociación en bucle de procesos distintos cada uno unido a un contexto propio pero que constituye un momento del ciclo. Este es un proceso maquinal y a la vez térmico (evaporación del agua del mar y formación de la nube), eólico (transporte de las nubes), hidráulico (caída del agua de la fuente al mar), en el que el río, que hace un lecho y un valle, que transporta y transforma materiales, es el momento más productor. Este ciclo, por no estar diferenciado y no ser autónomo con respecto a todos los procesos que lo constituyen, no tiene verdaderamente ser físico, existencia propia, y por esto digo «ciclos o procesos maquinales» y no ser-máquina.

Los torbellinos aéreos (ciclones, tornados, tifones) tienen existencia intensa pero efímera. Los remolinos acuáticos, como los que se forman con alguna duración sobre y alrededor de una roca situada en el lecho de un río, sí pueden acceder de forma duradera a la existencia.

Un remolino puede ser considerado no sólo como un sistema, sino también como una organización activa e incluso como un motor salvaje. Es un sistema compuesto por un gran número de elementos ensamblados y soldados (las moléculas de agua) y constituye una unidad global compleja organizada. Su forma espiraloide es constante, aunque improbable con relación al flujo que vierte unidireccionalmente; la organización del remolino sustituye en la intersección al azar de las moléculas en el sentido del flujo indiferenciado un reparto especial heterogéneo y una velocidad diferencial, muy rápida en el centro, más lenta en la periferia. Se trata, pues, de un sistema, por su forma global emergente, su organización que crea diferencia, su estabilidad relativa, aunque esté atravesado por un flujo.

Este sistema abierto (que está alimentado por el flujo) es íntegramente activo: no sólo están en movimiento todos sus elementos, sino que incluso su estado estacionario está asegurado por la actividad organizadora del movimiento torbellinario que ininterrumpidamente hace circular las moléculas de la entrada a la salida: sin la acción del flujo y la acción sobre el flujo se desintegraría pronto.

Ciertamente, forma, organización y praxis están casi indiferenciadas en el remolino. Pero se trata de un ser productor, de un motor salvaje. Y no es sólo que «trabaja» para cavar un poco más el lecho del río del cual este último forma parte (y que a su vez forma parte de un proceso maquinal); produce el movimiento mismo que caracteriza a la raza principal de los motores, el movimiento rotativo. Y el movimiento de este motor salvaje no está pura y simplemente abocado a la dispersión; forma parte de un proceso global de producción que es la producción del remolino por este movimiento motor, y la producción del movimiento motor por el remolino. En este sentido, el remolino no sólo es producido por el encuentro entre un flujo y un obstáculo, sino que es un *fenómeno de producción-de-sí* (explico más tarde por qué digo aquí producción-de-sí y todavía no autoproducción). Los torbellinos eólicos que son tan efímeros que se duda de calificarlos como sistemas, puesto que uno de los caracteres del sistema es su relativa permanencia, tienen plenamente por el contrario, durante su breve existencia, los caracteres de un motor salvaje, cuyo salvajismo precisamente se desencadena en los derrumbamientos, extracciones, levantamientos, trituraciones, desmigajamientos que producen a su paso los tornados, huracanes y otros ciclones.

Son precisamente estos motores salvajes —torbellinos y remolinos— de los cuales el hombre ha creado la raza doméstica con el molino, la hélice y la turbina. Las primeras máquinas motrices antropo-sociales fueron los molinos: el molino de viento (que transforma un flujo aéreo en torbellino), después el de agua (que transforma un flujo acuático en remolino); y bastante más tarde, en la misma línea energética pero disponiendo ahora de enormes potencias tecnológicas, llegaron las bien llamadas turbinas, que transmiten el movimiento por medio de un árbol. Y así, domesticado y sojuzgado, el torbellino/remolino se transforma plenamente en motor.

Veamos el más arcaico y perturbador motor salvaje: el fuego. Si para constituir la máquina-sol, las interacciones gravitacionales, electromagnéticas y termonucleares se hicieron *Metis,* el fuego se hizo motor de esta *Metis.* Este fuero es regulado por la propia regulación de la estrella, lo que impide que el motor explote. Las llamas que sobre la tierra surgen en incendio son caprichosas e inestables; demasiado bien alimentadas, se desencadenan hasta el abra-

zo generalizado, la explosión, y finalmente, por supuesto, la extinción; o bien, privadas de alimentación se extinguen pronto. Pero podemos aquí considerar, por ejemplo, la llama domesticada de la vela. Si nos centramos en la llama, considerando la cera como su reserva energética y la mecha como un principio de orden, entonces la llama nos aparece como sistema y organización activa; este sistema se diferencia en regiones diversamente calientes y coloreadas; como en el remolino, el flujo energético se transforma y esta transformación se vuelve organizacional; como en los remolinos, la actividad de combustión no hace más que disipar en humo la energía, asegura a la vez el estado estacionario y la forma original de la llama. Ahora bien esta llama es, como el remolino, un motor desnudo, salvaje, que puede ser a la vez utilizada para asar, cocer y hervir. Antes incluso de la domesticación del agua y del viento, antes incluso de la sociedad histórica, antes incluso del *homo sapiens,* el homínido supo amansar y después domesticar el fuego, regulándolo por aprovisionamiento en combustible para calentar, tostar. Después apareció el hombre herrero, en el que la pareja hombre/fuego constituye una máquina que transforma y produce. Con la sociedad sedentaria, *homo sapiens* domesticó verdaderamente el fuego, fijándolo en los hogares; pero utilizó también sus violencias insensatas para incendiar y destruir los otros hogares. Sólo en el siglo XIX logró ponerle por fin la camisa de fuerza —la máquina de fuego— y empezó, a partir de entonces, con una formidable eficacia a sojuzgar y explotar su fuerza de trabajo.

Así vemos liberarse turbulencias y encuentros, los torbellinos de aire, de agua, de fuego, las más de las veces todavía placentarios, inacabados, fantasmáticos, la mayor parte efímeros e inciertos, todos lábiles y frágiles. No pueden estabilizarse más que alrededor o a partir de un sólido que hace la función nuclear de «invariante». Pero una vez que existen, aunque tengan muy poco ser, son incontestablemente no sólo sistemas, sino motores desnudos, salvajes. Estamos de tal manera habituados a considerar como motor al cárter, y a los cilindros, y no a lo que actúa en el interior, que nos olvidamos de que el motor es lo que «turbina» en el interior. Y lo que está en el interior existió al principio en estado salvaje y sigue existiendo en estado salvaje...

Las polimáquinas vivas

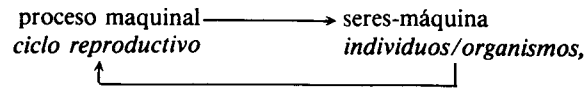
La idea de máquina viva no es nueva. La teoría de los animales-máquina fue formulada por Descartes, y el materialismo de un La Mettrie la generalizó al hombre. Pero esta idea de máquina era mecánica y relojera. Hoy debemos concebir la máquina no como mecanismo, sino como praxis, producción y *poiesis*. En este sentido los

seres vivos son existentes auto-poiéticos (Maturana, Varela, 1972), *formulación en la que la vida no se reduce a la idea de máquina sino que comporta la idea de máquina, en su sentido más fuerte y más rico: organización a la vez productora, reproductora, autorreproductora.*

Así podemos concebir al ser vivo, desde el unicelular hasta el animal —motor animado— y el hombre, a la vez como motor térmico y máquina química, produciendo todos los materiales, todos los complejos, todos los órganos, todos los dispositivos, todas las realizaciones, todas las emergencias de esta cualidad múltiple llamada vida.

La idea de máquina cibernética se deslizó por el surco de la biología molecular, para convertirse de hecho en la armadura de la nueva concepción de la vida. La biología molecular se apoderó del modelo organizacional de la máquina cibernética para inscribir los procesos químicos que esta ponía al día. Ciertamente manipuló las nociones cibernéticas como útiles para considerar las moléculas y las no moléculas como materiales para considerar la organización. La idea de máquina no era en su opinión más que el doble del nuevo hábito molecular de la vida. De hecho se transformó en su patrón. La integración de la cibernética en la biología consituía una integración de la biología en la cibernética. El ser vivo podía ser concebido en adelante, y lo fue, como la más acabada de las máquinas cibernéticas e incluso como el más acabado de los autómatas (von Neumann, 1966), sobrepasando en complejidad, perfección y eficacia, ya en la menor de las bacterias, a la más moderna de las fábricas automáticas (de Rosnay, 1966).

Aún más: hay que concebir la vida como complejo polimaquinal. Esto pasa desapercibido generalmente porque se separa una concepción organísmica de la vida y una concepción genético-reproductiva. Tan pronto se pone en primer plano al organismo y éste oculta el ciclo de las reproducciones, como, por el contrario, marcha atrás, se abraza el ciclo de las reproducciones mientras que el organismo se empequeñece y desaparece. Ahora bien, la vida es una combinación compleja de un proceso maquinal cíclico (el ciclo genético de las reproducciones) a partir del cual se producen seres máquina, organismos individuales, ellos mismos necesarios para la continuación del ciclo maquinal sin el cual no habría individuos. *La vida es, pues, un proceso polimaquinal que produce seres-máquina los cuales mantienen este proceso por auto-reproducción.*



Vemos de golpe que lo vivo cumple y ensancha plenamente la idea de máquina (desbordándola existencialmente y sobre-

pasándola biológicamente). Desde ahora el artefacto no aparece como el modelo de la máquina viva, sino como una variedad degradada e insuficiente de máquina.

La megamáquina social

Las sociedades animales pueden ser consideradas no solamente como multimáquinas (constituidas por individuos-máquina), sino como macromáquinas salvajes: las interacciones espontáneas entre individuos se anudan en retroacciones reguladoras y, sobre esta base, la sociedad constituye un todo homeostático que organiza su propia supervivencia. Ciertas sociedades de insectos (termitas, hormigas, abejas) alcanzan un grado de organización maquinal inaudito y aparecen como formidables *autómatas* (Chauvin, 1974).

Pero en la evolución de los primates es donde se operan con *homo sapiens* dos mutaciones clave en el desarrollo maquinal de las sociedades. La primera caracteriza a las sociedades arcaicas. Aparece la cultura. Memoria generativa depositaria de las reglas de organización social, es fuente reproductora de los saberes, saber hacer, programas de comportamiento, y el lenguaje conceptual permite una comunicación en principio ilimitada entre individuos miembros de una misma sociedad.

Ahora bien, este lenguaje, y esto permanece desapercibido porque es invisible y aparentemente inmaterial, es una verdadera máquina que no funciona evidentemente más que cuando hay locutor. No es por azar por lo que yo he apelado a la pareja conceptual competencia/actuación de la lingüística chomskyana para caracterizar una organización práxica maquinal. Efectivamente, la máquina del lenguaje produce palabras, enunciados, sentido, que ellos mismos se engranan en la praxis antropo-social, provocando allí eventualmente acciones y realizaciones. Esta máquina del lenguaje reúne estas dos cualidades productivas: la creación *(poiesis)* casi ilimitada de enunciados y la transmisión/reproducción casi ilimitada de mensajes. Es máquina a la vez repetitiva y poiética. También se puede decir que *la gran revolución de la hominización no es solamente la cultura, es la constitución de esta máquina-lenguaje,* en la organización sumamente compleja («la doble articulación» fonética/semántica) y que, en el interior de la máquina antropo-social, total y múltiplemente engranada en todos sus procesos de comunicación/organización, es necesaria para su existencia así como para sus desarrollos. Así se constituye una arque-máquina antropo-social que comporta algunos centenares de individuos; a partir de ahí se enjambra por toda la tierra, a la que cubrirá durante decenas de milenios, y no morirá más que aniquilada por las sociedades históricas.

El nacimiento de estas sociedades históricas, de millares, de centenares de millares, de millones de individuos constituye una metamorfosis organizacional tan considerable en su orden como lo fue la formación de los organismos policelulares con respecto a los unicelulares. Se sabe que esta transformación, unida a la agricultura y a la guerra, está marcada por el desarrollo de la máquina del lenguaje que de hablante se vuelve también escribiente, la aparición del aparato del Estado, de la ciudad, de la división del trabajo, de las clases sociales jerarquizadas, y estando en la cima, la élite del poder (reyes) y del saber (sacerdotes), y en la base la masa de los esclavos reducida al estado de útiles animados, es decir, de máquinas sojuzgadas. Fue necesaria la genial intuición de Lewis Mumford para percibir en la más acabada de estas sociedades históricas una formidable *megamáquina* (Mumford, 1973). «La organización social faraónica (es) la primera máquina motriz a gran escala» (Mumford, I, pág. 261). Mumford calcula, incluso, que el rendimiento total de esta máquina, que va de 25.000 a 100.000 «hombres-vapor», es equivalente a 2.500 CV vapor. «El acto único de la realeza fue reunir la mano de obra y disciplinar la organización que permitió la realización de trabajo a una escala jamás conocida hasta entonces» *(ibíd.)*. Para Mumford, la invención de esta máquina constituye no solamente el arquetipo de todas las megamáquinas sociales que se han constituido hasta hoy en día, sino también «el más antiguo modelo en estado de funcionamiento de todas las máquinas complejas que vinieron en seguida, a pesar de que el acento pasó lentamente de los obreros humanos a las partes mecánicas» (Mumford, I, 1973, página 251).

La megamáquina, la férula de sus aparatos (administración del Estado, religión, ejército) manipula enormes masas de humanidad sojuzgada como mano de obra, ejecuta enormes trabajos urbanos o hidráulicos, edifica grandes murallas y altas fortalezas. Pero todo no es utilitario o defensivo en su despliegue productor. Son los sueños desenfrenados de poder, de gloria de inmortalidad del soberano, es la *hybris* del Leviathan, la megamáquina transforma su imaginario en columnas y estatuas gigantes, materializa sus delirios, genera monumentos fabulosos, templos aplastantes, grandes pirámides...

En el siglo XIX occidental, sobreviene una metamorfosis interesante en el seno de las megamáquinas sociales: éstas se industrializan, creando y desarrollando, primero en algunos sectores, después en todo el tejido social (Giedion, 1948), las máquinas artificiales de prótesis. La máquina artefacto emprende su vuelo. Es, por lo tanto, una producción tardía, una porción integrada e integrante de la megamáquina social; ya no puede ser considerada como la máquina matriz, modelo ideal de todas las máquinas.

Las máquinas artificiales

Podemos, pues, situar ahora la máquina artificial: es la última de las máquinas terrestres: nació del desarrollo de la megamáquina antropo-social y constituye uno de los aspectos de este desarrollo.

No obstante, es por y en la autonomía organizacional y la generatividad energética por lo que las máquinas artificiales son propiamente máquinas, es decir se distinguen de los útiles e instrumentos que son puramente apendiciales. El desarrollo de la generatividad energética es el de los motores. El desarrollo de la autonomía organizacional es el del automatismo: los dos desarrollos se entreconjugan: los motores automáticos y los autómatas disponen de su motor.

En un primer estadio, las sociedades históricas explotan la fuerza de trabajo y las competencias productivas de los motores-máquina vivos (sojuzgamiento de los animales para el acarreo y el ordeño) y humanos (esclavización y después sometimiento de los trabajadores). No es éste el lugar de intentar comprender cómo y por qué motores y máquinas, estrictamente físicos, fueron concebidos, inventados, utilizados y desarrollados, en la historia de occidente desde el siglo XIII hasta nuestros días (Needham, 1969). Quiero solamente situar las máquinas artificiales con respecto a las otras máquinas.

En primer lugar, los motores. La invención del molino es capital: molinos de viento y molinos de agua producen y reproducen el torbellino, cuya energía será captada por la rueda y transmitida por el árbol. Después, como se sabe, los motores empalmaron con todas las fuerzas de la generatividad física, jugando no sólo con los torbellinos, sino con la turbulencia y la explosión.

Así, se crea un vínculo completamente nuevo entre la humanidad y la naturaleza física.

De hecho, bajo el techado de la captación y la utilización de las energías, la máquina antropo-social se empalmó con las fuerzas genésicas y poiéticas de la *physis,* es decir con las formas motrices primordiales. Las captó, las utilizó, las domó, las domesticó, las sojuzgó, las reprodujo, las produjo a voluntad, y desarrolló formidablemente el control y la manipulación de la potencia.

En cierto sentido, el motor artificial sirve de mediador entre la megamáquina social y las fuerzas maquinantes de la *physis.* En otro sentido, se trata de una extraordinaria *civilización* de las fuerzas motrices que, en estado «salvaje», son inconstantes, antojadizas, lábiles, devastadoras. Pero la otra cara de esta civilización es barbarie y sojuzgamiento. Barbarie, pues la violencia demencial propia de la historia humana (Morin, 1973), ya manipuladora de la potencia

explosiva para masacrar y aterrorizar, en adelante es apta para alumbrar la violencia demencial de las protuberancias solares y de las explosiones de estrellas.

Mientras que los motores juegan con el fuego, las máquinas automatizadas juegan a la vida. A partir de los mecanismos y dispositivos de relojería (siglo XIII), se desarrolló un automatismo de operaciones cada vez más precisas, delicadas, y diversificadas, constituyendo cadenas que se embuclaban sobre sí mismas de manera reiterativa; así se llegó a los autómatas del siglo XVIII, que imitan de manera maravillosa los gestos del comportamiento animal y humano. Este automatismo relojero se desarrolló en los mecanismos industriales, hasta que aparece un estadio nuevo de complejidad en el automatismo maquinal: el estadio cibernético. A partir de ahora, un mandato hasta entonces externo deviene interno (programa) y organizador (ordenador), y el autómata cibernético comienza a parecerse al vivo, ya no por la apariencia, como el autómata relojero, sino por la organización del comportamiento.

Así, las máquinas artificiales han desarrollado, al mismo tiempo que sus competencias productoras, su competencia organizacional, y necesariamente su autonomía. A pesar de que sean las menos autómatas de entre todas las familias de máquinas, disponen de una autonomía fenoménica mínima, necesaria para la precisión de las operaciones y prestaciones, para la doble resistencia, por una parte, a los *alea* y determinismos externos y, por la otra, a las degradaciones y desgastes internos.

No obstante, por desarrollada que esté, la máquina artificial aparece, con respecto a las máquinas vivas, a la vez como un grosero esbozo y como una grosera copia. A pesar de que los artefactos sobrepasan hoy día en prestaciones y en computación a las máquinas vivas, a pesar de que ya existen ordenadores que efectúan operaciones intelectuales sobrehumanas, la más perfeccionada y la más avanzada de las máquinas artificiales es incapaz de regenerarse, de repararse y de reproducirse, de auto-organizarse, cualidades elementales de las que dispone la menor de las bacterias. Sus piezas le son suministradas del exterior, su construcción ha sido operada del exterior; su programa le ha sido dado desde el exterior; su control es controlado desde el exterior. Así construida, abastecida, reparada, revisada, programada y controlada por el hombre, no dispone de ninguna *generatividad* propia. No dispone de ninguna *poiesis* propia, de ninguna creatividad propia. Es por lo que, todavía hoy, el término «maquinal», concibido en oposición al término vivo, significa la grosería y la rigidez de la organización y del comportamiento. De hecho, la máquina artefacto continúa siendo una máquina pobre e insuficiente con respecto a las máquinas vivas y a las megamáquinas sociales de las que depende directa y estrechamente.

Así, consideradas en sí mismas, las máquinas artificiales han podido sin duda desarrollar la generatividad energética, la competencia informacional, la autonomía organizacional. Pero no han podido desarrollar la *generatividad organizacional.* No han podido desarrollar verdaderamente más que la organización fenoménica que produce productos, *pero no la organización generativa que produce sus medios de producción, y se produce a sí misma.*

Esto significa ciertamente que nuestra inteligencia, tan capaz en la organización del poder, de la manipulación, del sojuzgamiento, es incapaz de crear lo que crea, de generar lo que genera, de concebir lo que concibe y ese es todo el problema de mi segundo tomo, que surge alrededor de esta frase. Esto significa también, y este es mi propósito de ahora, que nuestras máquinas artificiales no deben ser consideradas *verdaderamente* como máquinas, sino como fragmentos de prótesis de la megamáquina social. ¡Su generatividad está, desde luego, en la sociedad maquinista!

Era legítimo ciertamente concebir aisladamente la máquina artificial como ser físico organizador. A este título la máquina artificial ya es máquina. Pero le falta la infraestructura generativa de la que disponen todas las otras máquinas. En lo que concierne a esta generatividad, la máquina artificial ya no es máquina —es decir organización activa, productora, práxica—, sino instrumento y apéndice del ser antropo-social. También la cibernética, al poner de relieve el ser físico de la máquina, ha ocultado totalmente, no sólo la megamáquina social de la que ella no es más que un momento y un elemento, sino también el problema clave de la *generatividad* organizacional propia de todas las máquinas físicas, biológicas y sociales, excepción hecha de las máquinas artificiales.

Por supuesto que las carencias generativas de la máquina artificial, considerada aisladamente, ya no son ningún problema si se concibe su inserción antropo-social. Así, no puede regenerarse, generarse, repararse, reproducirse, sino que es regenerada, reparada, renovada, cambiada y reproducida en el seno de las fábricas y talleres... No puede más que incrementar su entropía desde que nace y la incrementa cada vez que funciona, pero la neguentropía antropo-social la repara, la restaura, y reestablece la entropía estacionaria. Además produciendo objetos más complejos y organizados que las materias primas que recibe contribuye a producir neguentropía social, y a pesar de que no sea más que fabricativa, cuando produce objetos de un modelo nuevo, la savia poiética que irriga la sociedad atraviesa su ser y se expresa en sus producciones.

Así, hay que concebir la máquina artificial en su bastardía y en su mestizaje. Es, en un sentido, la benjamina, la más pobre, la más débil organizacionalmente de las máquinas. Pero, en tanto que fragmento de la megamáquina que la produce, la reproduce y la hace evolucionar, incrementa la competencia, la potencia productiva y

realizadora, y desarrolla la praxis de la megamáquina antropo-social. Pero no veamos sólo los aspectos ricos y complejos de estos desarrollos; tenemos que ver también que, al reflejar, expresar y prolongar la creatividad social, las máquinas artificiales, en su pobreza y en su rigidez, reflejan, expresan y prolongan una pobreza y rigidez organizacional de las sociedades que las han producido: la que rige su organización industrial por división/especialización/sojuzgamiento del trabajo. Es la organización esclavista de las primeras megamáquinas históricas que se prolonga y desarrolla sobre, en y por la organización del ser físico, que es la máquina artificial. Lo que hace surgir una vez más el problema del sojuzgamiento; esperemos solamente dos capítulos, y comenzaremos a considerarlo de frente.

Podemos considerar pues, ahora, la máquina artificial de forma multidimensional en su relación no sólo con la megamáquina social considerada en bloque, sino también con respecto a los grandes aparatos sociales, a las formas y fuerzas motrices de la *physis,* a las formas y fuerzas organizadoras de la vida.

Es, pues, por una inquietante aberración por lo que esta máquina fundamentalmente dependiente, sojuzgante y sojuzgada, despojada de toda generatividad y de toda *poiesis* propia, ha sido promovida por la cibernética como el Arquetipo de toda máquina.

Pero no lo olvidemos: la máquina artificial nos ha permitido despejar el concepto de máquina. Concebida desde ahora como rampa de lanzamiento, y no como modelo reductor, nos ha hecho descubrir el inmenso y prodigioso universo de las máquinas-soles, de los motores salvajes, de las máquinas vivas e, incluso, de la megamáquina antropo-social que la ha generado. En el curso de este viaje, el concepto de máquina se ha transformado, desarrollado, complejizado, enriquecido y, volviendo a su punto de partida, retroactúa sobre la máquina artificial misma. En efecto, las máquinas físicas, biológicas, antropo-sociales se nos han hecho necesarias para concebir, a la vez en su pobreza y en su multidimensionalidad, a la máquina artificial, no sólo enraizada en la sociedad, sino operando el empalme de la praxis social con la motricidad y la organización físicas.

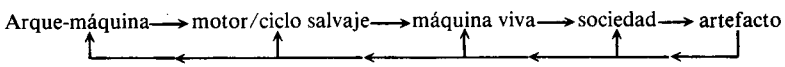
3. El concepto genérico de máquina

Un concepto físico y un modelo genérico

Hay máquinas físicas, máquinas biológicas, máquina sociales, pero el concepto de máquina es fundamentalmente físico. La prueba de esto es que en los dos extremos de la cadena de las máquinas, en la

partida (arque-máquinas, motores salvajes), y en la llegada (máquinas artificiales), las máquinas son puramente físicas. Hay, ciertamente, una originalidad irreductible propia de las máquinas biológicas y sociales, pero esta originalidad es el fruto de los desarrollos biológicos y sociales del principio físico de organización activa, él mismo fundado en las potencialidades organizacionales inmanentes propias de la *physis*. Mi insistencia en inscribir físicamente el concepto de máquina no tiende en absoluto, el lector debe comenzar a saberlo, a reducir lo que es biológico a lo físico: tiende por el contrario a *rehabilitar el concepto degradado de físico;* tiende a comprender cómo lo que es biológico, humano y social puede y debe ser al mismo tiempo necesariamente físico. Y *esto no solamente porque todo lo que es biológico, humano y social está constituido por materia física. Sino sobre todo porque todo lo que es biológico, humano y social es organización activa, es decir, máquina.*

Este concepto de máquina, uno de los más físicos que se puedan concebir, es al mismo tiempo una construcción intelectual compleja. No basta con decir que como todo concepto en general, como todo concepto organizacional en particular, la máquina es un concepto de doble entrada, física e intelectual. Hemos visto que para generar este concepto genérico a partir de la idea, más inmediata y empírica, de organización activa, ha sido preciso proceder a elaboraciones conceptuales, a razonamientos analógicos, homológicos, arqueológicos. Ha sido preciso efectuar un circuito intelectual:



El concepto genérico de máquina es, pues, un tipo ideal construido por la movilización general de tropas venidas de todos los frentes del saber. Al operar esta construcción el observador/conceptuador debe afrontar problemas cruciales. Debe, necesariamente, cuestionar su concepción de la sociedad y su concepción de la ciencia. Debe, en fin y sobre todo, ponerse profundamente en causa y en cuestión si quiere generar un concepto rico y complejo que pueda aplicarse a seres ya existentes diferentes sin anular estas diferencias, que pueda respetar la extraordinaria diversidad del universo de máquinas, si quiere que no haya confusión entre el sol, la perforadora automática, el organismo vivo, si quiere evitar en suma, el reduccionismo físico, la homogeneización formalista, la extrapolación mutilante.

La inversión copernicana

En lo sucesivo, para nosotros, el concepto de máquina es un concepto genérico que permite concebir los diversos tipos o clases

de organizaciones activas cuya extrema diversidad hemos visto, desde las máquinas puramente físicas (arquemáquinas, máquinas savajes, máquinas artefactos) hasta las máquinas biológicas y sociales, de las máquinas espontáneas a las máquinas programadas, de las máquinas poiéticas a las máquinas copiadoras, de los seres-máquina existenciales a las máquinas solamente funcionales.

A partir de ahora, la máquina artefacto se nos muestra como un concepto pobre, no sólo con respecto a las máquinas vivas, sino también con respecto a las arque-máquinas. Era necesario para la gestación del concepto de máquina, pero insuficiente para su generación. Es una versión no matricial, sino apendicial de la máquina. Es incluso, una submáquina en el sentido en que es una prótesis en la megamáquina social.

De ahí la necesaria revolución copernicana en la idea de máquina. Todavía hoy, el universo cibernético gira alrededor de la máquina artefacto. Del mismo modo que el geocentrismo de Ptolomeo permite concebir la rotación de los planetas, pero sobre la base de una falsa perspectiva que hace del satélite Tierra el astro real, del mismo modo, el cibernetismo, que hace del artefacto su noción solar, permite comprender ciertos rasgos propios de las máquinas, pero al mismo tiempo impone un estrechamiento de la visión, una inversión de la perspectiva, y una ocultación de la riqueza del universo considerado. De hecho, la aplicación al ser vivo del modelo de la máquina cibernética artificial aporta más mutilación y empobrecimiento que virtud heurística. Esta última no puede ser más que momentánea. *La simplificación y la desnaturalización tecnocrática constituyen el efecto duradero de una tal extrapolación reductora.*

Es precio, pues, operar la inversión gravitacional del concepto de máquina. El concepto que se había creído sol debe convertirse en satélite. Hay que poner en el lugar solar la arque-máquina: hay que poner el sol en su lugar de Sol. Desde ahora, ya no se puede concebir al ser vivo a la imagen robótica de una máquina cibernética que obedece a su «programa». Hay que repensar la idea de *máquina viva.*

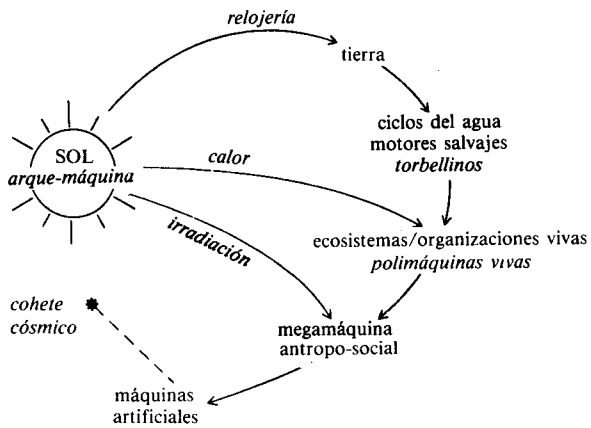
La genealogía de las máquinas

Se puede intentar elaborar ahora el concepto genérico de máquina. Genérico significa:

a) que permite establecer una genealogía, es decir, una lógica evolutiva en el universo de las máquinas;

b) que permite definir el género común cuyas transformaciones, desarrollos y derivaciones producen la diversidad de los tipos.

Recapitulemos la genealogía:



Así, la genealogía abstracta y reduccionista:

artefacto cibernético ⟶ máquina viva ⟶ sociedad....

que además tiende a ignorar la arque-máquina, el motor salvaje, el ciclo maquinal, la sustituyo por la genealogía lógica y evolutiva:

arque-máquina⟶ motor salvaje ⟶ máquina viva⟶ sociedad humana⟶ artefacto

La gran familia Mecano

Nuestro sistema solar contiene en sí, alrededor de la arque-máquina, un pueblo muy diverso de ciclos maquinales, motores salvajes, y, sobre el satélite tierra, polimáquinas vivas, megamáquinas antropo-sociales, máquinas artificiales. Ahora bien, este pueblo diverso y diasporado constituye de hecho una gran familia, no sólo por el vínculo genealógico, sino también por las interacciones interdependencias y articulaciones entre todas estas máquinas alrededor del *Pater familias.*

El Sol nos ha hecho. En su hoguera han sido creados el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno, el oxígeno, los minerales de los que estamos llenos y de los que nos alimentamos. No tiene finalidad, pero él no cesa de producir *para nosotros* la irradiación fotónica, fuente de toda vida. Esta finalidad, creada retroactivamente por la vía que

él ha creado se convierte, por ello mismo, en un subproducto de su actividad.

Nuestra tierra, expectorada, vomitada en uno de sus eructos, es una pieza periférica del gran reloj, del que él es el centro. Allí la relación termodinámica fuente sol-caliente/fuente tierra-fría, abre la posibilidad del trabajo, de las transformaciones, de las producciones. Desde entonces, su irradiación y la rotación relojera que rige, han hecho nacer y mantener ciclos maquinales y motores salvajes. Es en estos ciclos maquinales abiertos, ellos mismos inscritos en el ciclo de la «Máquina redonda»[1] alrededor del sol, donde se han formado, enroscado, enciclado los seres vivos, máquinas húmedas y tibias que se auto-producen, reproducen y multiplican, se diversifican por todas partes como vegetales y animales. Seres cuyas interacciones tejen las polimáquinas ecosistémicas, y que constituyen en su conjunto la megamáquina de vida o bioesfera. Al mismo tiempo y en interrelación aparecen procesos maquinales colectivos que van a desarrollarse en numerosas especies animales, como máquinas sociales. En fin, hace algunos millares de años se imponen las formidables megamáquinas antropo-sociales. De los recientes desarrollos de estas mega-

SOL
motores, reloj, productor de átomos
transformador, distribuidor de energía
irradiación
↓
Tierra
ciclos maquinales
torbellinos de agua,
viento, fuego
↓
polimáquinas vivas
↓
megamáquinas antropo-sociales
↓
máquinas artificiales
relojes, motores
cibernéticos, autómatas

[1] La misma tierra puede ser considerada como una máquina/motor compleja, que se transforma al transformar a sus constituyentes, se trabaja a sí misma al trabajar a muchos niveles concéntricos, desde su núcleo en estado de fusión hasta la superficie donde la conjunción de los movimientos del subsuelo, de las aguas, de los vientos, de las variaciones de temperatura, etc., determina actividades transformadoras/productoras de todo orden y, en este sentido, la constitución de las macromoléculas de ácidos nucleicos y de proteínas, después el nacimiento de la vida, después el desencadenamiento, la diversificación, la eco-organización de esta vida son de alguna manera subproductos de las actividades práxicas de la *máquina redonda.*

máquinas, y en su seno, nacen las máquinas artificiales, cada una de las cuales tiene cierto algo que mantiene de los ancestros de la familia: molinos y turbinas (del modelo de motores salvajes), relojes (del modelo de reloj astral), autómatas (del modelo de comportamientos animales).

Esta es, pues, la maternidad/paternidad de Metis/Zeus. Nuestro genitor hermafrodita ha generado y genera sin cesar todas las condiciones físicas, químicas, termodinámicas, organizacionales, todos los materiales, todas las energías, todos los procesos necesarios para la formación, la perpetuación, la renovación, el desarrollo de la vida zoológica, antropológica y sociológica. Es pues, a partir de él, bajo su soberanía y bajo su maná, como nacieron y giraron todas las organizaciones activas del planeta Tierra, incluidos los humanos. Somos todos de la familia Mecano, entremezclados, enlazados, entrecombinados, enredados, entre-transformantes, simbióticos, parasitarios, antagonistas, en un proceso que a la vez se auto-produce, se auto-devora, se auto-recomienza. Somos hijos del sol y, por decirlo como Paule Salomon, ¡en ocasiones somos un poco soles-hijos!

Así, la idea de familia se impone no sólo por su carácter genealógico, sino también por las imbricaciones e intrincaciones entre los miembros de la familia que está bajo la dependencia del sol. Y esta dependencia es en cascada, en cadena: las máquinas artificiales dependen ontológica y funcionalmente de la megamáquina antropo-social, la cual, tejida permanentemente por las interacciones entre máquinas humanas, depende de éstas, que dependen de los animales y vegetales, de los cuales se alimentan, del oxígeno producido por las plantas; plantas y animales dependen de las eco-máquinas que dependen de los ciclos geo-atmosféricos, de la irradiación fotónica, es decir, siempre y todavía del sol. Se podría casi considerar que todas estas máquinas unidas constituyen una fabulosa polimáquina cuyo centro es el sol, cuyos pseudópodos se extienden sobre la tierra y, a través de los procesos maquinales de la atmósfera y la organización productiva de la bioesfera, se prolongan en la sociedad y en el artefacto mismo, que es también, a su manera, bastardo de Metis.

El pueblo de las máquinas

Es tan necesario concebir la unidad de la familia Mecano como el todo polimaquinal, como necesario es concebir la diversidad irreductible de los diferentes tipos de máquina y la autonomía, ciertamente siempre relativa, pero también siempre real, de cada máquina.

La máquina es relativamente autónoma. Las máquinas son también seres y existentes. Tampoco ahoguemos estos seres en la gran

totalidad: integrémoslos, de manera compleja, en su autonomía así como en su interdependencia. Hay, pues, un pueblo de máquinas; como hay un pueblo de vivos, surgido de un mismo tronco originario; como hay un pueblo humano, surgido de la misma cepa, *homo sapiens*. Pero, más todavía, este pueblo es diverso, y la unidad del concepto de máquina debe respetar absolutamente esta diversidad, mejor, debe enriquecerse de ella.

Esta diversidad se despliega entre dos polaridades extremas, ambas constituidas por máquinas puramente físicas, pero entre las cuales está la vida, el hombre, la sociedad: el polo de las arque-máquinas y los motores salvajes por una parte, y el polo de las máquinas artificiales por la otra.

POR UN LADO	POR EL OTRO
la espontaneidad (en el ensamblaje, la regulación, la organización)	la preconcepción de los elementos, de la constitución de la organización de la máquina
existe y funciona con y en el desorden	no puede existir ni funcionar con desorden
la producción de productos exteriores es un subproducto	la producción de productos exteriores es la finalidad primera
producción-de-sí (generatividad)	sin producción-de-sí
reorganización espontánea	sin reorganización espontánea
poiesis	fabricación
crear	copiar

El concepto policéntrico

Se podría fijar el concepto de máquina solamente sobre uno de los polos, es decir, bien sobre la fabricación, bien sobre la *poiesis*, bien sobre el artefacto, bien sobre la arque-máquina, y las consecuencias de esto serían decisivas para nuestra concepción, no sólo de la máquina en tanto que tal, sino de la vida y de la sociedad.

Si el polo de referencia o modelo es el artefacto, la máquina se

definirá por especialización máxima de sus componentes, la regulación, la funcionalidad, la finalidad estricta, la economía, el control rígido, el programa exterior o interior, la producción de copias o reproducción de objetos o realizaciones según un modelo prefijado. Estos aspectos remiten a lo que en la organización biológica o social está fundado sobre la división y la especialización del trabajo, la regulación, la funcionalidad, etc., excluyendo y ocultando todo lo que es «ruido», desórdenes, «libertades», a-funcional, excluyendo, en fin y sobre todo, todo aspecto de creatividad.

Si, por el contrario, la arque-máquina, es decir, un pueblo de millares de millones de estrellas, se convierte en el polo de referencia y modelo, entonces podemos concebir las máquinas sin especialización, sin programas, con regulaciones espontáneas surgidas de procesos antagonistas, que comportan formidables *alea* en su existencia, un desorden y un gasto inauditos en su producción (lo hemos visto para el átomo de carbono), una ausencia aparentemente total de finalidad y, al mismo tiempo, una potencia poiética y generadora. A partir de ahora este modelo remite a lo que puede haber de desorden, de *alea,* de gasto, de creatividad de las máquinas vivas y sociales.

El concepto de máquina no hace más que oscilar entre los dos polos extremos. La organización de la máquina viva y la organización de la máquina antropo-social constituyen polos de referencia distintos y necesarios. Lo que quiere decir, por supuesto, que el problema de la organización viva no puede resolverse ni en el modelo solar, ni en el modelo de la máquina artificial, aunque uno y otro puedan aclararlo. Nosotros debemos, pues, aclarar los caracteres originales de la organización viva, en donde crear y copiar —los dos antípodas del concepto de producción— están estrechamente unidos en la reproducción biológica, en donde el desorden está estrechamente unido al orden organizacional, en donde hay a la vez preconcepción y espontaneidad. En fin, existe el problema original, no reductible, de la máquina antropo-social, pero que necesita la teoría previa de la máquina. Para nosotros éste es hoy el problema crucial, decisivo. Pero para comprenderlo no nos podemos ahorrar el gran giro del mundo. Y, recíprocamente, el *viaje por el universo físico y biológico de las máquinas no puede ahorrarse la problemática antropo-social.* Así es como se teje, por lanzaderas, intercambios, desarrollo, el *concepto necesariamente policéntrico de máquina.*

Aislar y reunir. Máquinas y máquinas de máquinas (polimáquinas). El problema del conceptuador

El problema del observador-conceptuador —¿habría que decir ya del sujeto?— nos aparece desde ahora como capital, crítico, decisivo. Debe saber, a la vez, aislar los seres máquinas y volverlos a unir a uno o a varios conjuntos (polimáquinas), a una o a varias totalidades (como la totalidad del sistema solar del que forman familiarmente parte todas las distintas máquinas que se activan allí). Es necesario aislar, para no ahogar en una sopa-máquina al ser, la existencia singular, particular, individual. Hay que unir para no ocultar la retroactividad de las totalidades y la extrema complejidad de las polimáquinas. Es necesario el automatismo, no el atomismo: el totalismo complejo, no el totalitarismo. Esto se plantea en todos los grados, incluso en el menor. Tomemos el remolino: es preciso aislarlo en su existencia y en su organización propia, pero situarlo también en el río, del que forma parte, el cual forma parte de un ciclo maquinal salvaje. Se puede aislar la llama de una vela, hermoso motorcito, salvaje en su desnudez, civilizado en su regularidad: este motor salvaje no existe más que en función de la vela civilizada, y el conjunto llama/vela constituye un pequeño polisistema; mientras que aisladamente la llama es un sistema energéticamente abierto, y la vela un sistema cerrado; juntas constituyen otra cosa múltiple y ambigua, donde la vela puede aparecer como la reserva energética del sistema llama y donde la llama puede ser concebida como el proceso de desintegración del sistema vela, donde la vela puede ser concebida como una pequeña máquina para producir la luz que forma parte de la megamáquina antropo-social. Del mismo modo, la máquina artificial puede y debe ser aislada como ser físico autónomo, pero también reunida e integrada como momento y elemento de una organización antropo-social. Ahora bien, en cada uno de estos ejemplos vemos que la *descripción de la máquina cambia y, en ocasiones, radicalmente, según se cambia de punto de vista.*

De ahí, el problema del observador/descriptor/conceptuador: debe disponer de un método que le permita concebir la multiplicidad de los puntos de vista, y después pasar de un punto de vista al otro; debe disponer de conceptos teóricos que, en lugar de cerrar y aislar las entidades (física, biología, sociología), le permita circular productivamente. Debe concebir, al mismo tiempo, la individualidad de los seres maquinales, las Máquinas de máquinas que los engloban y los complejos de máquinas interdependientes o polimáquinas que los asocian. De hecho, los desarrollos de la complejidad práxica son polimaquinales. Así como la relación polimaquinal que constituye la noción de hombre: individuo (ser-máquina), especie (ciclo maquinal), ecosistema (macro-polimáquina), sociedad (megamáquina). La idea de polimáquina es, pues, necesaria, respeta la complejidad de lo real y desarrolla la complejidad del pensamiento.

El observador no debe practicar solamente un método que le permita pasar de un punto de vista a otro y concebir la polimáquina; necesita también de un método para acceder al meta-punto de vista sobre los diversos puntos de vista, incluido su propio punto de

vista de sujeto inscrito y enraizado en una sociedad. El conceptuador está en una situación paradójica: está unido a una sociedad maquinista en la que el concepto de máquina que lo aprisiona es, no obstante, necesario para la eclosión del concepto complejo de máquina. Pero para una eclosión tal el observador/conceptuador debe comprometerse en una problemática donde su visión del mundo de las máquinas ponga en causa, a la vez, su visión del mundo, la visión que tiene de la sociedad, la visión que le viene de la sociedad.

Entrevemos ya aquí que la riqueza, la complejidad y la pertinencia de nuestra concepción de la máquina están en interdependencia recíproca con la riqueza, la complejidad, la pertinencia de nuestra concepción de la vida y de la sociedad, y que estas concepciones interdependientes dependen también de las concepciones que orientan nuestro saber y dominan nuestra sociedad. También el observador/conceptuador debe reflexionar sobre sí mismo y pensar que tarde o temprano le será necesario considerar un circuito epistemológico, del sol a la sociedad de que él forma parte, y que lo atravesará y lo escindirá.

Entre tanto, podemos formular un concepto policéntrico de máquina, a la vez físico, socializado y abierto. No reclama ninguna reducción a la máquina artefacto, ninguna reducción sea la que sea, y quizá pueda hacer que se comuniquen, a su nivel, física, biología y antropo-sociología. Ya no es el concepto surgido del pensamiento mecanicista de los siglos XVII y XVIII, y no es tampoco el de la cibernética wieneriana. Es un concepto que regrada, no que degrada, al ser o al existente al que se aplica. Revoluciona la antigua noción de máquina. Este nuevo concepto, en lugar de ocultar los grandes problemas y misterios, los plantea necesariamente.

— ¿Cómo pueden nacer los seres-máquina del desorden de las interacciones y los encuentros?

— ¿Cómo pueden existir seres-máquina que se organizan por sí mismos, se producen y se reproducen por sí mismos?

— ¿Qué es el ser de una máquina y la máquina de un ser?

Los fondos de las máquinas: la producción-de-sí (poiesis y generatividad)

Las máquinas artificiales, concebidas aisladamente, enmascaran un problema clave: el de la *poiesis* (no son más que fabricadoras), el de la generatividad (son incapaces de generarse y de regenerarse). Sin embargo, como ya he dicho, no están desprovistas de *poiesis* ni de generatividad, pero éstas vienen del exterior, de la organización antropo-social. Ahora bien, todas las máquinas (físicas, biológicas, sociales) que hemos visto, a excepción de las máquinas artificiales, están dotadas de virtudes generativas y regenerativas internas: son productoras-de-sí, organizadoras-de-sí, reorganizadoras-de-sí, su *poiesis* se identifica, en primer lugar, con la producción permanente de su propio ser. Incluso el remolino, ese motor desnudo y salvaje, produce permanentemente, reorganiza permanentemente su propio ser. La estrella, al mismo tiempo que produce átomos y radiación, produce y reorganiza permanentemente su propio ser a través de una retroacción ininterrumpida del todo sobre las acciones contrarias que constituyen este todo. El ser vivo, sea descomponiéndose (las materias orgánicas de las cuales se alimenta), sea fabricando moléculas (por combinación y síntesis químicas), produce sus movimientos, sus realizaciones, sus propios componentes, su organización, y todas estas producciones están conjugadas en la producción permanente de su propio ser, incluida la organización que produce estas producciones.

También, lo que nosotros debemos preguntarnos ahora es el nivel de generatividad y de *poiesis* oculto en el concepto artificial de máquina. Este es todo el problema de la infraestructura organizacional, de la parte sumergida y oscura de toda teoría de la organización activa, de toda teoría de la máquina. Y, de golpe, nos vemos llevados a hacer surgir una noción desconocida de la máquina artificial: ésta tiene ser y no tiene *sí*. El sí, nace en la producción y en la organización permanentes de su propio ser. Vemos, pues, surgir de las profundidades una nueva constelación conceptual con las nociones de *poiesis,* generatividad, bucle retroactivo, producción-de-sí, y sí.

CAPÍTULO II

La producción-de-sí
(el bucle y la apertura)

El ser-máquina tiene una actividad sumergida, invisible porque inexistente, en la máquina artificial. Es allí donde se operan la producción-de-sí y la reorganización-de-sí.

Para acceder a la inteligibilidad de esta praxis profunda, propia de toda organización activa natural, resultan fundamentales e inseparables las ideas de bucle y de apertura.

La idea de bucle retroactivo emergió en y por la cibernética wieneriana *(corrective feed-back loop)*. La noción nace en y para la organización de realizaciones complejas (acoplamiento de un ordenador y de un radar para guiar el curso de un proyectil antiaéreo en función de las modificaciones del trayecto del blanco). La idea adquirió una gran amplitud con el desarrollo de las regulaciones automáticas, en las que dispositivos de retroacción negativa anulan las desviaciones respecto de las normas asignadas a las máquinas. Pero el desarrollo de la idea de regulación y de la idea de corrección de la desviación casi han ahogado la idea misma de bucle.

Como la máquina artificial no se genera a sí misma, el bucle retroactivo no ha sido concebido por el pensamiento cibernético como una idea generativa fundamental: es pues, una idea que hay que regenerar, generalizar, fundamentar.

La idea de apertura emerge a nivel organizacional con la noción bertalanffyana de sistema abierto. Enlaza una a otra la problemática termodinámica y la problemática organizacionista. Pero esta teoría, tan necesaria para concebir la ecología de todo fenómeno práxico, no ha sido suficientemente abierta, ni suficientemente organizacionista, y ha ocultado el problema clave del cierre.

En fin, estas dos nociones no han sido unidas, siendo así que constituyen dos caras de un mismo fenómeno.

Aquí es preciso, pues, despejar, enraizar y desarrollar estas nociones de bucle (retroactivo) y de apertura (organizacional) y acoplarlas en el corazón de la organización activa.

1. EL BUCLE: DE LA FORMA GENÉSICA A LA FORMA GENERADORA. ORGANIZACIÓN RECURSIVA Y REORGANIZACIÓN PERMANENTE

En mi fin está mi comienzo.

T. S. ELIOT

El bucle: de la retroacción a la recursión

Del torbellino al bucle

Hemos visto que la forma rotativa es constitutiva de los motores salvajes (torbellinos, remolinos).

Esta forma nace del encuentro de dos flujos antagonistas que, al interreaccionar uno sobre otro, se combinan entre sí en un bucle que retroactúa, en tanto que todo, sobre cada momento y elemento del proceso. Este bucle constituye así la forma *genésica* del remolino o torbellino[1].

Esta forma genésica es, al mismo tiempo, la forma tipo y constante, es decir, *genérica,* de los torbellinos y remolinos.

Esta forma genérica es organizacional: organiza el movimiento centrípeto y centrífugo del flujo; organiza su entrada, su circulación, su transformación, su salida. Sin cesar, el movimiento rotativo capta el flujo, lo succiona, lo desvía, le hace dar vueltas, lo diferencia, lo vuelve heterogéneo, le imprime la forma de espiral, después lo expulsa. Esta forma, que genera el remolino (genésico), le da su género (genérico), genera a cada instante la organización que regenera el torbellino. La forma es, pues, no sólo *genésica* y *genérica,* sino también *generativa.* Y además, cuando se trata de motores salvajes, es *generadora* de energías cinéticas (que el hombre sabrá domesticar y sojuzgar).

El torbellino es bucle, no sólo porque su forma se vuelve a cerrar sobre sí misma, sino porque esta forma embuclante es retroactiva, es decir, constituye la retroacción del todo en tanto que todo

[1] Los remolinos se constituyen en la corriente de los ríos a partir de un elemento sólido y fijo que, haciendo un papel de ruptura, provoca por retroceso un contraflujo en sentido inverso, el cual se combina con el flujo de forma que crea y mantiene el bucle rotativo.

sobre los momentos y elementos particulares de los que ha surgido. El circuito retroactúa sobre el circuito, le renueva su fuerza y su forma, actuando sobre los elementos/eventos que de otro modo se volverían enseguida particulares y divergentes. El todo retroactúa sobre el todo y sobre las partes, que a su vez retroactúan reforzando el todo. Si el flujo y las condiciones exteriores de formación del remolino no varían más allá de determinados umbrales de tolerancia, el remolino puede perdurar de este modo casi indefinidamente.

La forma genésica de las galaxias y de las estrellas se dibuja en la transformación de las turbulencias en torbellinos. La forma torbellinesca que se constituye bajo el efecto de las interacciones gravitacionales, es animada por un movimiento centrípeto y se concentra en un núcleo que es cada vez más denso y caliente, hasta que se enciende. A partir de ahí, el movimiento centrípeto del torbellino genésico, y el movimiento centrífugo surgido de la fusión termonuclear se entreanulan y entrecombinan en un bucle retroactivo que se identifica a la forma esférica de la estrella. Ciertamente, queda algo —por lo menos en nuestro sol— de las formas torbellinescas, particularmente en la rotación diferencial de las capas superficiales que se deslizan unas sobre otras con relación al núcleo central, y la periferia del torbellino original se prolonga, transforma y ordena, en la rotación de los planetas alrededor del astro central.

El bucle retroactivo de la estrella, como el del remolino, es a la vez genésico, genérico, generativo, es decir, que asegura el nacimiento, la especificidad, la existencia y la autonomía de la estrella. Como en el remolino, pero de forma mucho más remarcable, ya que la estrella-sol es un ser organizado de una complejidad[1] extraordinaria, lugar de innumerables interacciones de todos los órdenes y de múltiples actividades productoras y motrices, el bucle, nacido espontáneamente de la unión que se vuelve complementaria de dos movimientos antagonistas, asegura retroacción negativa y regulación sin ningún dispositivo informacional. El bucle no nace de una retroacción negativa o de una regulación. Es la retroacción negativa y la regulación. En el origen y en el fundamento del ser solar, está el bucle, es decir el todo retroactivo, productor y organizador-de-sí.

El bucle puede confundirse, en sus especies salvajes o arcaicas, con una forma torbellinesca, circular, esférica. Pero la *idea* de bucle no es una idea mórfica, es una idea de circulación, circuito, rotación, *procesos retroactivos que aseguran la existencia y la constancia de la forma.*

[1] En el centro del sol está el núcleo, en el que se operan las reacciones termonucleares, a su alrededor la fotosfera está constituida por torbellinos incandescentes que equivalen a miles de bombas de hidrógeno, después la cromosfera y, finalmente, la corona.

La clave-de-bucle: retroacción y recursión

El bucle retroactivo no es una forma, pero permanece unido a las formas rotativas, es decir, comporta siempre circuitos y/o ciclos.

Es un proceso clave de organización activa, a la vez genésico, genérico y generador (de existencia, de organización, de autonomía, de energía motriz). En los ejemplos citados anteriormente el buclaje retroactivo es un proceso físico (remolinos, torbellinos), físico-químico (estrellas), pero no informacional. En los seres vivos, el buclaje físico-químico se opera por la circulación de la información. Por lo demás, el bucle retroactivo ha emergido a nuestra conciencia en forma comunicacional, con el primer dispositivo cibernético. Pero esta emergencia, en lugar de extraer de la sombra la idea de bucle generativo, por el contrario, la ha sumergido todavía más profundamente.

En efecto, la idea de bucle se encuentra transportada de este modo a la idea informacional: es un dispositivo de eliminación de la desviación por corrección de error. Efectivamente, en los artefactos cibernéticos no hay más bucle que el informacional. Ahora bien, esta visión oculta el carácter primordial del bucle y rompe lo que éste comporta de actividad totalizante e integrativa. Es pues superficial y atomizante. Es preciso pues profundizar y desatomizar la idea de bucle, lo que necesita, una vez más, una inversión de perspectiva: el bucle no procede de una entidad llamada «información»; el bucle precede genealógicamente a la información. Es preciso introducir la información en el bucle y no estrechar el bucle en la información.

Recapitulemos los carácteres organizacionales del bucle retroactivo. Decir que es genésico es decir que transforma los procesos turbulentos, desordenados, dispersos o antagonistas en una organización activa. *Opera el paso de la termodinámica del desorden a la dinámica de la organización.* Las interacciones se vuelven retroactivas, secuencias divergentes o antagonistas dan nacimiento a un ser nuevo, activo, que continuará su existencia en y por el buclaje. El bucle retroactivo hace circulares los procesos irreversibles, que no dejan de ser irreversibles, pero que no adquieren forma organizacional; por ello, transforma el disparate en concéntrico. Así, el bucle se vuelve generativo permanentemente, uniendo y asociando en organización lo que de otro modo sería divergente y dispersivo.

A este nivel, la idea de bucle retroactivo se confunde con la idea de totalidad activa, puesto que articula en un *todo,* de forma ininterrumpida, elementos/eventos que, abandonados a sí mismos, desintegrarían ese todo. Así, la totalidad activa significa la inmanen-

cia y la sobredeterminación del proceso total en y sobre cada proceso particular. El buclaje es, por ello mismo, la constitución permanentemente renovada de una totalidad sistémica, cuya doble y recíproca cualidad emergente es la producción del todo por el todo (generatividad) y el reforzamiento del todo por el todo (regulación). En efecto, el buclaje del todo sobre el todo efectúa por sí mismo la regulación, reabsorbiendo en forma de oscilaciones y fluctuaciones las desviaciones que provocan perturbaciones y *alea*. De este modo, en un sistema práxico distinto de la máquina artificial (que sólo es práxica en la organización de su funcionamiento y no en la generación de su ser), toda totalidad toma necesariamente la forma de bucle retroactivo.

Tal totalidad puede comportar, en su seno, otros bucles retroactivos que ella genera y regenera al mismo tiempo que éstos la generan y regeneran. Así, la forma verdadera de un ser vivo no es talmente la arquitectónica de un edificio de componentes, es la de un multiproceso retroactivo que se embucla sobre sí mismo a partir de múltiples y diversos bucles (circulación de la sangre, del aire, de las hormonas, de la alimentación, de los influjos nerviosos, etc.). Cada uno de estos bucles genera y regenera al otro. El bucle global es producto, al mismo tiempo que productor, de esos bucles especiales. Aquí se impone la idea de recursión.

La recursión

La idea de bucle no significa solamente refuerzo retroactivo del proceso sobre sí mismo. Significa que el final del proceso nutre su principio, por la vuelta del estado final del circuito sobre y en el estado inicial: el estado final se convierte de alguna manera en inicial, aunque sigue siendo final, y el estado inicial se convierte en final, aunque sigue siendo inicial. Lo que significa decir al mismo tiempo que el bucle es un proceso en que los productos y los efectos últimos se convierten en elementos y caracteres primeros. Este es un proceso recursivo: *todo proceso cuyos estados o efectos finales producen los estados o las causas iniciales.*

Defino, pues, aquí como recursivo todo proceso por el que una organización activa produce los elementos y efectos que son necesarios para su propia generación o existencia, proceso en circuito por el que el producto o efecto último se convierte en elemento primero y causa primera. Parece, pues, que la noción de bucle es mucho más que retroactiva: *es recursiva.*

La idea de recursión no suplanta a la idea de retroacción. Le da algo más que un fundamento organizacional. Aporta una dimensión lógica totalmente fundamental para la organización activa. En efecto, la idea de recursión, en términos de praxis organizacional, significa lógicamente *producción-de-sí* y *re-generación*. Es el fundamento

lógico de la generatividad. Dicho de otra forma, recursividad, generatividad, producción-de-sí, re-generación y (en consecuencia) reorganización son otros tantos aspectos del mismo fenómeno central.

La idea de recursión refuerza y aclara la idea de totalidad activa. Significa que aisladamente nada es generativo (ni siquiera un «programa»); es el proceso en su totalidad lo que es generativo a condición de que se embucle sobre sí mismo. Al mismo tiempo, la acción total depende de la de cada momento o elemento particular, lo cual disipa toda idea brumosa o mística de la totalidad.

La idea de organización recursiva va a adquirir un desarrollo completamente remarcable en la organización geno-fenoménica propia de la vida, como se verá en el tomo II. Aquí hay que indicar solamente que el concepto de recursión será el concepto solar respecto al cual el concepto de retroacción será derivado y satelizado. Lo cual significa que el planeta wieneriano, que parece sol, debe ser concebido en función del esclarecimiento foersteriano. Se debe a von Foerster el haber puesto en el centro de los procesos auto-organizadores (vivos) la idea recursiva. Pretendo mostrar que se la puede encontrar ya en el nivel de organización-de-sí, de reorganización permanente, de producción-de-sí. Es decir, no sólo en el nivel de la organización biológica, sino ya en el nivel de la organización de los seres-máquina físicos, no artificiales.

Producción-de-sí: el término significa que es el proceso retroactivo/recursivo el que produce el sistema, y que lo produce sin discontinuidad, en un recomenzamiento ininterrumpido que se confunde con su existencia.

Regeneración: este término significa que el sistema, como todo sistema que trabaja, produce un incremento de entropía, luego tiende a degenerar, luego necesita generatividad para regenerarse. Desde este ángulo, la producción-de-sí permanente es una regeneración permanente.

Reorganización permanente: mientras que el término regeneración adquiere sentido en función de la generatividad, el término reorganización adquiere sentido en relación con la desorganización que trabaja el sistema permanentemente: a partir de ahí, la organización fenoménica del ser mismo necesita una reorganización permanente. Es en este nivel de reorganización permanente en el que voy a considerar ahora lo que constituye la permanencia y la constancia de un ser dotado de organización activa.

Morfostasis y reorganización permanente

Allí donde hay bucle recursivo, no hay nada que esté fuera del flujo, de la degradación, de la renovación. La organización misma

está constituida por elementos que están en tránsito; es atravesada por el flujo, la degradación, la renovación. La maravilla, la paradoja, el problema es que esta actividad permanente y generalizada produzca estados estacionarios, que el *turnover* ininterrumpido produzca formas constantes, que el devenir sin tregua cree al ser. Como vamos a ver, las organizaciones recursivas son organizaciones que, en y por el desequilibrio, en y por la inestabilidad, en y por el incremento de entropía, producen estados estacionarios, homeostasis, es decir, cierta forma de equilibrio, cierta forma de estabilidad, cierta forma de constancia, una verdadera morfostasis.

El estado estacionario

La constancia de la llama de una vela, de la forma de un remolino, de la morfología de una estrella, la homeostasis de una célula o de un organismo vivo son inseparables de un desequilibrio termodinámico, es decir, de un flujo de energía que los recorre. El flujo, en lugar de destruir el sistema, lo alimenta, contribuye necesariamente a su existencia y a su organización. Más aún, la detención del flujo entraña la degradación y la ruina del sistema.

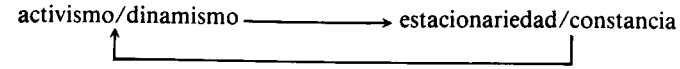
Se trata pues de considerar estos estados que se equilibran en el desequilibrio; que, compuestos de elementos inestables, son globalmente estables; que, recorridos por flujos, son constantes en su forma. El término *steady state,* o estado estacionario de no-equilibrio, los define. A partir de ahí se plantea el problema organizacional: ¿cómo se unen estas formas y estos estados estacionarios al cambio y al movimiento?

Ya es muy remarcable que haya estado estacionario, aunque haya desequilibrio, inestabilidad, movimiento, cambio; es totalmente admirable que haya estado estacionado *porque* hay desequilibrio, inestabilidades, movimiento, cambio.

La invarianza relativa de las formas del sistema depende, en efecto, del *turnover* de sus elementos constitutivos. Así pues, hay que concebir que la permanencia del movimiento mantiene la organización de la permanencia de las formas y que esta organización mantiene el movimiento. A partir de ahora aparece una relación recursiva entre la organización y la renovación de los constituyentes, incluidos los constituyentes de esta organización misma. De ahí nace y se mantiene el estado primario de toda organización activa: el estado estacionario.

El sistema activo sólo puede ser estabilizado por la acción. El cambio asegura la constancia. La constancia asegura el cambio. Toda organización de la constancia está abocada a asegurar la renovación, la cual asegura la constancia. Los dos carácteres antinómicos activismo/invarianza por una parte, estacionariedad/constancia

por la otra, no sólo son concurrentes entre sí, sino que se coproducen mutuamente.



Esta idea es completamente visible en el remolino, donde se confunden la forma fenoménica y el bucle generativo: es lo constante lo que al mismo tiempo está en movimiento. El movimiento recursivo es lo que transforma el desagüe dinámico de un flujo en circuito de forma constante, y desde entonces cada uno de los dos términos coproduce al otro. El flujo es la condición del trabajo, que transforma el flujo en organización productiva, no tanto la producción de algún objeto cuanto la producción-de-sí, no tanto la organización de alguna actividad distinta cuanto la organización-de-sí. El flujo alimenta el circuito recursivo que es el del todo organizador-de-sí.

El estado estacionario debe ser concebido como un aspecto clave de la producción-de-sí, y esto en los dos sentidos, el sentido de la producción y el sentido del sí.

En principio, el estado estacionario forma parte de la organización recursiva que lo produce: no sólo es renovado permanentemente, es también necesario para la renovación del proceso recursivo mismo: es necesario que haya una constancia, una permanencia, un *ser* en una palabra, para que exista la organización que alimenta a este ser. El ser, a su manera, mantiene la organización que lo mantiene.

Y aquí el aspecto ontológico del estado estacionario debe ser señalado tanto más cuanto que comúnmente es ignorado. Como una mayonesa bajo el remolino de la batidora, el ser y la existencia adquieren una primera consistencia, bajo el efecto de la recursión, en y por el estado estacionario. En efecto, a partir del desorden, el movimiento generativo produce un orden y un determinismo internos; a partir de la improbabilidad estadística general, produce una probabilidad de existencia local y temporal. Por el mismo movimiento se crean, se sustentan y mantienen recíprocamente, la organización, el ser, la existencia. Ser, en efecto, es permanecer constante en las formas, la organización, la genericidad, es decir, la identidad; el estado estacionario constituye así el estado primario de un ser dotado de una organización activa. Y, en el ser vivo, la homeostasis, complejo de estados estacionarios por el que el organismo mantiene su constancia, se identifica con el ser de este organismo.

En una física atomizada sin concepto de organización, así como sin concepto de ser, el estado estacionario es un estado físico particular. Por el contrario, vemos que en una perspectiva de organización recursiva, ergo generativa, es un ser, dotado de en cuanto-a-sí, el que se forma y se hace firme en y por el estado estacionario.

La dinámica estacionaria: meta-desequilibrio, meta-inestabilidad

En estas condiciones, no se pueden oponer como alternativas simples equilibrio/desequilibrio, estabilidad/inestabilidad: es preciso englobar y sobrepasar, a la vez, estos términos que se convierten en complementarios sin dejar de ser antagonistas.

En efecto, ni la noción termodinámica (ausencia de flujo) ni la noción mecánica (estado de reposo resultante de la igualdad de las fuerzas antagonistas) de equilibrio, ni la noción de desequilibrio son pertinentes aisladamente para la inteligencia del *steady state* y, sin embargo, cada una puede aportar una parte de verdad a condición de que se hable de *meta-desequilibrio*. En esta noción equilibrio y desequilibrio se asocian de manera complementaria (puesto que el desequilibrio es necesario para la reequilibración siempre reiniciada del estado estacionario), pero siguen siendo antagonistas. La idea de meta-desequilibrio es una idea activa; es la desequilibración/reequilibración, desequilibrio compensado o recuperado, la dinámica de reequilibración.

A la complejización de la relación equilibrio/desequilibrio, hay que añadir la complejización de la relación estabilidad/inestabilidad. La idea de estabilidad comporta ya en sí no sólo el mantenimiento de un estado definido, sino también la propiedad de retomar este estado después de pequeñas perturbaciones. En este sentido, se puede considerar el *steady state* como un estado de estabilidad, que soporta variaciones y oscilaciones. Pero es olvidar que en el *steady state* el retorno al estado estable no es el retorno al reposo, sino el producto de la actividad. Es olvidar sobre todo que el *steady state* comporta la inestabilidad como virtud original. Lo hemos visto: el desequilibrio y la inestabilidad son genésicos, la organización activa lleva en sí de manera indeleble la marca de este origen; ha nacido de las turbulencias, choques, rupturas, antagonismos. Este rasgo genésico se ha convertido en genérico: los soles, los remolinos, los torbellinos contienen en sí el afrontamiento del que han nacido.

En su origen, en su existencia, en su permanencia, los estados estacionarios de los seres-máquina llevan en sí, como factor fundamental de su orden y de su organización, un factor fundamental de desorden y de desorganización.

De este modo, el *steady state* nace de una inestabilidad, se mantiene a través de las inestabilidades, reconstituye sin tregua una estabilidad global más allá de la inestabilidad. Hubiéramos podido hablar de meta-estabilidad si el término no tuviera ya un empleo físico circunscrito. La idea de ultra-estabilidad (Ashby, 1956) propuesta para expresar la propiedad de un sistema de mantener su estabilidad en unas condiciones de *stress* que normalmente deberían suprimirla, aquí sería integrable, pero insuficiente. Es necesaria una noción que indique que la estabilidad nueva ya no es una verdadera inestabilidad ni una verdadera estabilidad: de ahí la idea que yo sugiero, de meta-inestabilidad, que se integra en la idea de dinamismo estacionario [1].

Lo que aquí se ha dicho vale *a fortiori* para el ser vivo en el que más allá del equilibrio y del desequilibrio, de la estabilidad y de la inestabilidad, se efectúan la unidad del ser y del movimiento en este estado seguro y frágil, constante y fluctuante: la vida.

Así pues, para concebir toda organización activa, toda máquina natural, hay que emparejar de forma central las ideas de equilibrio y de desequilibrio, de estabilidad y de inestabilidad, de dinamismo y de constancia; pero este emparejamiento debe ser concebido como *buclaje,* es decir, relación recursiva entre términos que forman un circuito donde lo que es generado genera a su vez lo que le genera.

La idea de regulación

La idea de regulación aparece en el universo de las máquinas artificiales con la cibernética; es la introducción de dispositivos informacionales que operan una retroacción negativa por detección y anulación del error. Desde ese momento parece una de las propiedades de la organización propiamente informacional. Sin embargo, se había remarcado que existían dispositivos de retroacción negativa sobre máquinas precibernéticas (como el dispositivo de bolas de la máquina de vapor). No obstante, no se sacó la consecuencia teórica de que la regulación precede a la información. Ahora bien, no hay que fundar la regulación sobre la información, sino sobre el bucle recursivo; ésta no es un dispositivo que perfeccione el automatismo, la eficacia, la fiabilidad de las máquinas, es generativa de la existencia misma del ser. Así pues, hay que poner de relieve que:

— los seres-máquina naturales no pueden existir sin regulación y la regulación es uno de los caracteres propios de la retroacción recursiva del todo sobre el todo;

— las arque-máquinas y las máquinas salvajes no comportan un dispositivo específico de la desviación y del error.

El bucle retroactivo no es pues, fundamentalmente, el resultado o el efecto del dispositivo informacional de corrección de error; es

[1] Así, la organización reequilibradora, reestabilizadora, reacciona sin cesar ante las perturbaciones que sobrevienen del exterior (variaciones en los flujos, las fuerzas, las presiones) y del interior (tendencia a la dispersión y a la desintegración), y su reacción se manifiesta en pequeñas fluctuaciones que a la vez expresan (desviación) y corrigen (vuelta a la norma) las perturbaciones sufridas.

el bucle retroactivo lo que es fundamental y el dispositivo informacional corrector es un desarrollo propio del fenómeno vivo, que resurge de forma solamente reguladora en el estadio cibernético de las máquinas artificiales.

Como se ha visto, la regulación espontánea de la estrella, fruto de dos procesos antagonistas, se confunde con el bucle retroactivo de un todo formidablemente complejo. En lo que concierne a nuestro sol, esta regulación comporta enormes pulsaciones de amplitudes muy vastas, de sobresaltos, de paroximos. Comporta turbulencias terroríficas en la fotosfera. Comporta desórdenes enormes. Lo remarcable no es tanto el carácter grosero de tal regulación, amenazada por enormes desórdenes que pueden hacer explotar la estrella en su recorrido, como nos lo indican las partículas del sol que siembran aquí y allá el mapa del cielo. Lo remarcable es que tal regulación, sólo espontánea, soporte y supere esos desórdenes. Una vez más, lo que hemos omitido admirar en el mundo, no sólo biológico y antropo-social sino también físico, es la virtud espontaneísta de la organización-de-sí.

Estamos demasiado habituados a buscar y a encontrar la regulación en un dispositivo de corrección de errores y no en la *poïesis* en la que el juego de solidaridades y antagonismos forma bucle. Pues la totalidad activa no es, repitámoslo, una transcendencia que inviste las partes, sino el conjunto de las inter-retroacciones entre partes y todo, todo y partes.

Así, toda organización activa comporta necesariamente una regulación, en el sentido de que la retroacción del bucle (o circuito recursivo global) tiende a anular las desviaciones y perturbaciones que aparecen en relación al proceso total y a su organización; también esta retroacción del todo puede ser llamada *negativa*.

Está claro que hay una distancia prodigiosa entre las regulaciones espontáneas de la gran caldera solar, indistintas de la producción y reorganización-de-sí, donde el que calienta, lo que calienta y lo calentado son lo *mismo,* y la regulación de la caldera de calefacción central con termostato, que sólo concierne al funcionamiento de la máquina.

No obstante, incluso en este caso en que es muy circunscrita y aparentemente muy sencilla, la regulación es mucho más que la corrección de una desviación propia de un dispositivo *sui generis,* aunque sólo sea porque la introducción de este dispositivo entraña la creación de un bucle, no sólo entre «salidas» y «entradas» de la caldera, sino entre éstas y las entidades de su entorno.

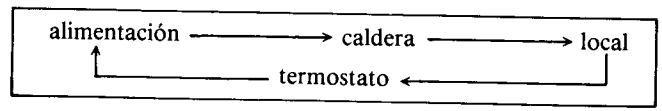
Consideremos en primer lugar, una caldera sin termostato. Ésta corresponde a una organización aparentemente atomística de la calefacción en que están implicadas tres entidades distintas:

alimentación ⟶ caldera ⟶ local a calentar

De hecho, entre estas tres entidades no sólo hay flujo y transformación de energía, sino ajustes y regulaciones, siendo efectuados éstos por seres humanos.

La introducción de un termostato, digamos en el local a calentar[1], constituye la introducción de un dispositivo de regulación en las relaciones entre alimentación/caldera/local. El termostato establece una medida y fija una norma. Por la temperatura mide el calor producido en el local, y cuando esta temperatura baja por debajo del grado requerido, la información inscrita de este modo se convierte en una señal que desencadena e incrementa la combustión hasta que la norma se restablezca.

Ahora bien, la introducción de este dispositivo de retroacción crea de hecho un metasistema de tipo nuevo con respecto a las antiguas interrelaciones entre las tres entidades: el caudal de alimentación, la combustión en la caldera, la temperatura del local se han vuelto automáticamente interdependientes en el seno de una nueva totalidad retroactiva dotada de cualidades propias. El bucle no está solamente entre las «informaciones de salidas» *(output)* que retroalimentan *(feed-back:* retroalimentar) a las «informaciones de entrada» *(input).* El bucle está de ahora en adelante entre la alimentación, la caldera, el local, *vía* la comunicación de informaciones. Ya no hay sólo la máquina caldera, lo que hay es la constitución de un ciclo maquinal más vasto que engloba la alimentación y el local. El bucle constituye, en suma, una organización recursiva que se genera por sí misma y se desvanece cuando se para. A partir de ahí, el bucle retroactivo comporta y aporta las propiedades organizacionales siguientes:



— la organización y el mantenimiento de un estado estacionario;
— la organización duradera de un estado improbable, por modificación del juego probable de las causas y los efectos (siendo la probabilidad, a corto plazo, la combustión intemperante y, a largo plazo, la homogeneización de las temperaturas exterior e interior);
— la organización de un trabajo antagonista a la homogeneización de las temperaturas, que crea y organiza una heterogeneidad térmica;

[1] Podría limitarme al termostato fijado sobre la caldera misma, que regula la calefacción según la temperatura del agua en la salida, pero la integración de lo local, sin modificar en nada la naturaleza del ejemplo, lo hace más ilustrativo.

— el establecimiento de un determinismo interno que se opone a los *alea* y perturbaciones de origen interno y externo, particularmente la conjuración de los peligros (incendiarios, explosivos) de recalentamiento y de los peligros (hielo, etc.) de subcalentamiento;

— el sometimiento a una norma, a un fin (cfr., más adelante, capítulo IV de esta parte).

De este modo, la retroacción negativa no es exactamente un añadido que aporte el *finish* de la corrección, y la regulación no es más que una simple aportación de regularidad. No es solamente la organización de la eficacia y de la precisión automática en un funcionamiento. Es la constitución de una totalidad retroactiva que se encuentra dotada de propiedades organizacionales propias. ¡Se trata incluso de un bucle generador! Pero este bucle generador no es generador más que de esta totalidad retroactiva. No es generador ni del ser de la caldera, ni de la constitución del local, ni del sistema de alimentación, ni de la fabricación del termostato. Este bucle es fenoménico, pues, en relación a los objetos generados por la megamáquina antropo-social.

Aquí estalla la diferencia con la regulación propia del organismo vivo u homeostasis. Como en el caso del sol, con la diferencia de que en adelante existen órganos funcionales y dispositivos informacionales, lo que calienta, el que calienta y lo calentado son el mismo. Para el ser vivo, como para el ser solar, existir y funcionar son no separables y la regulación concierne a la existencia. La máquina artificial puede dejar de funcionar sin desintegrarse enseguida. Las otras máquinas no. La regulación es pues un aspecto de la producción-de-sí. Es el rostro negativo de ésta, es decir, el que anula las perturbaciones y las desviaciones.

La homeostasis.

La homeostasis había sido reconocida acertadamente por Cannon (Cannon, 1932) como el conjunto de los procesos orgánicos que actúan para mantener el estado estacionario *(steady state)* del organismo, en su morfología y en sus condiciones interiores, a despecho de las perturbaciones exteriores. La idea cibernética de retroacción negativa por dispositivo informacional pareció aportar en los años 50 la infraestructura organizacional de la homeostasis. No aportaba, de hecho, más que la estructura superficial.

Y es que hay que concebir la homeostasis en su plenitud. Ésta no está limitada o subordinada al mantenimiento de una temperatura constante (que no concierne más que a los animales homotérmicos). Corresponde al mantenimiento de todas las constantes internas de un organismo: presión, pH, poseedor de sustancias variadas; son igualmente homeostáticos los procesos inmunológicos por los

que el organismo rechaza lo que detecta como extraño. A partir de ahora, se ve que la homeostasis, y por ende el complejo de retroacciones negativas que la mantienen, concierne no sólo al mantenimiento de la constancia de un medio interior, sino a la existencia íntegra del ser vivo. A su manera, Claude Bernard había percibido que «la unidad de las condiciones de vida en el medio interno» se confunde con la vida misma, puesto que para él ésta era la única meta de «los mecanismos vitales, por variados que sean» (Claude Bernard, 1865).

Aquí reaparece la línea de fallo que separa radicalmente la máquina artificial de la máquina viva. En efecto, una máquina artificial no regulada puede continuar existiendo eventualmente, aun cuando ya no pueda funcionar, mientras que un ser vivo sin homeostasis, es decir, privado de su complejo de retroacciones reguladoras, se desintegra en tanto que máquina y en tanto que ser. La diferencia entre la homeostasis viva y la regulación de máquina artificial revela dos niveles de diferencia organizacional. Primer ninel, la máquina artificial resiste a la degeneración por la calidad física de los materiales de los que está constituida; estos elementos están escogidos y trabajados para disponer de un máximo de fiabilidad, robustez, duración. Por el contrario, «el organismo constituido de materiales muy poco fiables», caracterizados por su extremada inconstancia e inestabilidad, «mantiene su constancia en condiciones que razonablemente deberían perturbarla profundamente» (Cannon, 1932). Más aún, sabemos que el organismo está en hemorragia ininterrumpida; sus moléculas se degradan sin cesar, sus células degeneran y son refabricadas, reemplazadas. De ahí una primera diferencia radical. La resistencia *fundamental* de la máquina artificial a la corrupción se efectúa por la calidad de constituyentes *no cambiantes;* la resistencia de la máquina viva se efectúa por un *turnover* organizacional que opera el cambio y el reemplazo de todos los constituyentes. La regulación de una máquina artificial no concierne más que al funcionamiento de la máquina. La homeostasis de la máquina viva está unida a sus procesos fundamentales de reorganización existencial.

Wiener decía que la homeostasis es la «conjunción de los procesos por los que nosotros, los seres vivos, resistimos a la corriente general de corrupción y de degeneración» (N. Wiener, 1950; *in* Wiener, 1962, pág. 260). Hay que ir más lejos y decir que esta resistencia es la otra cara de la producción de nuestra existencia.

Aquí nos aparece el segundo nivel de la diferencia entre las máquinas artificiales y las máquinas vivas. Los productos y las realizaciones de la máquina artificial le son exteriores. La máquina artificial no produce sus propios constituyentes, no se produce a sí misma. Ahora bien, la máquina viva está destinada a la fabricación de sus propios constituyentes y a su reorganización. Esta acción

autoproductora y reorganizadora es permanente y total (concierne al todo del ser vivo y a casi todos sus constituyentes). Vemos pues que vivir es, a la vez, proceso de corrupción/desorganización y proceso de fabricación/reorganización. O mejor: estos dos procesos contrarios son indisociables. La homeostasis es su vínculo activo. Está constituida por el conjunto de las retroacciones correctoras, reguladoras, por las que la degradación desencadena la producción, la desorganización desencadena la reorganización.

La homeostasis deviene, pues, inseparable de la auto-producción permanente, de la auto-reorganización permanente del ser vivo. Como veremos ampliamente en el tomo II, la organización de la vida (u organización geno-fenoménica) es de hecho un acoplamiento recursivo entre una organización generativa y una organización fenoménica, la de la existencia individual *hic et nunc*. La homeostasis es lo propio de la organización fenoménica; a este respecto depende del principio generativo de organización/reorganización a partir del cual se constituye y se reconstituye sin cesar. Pero, a su vez, la homeostasis deviene necesaria para la acción generativa que la constituye. Encontramos una vez más aquí, de forma complejizada, pero siempre fundamental, el circuito de la recursión: *la organización de la regulación debe ser regulada por la regulación que ella crea.* La regulación viva comporta, pues, una regulación recursiva del regulante por el regulado. En otros términos, la homeostasis, bucle dentro de un bucle, regenera el bucle que la genera. Así, los genes producen y hacen existir organismos que los producen y los hacen existir [1].

De la regulación a la regularidad operacional

Todo bucle recursivo tiene un carácter de recomienzo, de reiteración, de repetición. Toda regulación tiene un carácter de regularidad. La noción trivial de «maquinal» que nos ha llegado de las máquinas artificiales, corresponde a estos rasgos secundarios: repetición y regularidad. Las máquinas artificiales se fundaron en esta maquinalidad para sus automatismos de repetición, conformes a la naturaleza misma de la producción industrial. Pero han perdido la *poiesis*. Es en las máquinas vivas donde se han desarrollado ciclos y circuitos regulares internos, que evocan fabulosas fábricas automáticas, pero que no alteran las aptitudes estratégicas, inventivas y creadoras del todo en tanto que todo.

[1] En el tomo II veremos ampliamente lo compleja que es la relación entre lo generativo y lo fenoménico, pues, desde luego, lo que es fenoménico participa de la generatividad y lo que es generativo participa de la fenomenalidad. Estos términos están absolutamente confundidos en el remolino, por ejemplo: con la mirada, se puede ver en el circuito espiral, o bien el bucle generativo mismo, o bien la forma fenoménica, o bien la forma organizadora, y los tres puntos de vista son correctos, puesto que conciernen a tres aspectos indistintos de la misma forma.

La reorganización permanente

El paradigma de la máquina artificial, sobredeterminado por el paradigma de simplificación, disocia la idea de regulación y la idea de existencia, la idea de bucle y la idea de generatividad, la idea de retroacción y la idea de totalidad.

Efectivamente, la máquina artificial es un ser totalmente disociado entre su funcionamiento y su constitución. Lo que es activo en el artefacto es el funcionamiento; lo que está embuclado y regulado es el funcionamiento. Por el contrario, el ser de la máquina existe sin el bucle, sin la regulación, sin el funcionamiento. Pero, si ya no hay funcionamiento posible, este ser deja de ser máquina y se convierte en cosa.

La extrapolación del modelo cibernético artificial sobre la máquina viva ha permitido concebir la homeostasis como regulación informacional por retroacción negativa, pero la homeostasis ha sido concebida superficialmente como cualidad o finalidad. Ahora bien, es preciso concebirla en función de la generatividad, en la que aparece como el carácter fenoménico de base de una organización productora, regeneradora, reorganizadora-de-sí.

Así, para los seres vivos al igual que para los soles, torbellinos, remolinos o llamas, lo que es estacionario, constante, regulado, homeostático es indisociable de lo que es ser, existencia, producción, regeneración, reorganización-de-sí.

Cuando se quiere definir el carácter específico de la organización de todo ser-máquina, salvo la artificial, entonces resulta que esta organización no sólo es íntegramente activa, totalmente retroactiva y fundamentalmente recursiva, sino que también es siempre *re-organización*. La reorganización es el semblante propiamente organizacional del bucle recursivo. Es sorprendente que la idea de reorganización permanente no haya sido elaborada hasta hace muy poco tiempo y, que yo sepa, solamente por Atlan (Atlan, 1972 *b*), a partir del descubrimiento del papel organizacional del «ruido».

Y, sin embargo, es una idea a la que se llega por múltiples avenidas. El itinerario más sencillo es, una vez más, éste: toda organización activa trabaja, luego produce calor, luego desorden que necesariamente altera tarde o temprano los componentes de la máquina, luego necesariamente subproduce usura, degradación, desorganización. De ahí la necesidad de reorganizar que una máquina organizadora de sí tiene. Ahora bien, este problema no podía sino quedar oculto en la máquina artificial que es regenerada desde el exterior por renovación, reparación y cambio de sus piezas. No hay, pues, regeneración-de-sí. No hay, pues, reorganización intrínseca.

Ahora bien, la reorganización es una necesidad fundamental de la organización activa, hasta el punto de que esta organización se confunde con la reorganización. Esta reorganización es permanente, porque la desorganización es permanente en sí misma.

De este modo, entrevemos el vínculo necesario y activo entre lo *meta* (meta-desequilibrio, meta-inestabilidad), lo *retro* (las retroacciones organizadoras y la retroacción del todo sobre las partes), lo *re* (la recursión permanente y la reorganización permanente).

La reorganización permanente comporta en sí una recursividad al infinito; la organización, como hemos visto en los casos ejemplares del remolino, del sol, del ser vivo, sufre ella misma la desorganización; la organización debe, pues, reorganizarse; como la organización es ya por sí misma reorganización, la reorganización es también *reorganización de la reorganización.*

Inseparable de la recursión permanente, la reorganización permanente es al mismo tiempo inseparable de la producción-de-sí permanente, es decir, de la producción siempre recomenzada del proceso por sí mismo y, de este modo, del ser-máquina por su propio proceso.

Aquí la reorganización permanente se desprende como la idea-placa giratoria entre lo que es generativo (el bucle recursivo) y lo que es fenoménico (el ser, el existente singular, individual).

Así pues, *los seres-máquina producen su propia existencia en y por la reorganización permanente.* Digámoslo de otro modo: en toda organización activa, en todo sistema práxico, las actividades organizacionales son también reorganizacionales y las actividades reorganizacionales son también actividades de producción de sí, las cuales son evidentemente de regeneración. Los términos están también en una relación recursiva los unos respecto de los otros, se generan unos a otros en un circuito interrumpido solamente por la destrucción y la muerte.

Así pues, *la idea clave* o más bien *clave de bucle que tiene el semblante fenoménico de la retroacción y el generativo de la recursión,* es de una importancia crucial. Une morfogénesis y morfostasis; une el nacimiento, la existencia, la autonomía de todos los seres-máquina. Las máquinas artificiales no tienen su propio bucle generativo, sino que son integradas y arrastradas por la reorganización permanente, la produccion-de-sí, el movimiento recursivo de las megamáquinas antroposociales de la era industrial...

2. LA APERTURA

Sólo lo insuficiente es productivo
H. KEYSERLING

De la apertura termodinámica a la apertura organizacional, de la apertura organizacional a la apertura existencial

Del sistema abierto a la apertura organizacional

La termodinámica opone el sistema abierto (que comporta intercambios materiales-energéticos con el exterior), al sistema aislado (que no comporta intercambios materiales-energéticos con el exterior) y al sistema cerrado (en el cual puede haber intercambio de energía, pero no de materia con el exterior, como el caso de la tierra que recibe energía solar bajo la forma de radiación). La distinción entre sistema aislado y sistema cerrado es inútil para mi propósito (que es considerar la termodinámica desde el punto de vista de una teoría de la organización y no la organización desde el de la teoría termodinámica); me limitaré a oponer la noción de apertura (energético-material) a la de cerramiento (energético-material).

La idea de sistema permaneció como una envoltura blanda hasta von Bertalanffy; la idea de sistema abierto permaneció encerrada en la termodinámica hasta Cannon quien, elaborando la noción de homeóstasis definió los seres vivos superiores (inútil limitación) como sistemas abiertos que presentan numerosas relaciones con el entorno» (Cannon, 1932). Pero fue necesario von Bertalanffy para definir por principio como sistemas abiertos a los organismos vivos, precisamente porque estos tienen una necesidad vital de extraer materia-energía de su entorno. A partir de aquí, la termodinámica y la organización viva se encontraron más que ligadas, aparentemente reconciliadas: si la organización viva en lugar de aumentar su entropía, es decir, desintegrarse, se mantiene e incluso se desarrolla, se debe a que extrae materia y energía sin interrupción de su entorno. A partir de aquí se forma una vulgata en la línea de la teoría de los sistemas donde la defición de los seres vivos como sistemas abiertos parece resolver el problema planteado por el segundo principio y unir de manera armónica termodinámica y organismo. Pero se había olvidado que la noción de sistema abierto planteaba problemas previos.

Apertura y organización activa

Se define corrientemente de forma exterior y behaviorista el sistema abierto, como sistema que comporta entrada-importación *(in-*

put) y salida exportación *(output)* de materia-energía. Una definición tal pone entre paréntesis lo que pasa entre entrada y salida: hay *black-out* sobre la actividad organizacional del sistema, el cual, por lo demás, es abiertamente considerado como *black-box*.

Hay que considerar, pues, el carácter organizacional de la apertura. Entradas y salidas van unidas a una actividad organizacional, a una organización activa, lo que equivale a decir transformadora y productiva. La apertura es lo que permite los intercambios energéticos necesarios a las producciones y transformaciones. Además, todo bucle generador, toda producción de estados estacionario o de homeostasis necesita el flujo energético, por tanto, la apertura.

La apertura aparece así como un rasgo necesario entre los rasgos interrelacionados y solidarios, cuya constelación permite definir los seres-máquina. Parece, por tanto, que no se puede definir los «sistemas abiertos» solamente por la apertura. Sería incluso mutilante reabsorber los rasgos múltiples y diversos del ser máquina en la sola apertura y en la noción vaga y abstracta del sistema. La apertura no es un carácter secundario: es fundamental y vital, puesto que es necesaria no sólo para el funcionamiento, sino también para la existencia, de todos los seres-máquina, salvo los artificiales.

Así, la división decisiva no es aquí abierto-cerrado. Es activo-no activo. Efectivamente, la integridad de un sistema no activo va unida a la ausencia de intercambios con el exterior; la organización protege su ser físico y su capital energético en el inmovilismo, que impide la hemorragia, pero también el abastecimiento.

Apertura y cerramiento. El vínculo complejo

La oposición principal está entre lo fijo y lo activo, no entre lo abierto y lo cerrado, tanto más cuanto que las nociones de apertura y de cerramiento si bien se oponen, no son repulsivas y deben estar siempre unidas de una cierta manera.

No hay un sistema absolutamente cerrado, no hay un sistema absolutamente abierto. Los sistemas, incluso termodinámicamente cerrados, son «abiertos» desde el punto de vista de las interacciones gravitacionales y electro-magnéticas; en el límite, un sistema absolutamente cerrado, es decir, sin ninguna interacción con el exterior, será por lo mismo un sistema sobre el cual sería imposible obtener la menor información (cfr. parte VII, cap. II, 7). Recíprocamente, los sistemas termodinámicamente abiertos disponen de un cerramiento y recerramiento originales. Concebir la apertura es, pues, concebir el cerramiento que le corresponde.

La virtud de apertura

Dicho esto, no se trata de olvidar o subestimar la realidad y la importancia de la idea de apertura. Aunque todo sistema cerrado tenga algo de abierto y todo sistema abierto tenga algo de cerrado, aunque un sistema no podría definirse solamente por la apertura, esta apertura, primero energético/material, luego informacional/comunicacional propia de las organizaciones activas, es algo distinto y más elevado que la apertura relacional-interaccional que comporta todo sistema cualquiera que sea. Y es porque va unida a la idea de organización activa, es decir de producción, es decir de máquina, es decir de producción-de-sí, por lo que la apertura es una noción de importancia capital. Aporta una dimensión indispensable a la idea de organización activa y de máquina, a la idea de bucle recursivo. Vamos a ver que la idea de apertura es una idea muy grande y profunda que trasciende la idea de sistema.

Así vamos a hablar aquí no de sistema abierto, sino de apertura sistémica, organizacional y también ontológica, existencial. Vamos a partir de la apertura energético/material, después informacional, pero para asociarla a la organización, al ser, a la existencia. La idea de apertura, por no estar aislada o hipostasiada, no será recortada. Vamos a ver que tomará una radicalidad y una amplitud ignoradas en las teorías del «sistema abierto».

El reconocimiento de la apertura

La distinción entre sistema abierto y sistema cerrado no es solamente demasiado simple; también oculta lo que en la realidad de los sistemas y sobre todo de los polisistemas comporta, aquí apertura, y allí cerramiento y, aunque la idea de sistema abierto une *ipso facto* a éste con su entorno, corre el riesgo de aislar el sistema abierto en un universo cerrado.

Tenemos que desmontar equívocos para acceder a las complejidades. Vamos a ver que los sistemas pueden aparecernos parcialmente cerrados y abiertos. Que, según el ángulo y el encuadre de la visión, según el sistema de referencia del observador, el mismo sistema puede aparecernos, ya sea cerrado, ya sea abierto.

Así, si se define la apertura de forma solamente behaviorista, en función de las entradas y salidas energético-materiales, las máquinas artificiales son mucho más «abiertas» que los seres-máquina naturales: tienen eventualmente triple *input* (la energía para el trabajo, los materiales a transformar, el programa a ejecutar) y doble o triple *output* (los subproductos y desechos de transformación,

los productos acabados, los mensajes o señales concernientes a su funcionamiento). Por el contrario, un ser vivo, como la bacteria, no exporta productos acabados, no recibe programa exterior, y a este título sería mucho menos «abierto». Ahora bien, una visión tal enmascara el carácter íntegramente abierto de la bacteria, que necesita su alimentación para no descomponerse, mientras que la máquina artificial, por la fijeza de sus ensamblajes, puede ser considerada como sistema cerrado. Puede perdurar días tras día sin ninguna alimentación, por la resistencia de sus componentes y la estabilidad de sus articulaciones fijas. Es decir, que la apertura de la máquina artificial no es más que funcional. Si se la considera solamente en reposo, fuera de toda actividad, la máquina artificial no sólo pierde su virtud de apertura, sino también su cualidad de máquina y deviene una cosa. Se ve, pues, aparecer una distinción capital entre lo que es ontológica y existencialmente abierto, y lo que no es más que funcionalmente abierto. El ser vivo se alimenta de materia/energía no sólo para «trabajar», sino también para existir. Su trabajo es existir, es decir, regenerar sus moléculas, sus células, ergo su ser y su organización, que se degradan sin tregua. El ser vivo no puede nunca dejar de ser abierto, por ninguna parte puede escapar al flujo.

La máquina artificial nos aparece en lo sucesivo, ya sea como sistema parcialmente cerrado (en su constitución), parcialmente abierto (en su funcionamiento), ya sea (en reposo) como ser cerrado potencialmente abrible, o (en actividad) como ser abierto potencialmente cerrable.

Todo cambia aún si se alarga la mirada y ésta considera la máquina artificial en el seno de la megamáquina social que la ha fabricado, la utiliza, la repara. A partir de aquí, el artefacto nos aparece como algo *íntegra, pero pasivamente abierto* en el seno de la organización antropo-social.

Por consiguiente, una vez más, huyamos de la alternativa simple entre lo cerrado y lo abierto. Aquí la oposición rígida no es solamente insuficiente, también lleva a la confusión (entre máquina viva y máquina natural). De igual forma, la reducción del concepto de apertura al import/export oculta la diferencia radical entre un sistema productor-de-sí y un sistema generado desde el exterior.

Es necesario, por el contrario:

— definir siempre la apertura por su carácter organizacional (y no por el solo import/export);
— distinguir entre apertura: funcional, ontológica, existencial;
— situar el problema en un conjunto y un contexto donde apertura y clausura aparezcan como aspectos y momentos de una realidad a la vez abierta y no abierta.

Veremos que lo abierto se apoya en lo cerrado, se combina con lo cerrado. Una vela no encendida es un sistema cerrado constituido

por un aglomerado de cera y una mecha. Después del encendido, se convierte en el depósito que alimenta al sistema abierto llama, convirtiéndose la mecha en un invariante relativo necesario para la constancia de la llama. Los remolinos adquieren una cierta duración y permanencia cuando se ordenan alrededor de un elemento fijo y estable, es decir, materialmente cerrado, como la piedra o el arco. Así tenemos un relativo «invariante» no activo, pero que informa la acción; no práxico, pero que permite la praxis; no productivo, pero en torno al cual el remolino opera su producción-de-sí; no se reorganiza, pero permite la reorganización; no se transforma, pero permite la transformación. Es como la base alrededor de la que gira el bucle generativo. Es *hermético* para con la agitación que le rodea.

Al considerar el conjunto que constituye el sistema solar, incluyendo, claro está, al satélite tierra y al fenómeno vivo, vemos que apertura y cerramiento se entrecombinan y se entreenvuelven en él. El sistema solar es termodinámicamente un sistema cerrado, pero no aislado con respecto a la galaxia y al cosmos, de los cuales él recibe radiación, ruidos confusos, quizá señales. La vida se inscribe en un ciclo cerrado, la rotación de la tierra alrededor del sol, pero también en ciclos abiertos, que dependen de este ciclo cerrado: los ciclos del agua, del mar a la fuente y de la fuente al mar: ella crea y desarrolla, en tanto que biosfera o totalidad de seres vivos que forman sistemas, ciclos *abiertos* de transformación química (ciclo del oxígeno y del gas carbónico), ciclos de nutrición abiertos (donde, del vegetal al animal y del animal al vegetal, por la devoración, la predación, el parasitismo, la deyección, la descomposición, la vida se nutre de la vida); toda especie es un ciclo periódico *abierto* de reproducción de los individuos; todo individuo comporta en sí ciclos organizacionales abiertos (particularmente, en el caso de los organismos más evolucionados: sangre, respiración, flujo nervioso).

Así pues, hay que insertar la apertura en los complejos polimorfos de máquinas y flujo interrelacionados. Hay que reconocer, además, la apertura, es decir, aislar relativamente la noción. Ahora bien, el remolino y la llama que nos han permitido aislar casi experimentalmente la idea de bucle y la idea de reorganización permanente nos permitirán igualmente aislar la noción de apertura.

La apertura de entrada y la dependencia ecológica

Desde el punto de vista termodinámico, la estrella, el remolino, el ser vivo son sistemas igualmente abiertos. Desde el punto de vista ecológico están muy desigualmente abiertos.

La estrella es un ser-máquina, totalmente activo, a la vez ontológica, existencial y funcionalmente abierto. No obstante, tiene ese

carácter que la diferencia tanto de los motores salvajes terrestres como de los seres vivos: no se alimenta de su entorno: su entrada material/energética está en su interior. O más bien ante todo se ha «auto-sustraído» a su entorno; su alimento es la sustancia de su ser. *Su input está en lo anterior y en el interior* es la enorme reserva de materia-energía acumulada durante la concentración gravitacional. Así, el flujo que la atraviesa y luego se escapa parte del interior. La estrella consume, por tanto, su capital ontológico hasta el agotamiento. No hay que subestimar la apertura de la estrella porque esté cerrada ecológicamente en la entrada, pero no hay que subestimar este cerramiento porque la estrella es, por otra parte, ontológica/funcionalmente abierta. La estrella, por el hecho de que se nutre de sí misma, dispone por esto de una formidable autonomía, no depende en cada instante de su existencia de un entorno aleatorio. Una vez embuclada, no depende ya, salvo casos rarísimos, de perturbaciones externas.

Por el contrario, las máquinas terrestres, del torbellino al ser vivo, del ser vivo al ser social, del ser social a la máquina artificial, son todos funcional y ecológicamente dependientes, todos (salvo los artefactos) existencialmente ecodependientes.

Los torbellinos no son más que bucle y apertura; los flujos que se transforman en bucles siguen siendo flujos y amenazan sin cesar al bucle nacido de sus agitaciones y contrariedades. Estos torbellinos no están protegidos de su entorno por ninguna membrana, están abiertos por todas partes; pero esta apertura por todas partes, es al mismo tiempo su recerramiento por todas partes; es el bucle que es al mismo tiempo apertura y recerramiento permanentes y omnipresentes. Aparentemente, no hay nada más débil que los torbellinos; están en dependencia absoluta de los flujos, son incapaces de la menor transformación química, de la menor producción de objetos. Y, sin embargo, son capaces de producción-de-sí y de reorganización permanente. Son detentadores, en su desnudez extrema, de la generatividad en estado puro. Así, la existencia se teje en la extrema dependencia ecológica, en la apertura generalizada, dado que esta apertura coincide exactamente, en su forma y en su movimiento de bucle, con el recerramiento.

Los seres vivos disponen, en comparación con los remolinos y los torbellinos, de una extraordinaria autonomía de organización y de comportamiento que les permite adaptarse al entorno, incluso adaptar el entorno a ellos y sojuzgarlo. Pero están en la misma dependencia ecológica total que los remolinos, puesto que su abastecimiento incesantemente necesario proviene únicamente de este entorno.

Voy, por consiguiente, a centrarme ahora en esta apertura ecológica, común a todos los existentes terrestres, a los remolinos, a los torbellinos, a nosotros mismos. Son nuestro ser, nuestra

organización y nuestra existencia los que son íntegramente ecodependientes.

Lo que nos permite entrever el doble y rico carácter que tomará la organización viva, sobre todo con el desarrollo de los comportamientos animales: la organización de las interacciones internas y la organización de las interacciones externas van a constituir las dos caras de la auto-eco-organización.

La relación ecológica

La autonomía dependiente

La apertura-de-entrada define a la vez una originalidad, una condición de existencia, una viabilidad. Asegura una relación a la vez energética, material, organizacional y existencial con el entorno.

Los seres ecodependientes tienen una doble identidad: una identidad propia que los distingue, una identidad de pertenencia ecológica que los conecta con su entorno. El torbellino forma parte del movimiento de los vientos, a la vez que tiene su identidad propia; el remolino forma parte del río, del cual no es más que un momento y, sin embargo, tiene su individualidad con respecto a la cual el río se convierte en un entorno; pero siendo entorno, el río forma también parte del remolino. Siempre, por algún aspecto, un sistema abierto de entrada forma parte de su entorno, el cual forma parte de dicho sistema puesto que lo penetra, lo atraviesa, lo coproduce.

Mientras que tenemos tendencia a considerar las fronteras esencialmente como líneas de exclusión, la palabra frontera, aquí, revela la unidad de la doble identidad, que es a la vez distinción y pertenencia. La frontera es a la vez apertura y cerramiento. Es en la frontera donde se efectúa la distinción y la unión con el entorno. Toda frontera, incluida la membrana de los seres vivos, incluida la frontera de las naciones, es al mismo tiempo que barrera, el lugar de la comunicación y del intercambio. Es el lugar de la disociación y de la asociación, de la separación y de la articulación. Es el filtro que a la vez frena y deja pasar. Es aquello por lo que se establecen las corrientes osmóticas y lo que impide la homogeneización.

El entorno no es sólo copresente; es también coorganizador. Consideremos el remolino: ¿Es el flujo del río lo que organiza el remolino alrededor del arco o de la piedra? ¿Es la piedra o el arco lo que organiza el flujo que se ha vuelto torbellinesco? ¿Es el sistema remolino, constituido por el encuentro entre el flujo y la piedra, el que se organiza alrededor de sí? Todo esto a la vez: el flujo, el arco, el proceso torbellinario son coproductores y coorganizadores de una generatividad que, embuclándose sobre sí misma, deviene remolino.

El entorno, lejos de reducir su carácter coorganizador, lo acrecienta en el ser vivo. Como se verá, el entorno, devenido ecosiste-

ma, es decir una máquina espontánea nacida de las interacciones entre los seres vivos de un mismo «nicho», es mucho más que una reserva de alimento, más aún que una fuente de neguentropía de donde el ser extrae organización, complejidad, información, es una de las dimensiones de la vida, tan fundamental como la individualidad, la sociedad, el ciclo de las reproducciones.

Así se impone la idea clave: el entorno es constitutivo permanentemente de todos los seres que se alimentan en él; coopera permanentemente con su organización. Estos seres y organizaciones son, por tanto, permanentemente ecodependientes.

Pero, por una paradoja que es lo propio de la relación ecológica, es en esta dependencia donde se teje y constituye la autonomía de esos seres.

Tales seres no pueden construir y mantener su existencia, su autonomía, su individualidad, su originalidad más que en la relación ecológica, es decir, en y por la dependencia respecto de su entorno; de ahí la idea alfa *de todo pensamiento ecologizado: la independencia de un ser vivo necesita su dependencia respecto de su entorno.*

La transformación del entorno

Todo ser abierto actúa y/o retroactúa sobre su entorno. Toda actividad productiva tiene efectos múltiples, diversos, complejos, sobre el entorno. La praxis transforma: los exports no son la restitución de los imports; lo que se devuelve no es lo que se había tomado previamente. El exterior se transforma bajo el efecto de las acciones-reacciones, productos y subproductos.

La más prodigiosa de todas las transformaciones del entorno que se pueda concebir es evidentemente la operada por los soles, los cuales, cada uno a partir de una nube gaseosa, crean y continúan creando un universo de una riqueza, de una variedad, de una complejidad inaudita.

La transformación es doble. Un ser máquina puede crear algo mejor organizado, algo organizador, es decir, aportar complejidad y organización en el entorno. Pero, haciendo esto, y necesariamente, arroja energía degradada, subproductos, desechos, y la praxis, más ricamente organizacional, tiende de una cierta manera que puede ser a la vez complementaria, concurrente y antagonista, a reorganizar y desorganizar su entorno.

Así los seres vivos transforman su entorno; autoproduciéndose, alimentan y coproducen su ecosistema a la vez que lo degradan por sus poluciones, deyecciones[1], predaciones (animales), depredaciones (humanos).

[1] Las composiciones y deyecciones son compensadas por el maná solar que renueva indefinidamente la energía necesaria para la vida, y por la extraordinaria complejidad de los ecosistemas, que integran la degradación en ciclos regeneradores en que los desechos devienen nuevos alimentos, y lo polutivo se transforma en nutritivo. Y sólo cuando las enormes máquinas antropo-sociales sobrepasen los umbrales vitales en la explotación y la masacre de los seres vivos, en la deyección de los residuos industriales y los venenos no degradables, la retroacción desintegrativa de la praxis antropo-social sobre el entorno dominará las retroacciones reorganizadoras naturales.

Vemos, pues, que la apertura ecológica no es una ventana al entorno: la organización así abierta no se encaja en el entorno como la simple parte de un todo. La organización activa y el entorno, aun siendo distintos el uno del otro, están *el uno en el otro,* cada uno a su manera, y sus indisociables interacciones y relaciones mutuas son complementarias, concurrentes y antagonistas. El entorno a la vez nutre y amenaza, hace existir y destruye. La organización misma transforma, poluciona, enriquece. Un bucle retroactivo fenoménico va a unir el ser vivo a su ecosistema: el uno produciendo al otro y recíprocamente, como se verá (t. II, cap. I). Lo que desemboca en un problema de fondo concerniente a la identidad y a la inteligibilidad de todo lo que comporta apertura ecológica.

La apertura de la apertura

Reapertura

En adelante podemos reconocer la apertura como rasgo esencial de toda organización práxica, de todo ser-máquina, rasgo que toma su amplitud y su radicalidad en los seres y existentes inmersos en un entorno rico y aleatorio, del que dependen para la renovación continua y total de sus componentes. A partir de aquí, el bucle fenoménico que se constituye entre el individuo y su entorno es indisociable del bucle generador, que se nutre de la existencia fenoménica que él produce. La apertura, para los seres terrestres práxicos, es la doble apertura de entrada y salida al entorno aleatorio, placentario, nutridor, enemigo, amenazante, es el intercambio permanente y múltiple con ese entorno, es la organización interna/externa, generativa y fenoménica, unida a ese intercambio, es la dependencia ecológica y es la autonomía del ser individual, es la existencia.

Cada uno a su manera, el remolino y el ser vivo llevan al paroxismo la marca existencial de la apertura.

Lo vivo del objeto: el surgimiento de la existencia

La apertura es la existencia. La existencia es a la vez inmersión en un entorno y desvinculamiento relativo respecto de ese entorno. Whitehead ha dicho con fuerza: «No hay ninguna posibilidad de

existencia despegada y autónoma» y, efectivamente, todo lo que existe es dependiente. El existente es el ser que está bajo la dependencia continua de lo que le rodea y/o de lo que le nutre. Pero es necesario, al mismo tiempo, un cierto desapego y una cierta autonomía, es decir, un mínimo de individualidad para existir. Los seres vivos van a desarrollar, de forma necesariamente complementaria (aunque concurrente y antagonista), su autonomía y sus dependencias respecto de su ecosistema: cuanto más complejos sean, más frágiles serán (ya que multiplican sus dependencias ecológicas), más desarrollarán su aptitud para luchar contra esta fragilidad por la estrategia del comportamiento, que se transformará en inteligencia...

La existencia, es la fragilidad: el sistema abierto está cerca de la ruina desde su nacimiento, no puede evitar o diferir esta ruina más que por el dinamismo ininterrumpido de la reorganización permanente y el auxilio de un abastecimiento exterior. Es un *estando* transitivo, incierto, que necesita siempre reexistir y que se desvanece en cuanto cesa de ser alimentado, mantenido, reorganizado, reorganizante... Su existencia no puede más que oscilar entre el equilibrio y el desequilibrio, que uno y otro le desintegran.

Así, un sistema abierto como el remolino o la llama lleva en sí el origen del vivir —la existencia fenoménica asegurada por el intercambio transformador y reorganizador con el entorno— y el origen del morir —la desintegración natural y la dispersión de los componentes. Como en lo vivo, la muerte viene del exterior (la perturbación, el accidente, el agotamiento de los recursos materiales energéticos suministrados por el entorno) y del interior (el desajuste en el proceso reorganizacional).

Vayamos más adelante: allí donde hay apertura, la desorganización es el complemento antagonista de la reorganización. Todo lo que es abierto vive *bajo* la amenaza de muerte y *de* la amenaza de muerte. Dicho de otro modo, *toda existencia se nutre de lo que la corroe*. Esto nos conducirá a la idea heraclitiana capital «vivir de muerte, morir de vida».

«Vivir de muerte, morir de vida» no es el privilegio sólo de los vivos. Las estrellas, ellas, también viven de su muerte y mueren de su vida, puesto que cada instante de existencia contribuye a agotar la reserva de ser que las nutre. Viven de agonía. Son pelícanos celestes que comen sus entrañas en lugar de saquear su entorno. Pero en esto, la fragilidad existencial de la estrella es diferente de la del vivo: viene principalmente del interior, de los llameantes desórdenes y *alea* del fuego, de la furia de los huracanes fotónicos que se precipitan en su seno; en el exterior, la estrella dispone de una seguridad bastante grande y de una cierta independencia respecto de su entorno. La dependencia existencial del ser vivo, es principalmente exterior: sus necesidades vitales y sus riesgos mortales proceden del entorno.

La apertura ecológico/existencial es a la vez la *boca* por la que lo vivo nutre su propia existencia y la *brecha* hemorrágica de su dependencia y de su inacabamiento. La boca es brecha y la brecha es boca. Toda riqueza, desde entonces, está fundada en la insuficiencia, toda satisfacción en la carencia, toda presencia en la ausencia, todo presente en lo imperfecto, quiero decir lo no-perfecto. La consumación, como lo había visto admirablemente Bataille (Bataille, 1949), expresa a la vez la plenitud de la vida y la activación de la muerte. Las verdades de lo existente son siempre incompletas, mutiladas, inciertas, puesto que dependen de lo que está más allá de sus fronteras. Cuanto más autónomo se hace lo existente, más descubre su insuficiencia, más busca los más allá. Y es esto lo que está en el origen de la necesidad, de la inquietud, de la búsqueda, del deseo (que no es una realidad primera surgida de no se sabe dónde, sino una consecuencia de la apertura), del amor: he aquí lo que va a dilatarse, a agravarse, fermentarse, exasperarse en la subjetividad humana, y el misterio de la existencia emergerá plenamente en una de las tendencias últimas de la filosofía bajo el justo nombre de existencialismo.

La noción de sistema abierto concierne pues a lo *vivo del objeto* (y desemboca en lo vivo del sujeto). Concierne siempre a un «ser ahí» *(Dasein),* un «ente» fenoménico, un existente cuya existencia supone (y se opone a) su propio más allá, supone (y se opone a) su propia mortalidad.

Así, el concepto de apertura no es solamente termodinámico/organizacional, es también fenoménico-existencial. Lejos de disolver la existencia, la revela: lejos de encerrarla, se abre sobre la existencia.

Conclusión: la apertura de la apertura

Es remarcable que nosotros, seres abiertos que nos abrimos al mundo por nuestra ciencia, en esta ciencia misma hayamos desarrollado un conocimiento que disocia, aísla, separa y, finalmente, encierra los objetos en sí mismos. Y es que lo que sale de la apertura científica por la que nos esforzamos en conocer el mundo, es al mismo tiempo el brazo de hierro de la experimentación, que arranca quirúrgicamente al objeto de su entorno y de sus adherencias y, por ello mismo, manipula y sojuzga. Y es que las disciplinas se han cerrado sobre los objetos mutilados. ¡De este modo, el conocimiento cerrado por todas partes ha destruido u ocultado las solidaridades, las articulaciones, la ecología de los seres y de los actos, la existencia! De este modo, nos hemos quedado ciegos para con las aperturas, tan cierto es que lo más difícil de percibir es la evidencia que oculta un paradigna dominante.

Aquí hemos abierto ya la noción universal de sistema. Hemos visto igualmente que incluso en los sistemas trivialmente (es decir, sustancial y no organizacionalmente) concebidos como «cerrados», existen siempre interacciones e interrelaciones con otros sistemas y con el entorno: todo sistema cerrado es de alguna manera abierto.

La apertura termodinámica es mucho más radical. Es aún más profunda de lo que habían pensado los descubridores del «sistema abierto». Éstos no habían alcanzado más que los carácteres exteriores del fenómeno *(input/output,* estado estacionario). Habían desvelado, ciertamente, la importancia capital de la relación ecológica, pero sin sacar de ello todas las consecuencias. No habían visto que no se podía disociar la apertura de la organización activa, y esto no sólo en el nivel del trabajo, de la transformación, de la producción, sino también en el nivel generativo del bucle recursivo, de la producción-de-sí, de la reorganización íntegra y permanente. Y, sobre todo, no habían concebido que la inteligibilidad plena de la apertura requiere un paradigma de complejidad.

La apertura, lo hemos visto, es una noción a la vez organizacional, ecológica, ontológica, existencial. Esta noción, de alcance multidimensional, requiere una reorganización intelectual en cadena.

La apertura es una noción de alcance empírico: permite caracterizar los rasgos fenoménicos propios de la relación ecológica, permite extraer un carácter fundamental inherente a toda organización activa o máquina, permite reconocer el estatuto particular de los existentes ecodependientes.

Es una noción de alcance metodológico: nos incita a investigar, tanto la relación cuanto la distinción con el entorno, más la asociación compleja entre entre dependencia y autonomía, apertura y cerramiento, que la alternativa entre estos términos; más la reorganización que la organización, más la praxis que la estructura; además, toda concepción de sistema abierto nos conduce a concebir su ecosistema de inscripción y a elaborar un metasistema de referencia.

Es una noción de alcance teórico: por una parte, permite unir la teoría de la organización a la teoría termodinámica de los fenómenos irreversibles y al nacimeinto teórico de las formas; por otra parte, da un fundamento físico y organizacional a realidades que van a rebasar la física y la organización: la autonomía y la existencia individual del ser vivo.

Es una noción de alcance lógico: introduce en el principio de inteligibilidad de los seres, la necesidad de unir lo constante y lo cambiante, lo que se mueve y lo estacionario, lo autónomo y lo dependiente; y, sobre todo, mientras que las entidades clásicas se definían por oposición, separación y exclusión, introduce, en el corazón del principio de identidad de lo existente, al tercio excluso: el

entorno. El principio de la relación ecológica abre definitivamente el concepto cerrado de identidad que aísla los objetos en una autosuficiencia, excluyendo de su principio, tanto la alteridad como el entorno. El ser ecodependiente tiene siempre doble identidad, ya que incluye su entorno en lo más íntimo de su principio de identidad. Desarrollaré las consecuencias capitales de esta proposición (tomo II, cap. I) que se alía, de forma compleja (complementaria, antagonista) al recerramiento de la identidad sobre sí misma.

Es una noción de alcance paradigmático: lleva más adelante la ruptura con el paradigma de separación y de aislamiento que ha dominado la física y la metafísica occidentales. El principio de inteligibilidad clásica es alcanzado. En adelante, toda explicación, toda elucidación concerniente al ser, a la organización, al comportamiento, a la evolución de los seres abiertos ecodependientes (y esto concierne no solamente a los seres vivos, sino también a las sociedades humanas y a nuestras mismas ideas) no puede aislar o excluir una por la otra, ya sea la lógica interna del sistema, ya sea la lógica externa de la situación (es decir, las condiciones del entorno); hace falta una explicación dialógica y dialéctica que una de forma complementaria, concurrente y antagonista los procesos interiores y exteriores.

Así, la apertura es mucho más que una ventana: es una revolución en el concepto de sistema, el cual es ya una revolución en el concepto de objeto. No sólo porta dinamismo, sino dinamita.

La noción de apertura concierne a todos los seres vivos y, no menos, sino incluso más, como se verá, a todo lo que es humano. Nosotros, vosotros, yo, somos radicalmente abiertos. Ciertamente, la apertura no es el carácter al que se podrían reducir o subordinar todos los demás: es preciso inscribirlo en una constelación conceptual compleja, pero ella debe inscribir, a la vez, su vacío en cada término de esta constelación. Así, como lo veremos en el segundo tomo de este trabajo, es preciso operar las aperturas fundamentalmente necesarias a la ciencia del hombre, y esto no solamente abriendo los conceptos de individuo, sociedad, especie, unos sobre otros, sino considerándonos, nosotros humanos, como una raza abierta marcada por el vacío existencial en nuestros seres, nuestros sentimientos, nuestros amores, nuestros fantasmas, nuestras ideas. Lo veremos cada vez más: una teoría abierta, una *scienza nuova* no tiene por qué rechazar la existencia como desecho subjetivo.

Veremos que la transformación que opera la apertura debe remontar en cadena a toda la organización del razonamiento y del pensamiento. Veremos en el tomo III que la concepción cerrada del objeto corresponde, como bien ha indicado Maruyama (Maruyama, 1974), a una visión del mundo clasificacionista, analítica, reductora, unidimensional, manipuladora y que la apertura llama

a una visión del mundo compleja. Se trata de abrir todos nuestros conceptos, incluidos los conceptos que versan sobre los conceptos; se trata de abrir todos los sistemas de ideas, incluidos los sistemas de ideas que versan sobre sistemas de ideas. La apertura termodinámica ha operado una brecha que no se puede volver a cerrar. Esta brecha será profundizada y amplificada aquí hasta sus más completas consecuencias, hasta la brecha última e irreparable que el teorema de Gödel abre en la lógica del conocimiento.

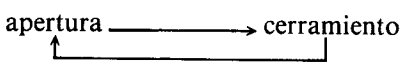
Pero no aislaremos jamás la idea de apertura. La apertura que aporta la idea de apertura debe abrirnos también ante el problema de *el cerramiento sobre sí de los seres abiertos*. Es por lo que, rompiendo con una alternativa viciosa, vamos a contemplar en adelante la apertura en la relación con su cerramiento.

3. El sí: el ser y la existencia autónomos (el en sí)

> Todo en la naturaleza se sueña a sí mismo y no sueña más que en sí mismo.
> Diderot

El bucle une apertura y cerramiento

El bucle recursivo es lo que une apertura y cerramiento. La apertura nutre al bucle, que opera el cerramiento. En el ejemplo tan puro del remolino, donde el bucle no es otra cosa que la forma torbellinesca misma, el movimiento circular opera la introducción y la expulsión del flujo, es decir, la apertura del sistema; el mismo movimiento, que forma el sistema, lo cierra dibujando el último círculo-frontera: éste, en efecto, vuelve a cerrar su territorio que se vuelve relativamente autónomo. Lo que forma cierra, lo que cierra forma. El circuito espiral del remolino es, de hecho, el circuito que se vuelve a cerrar al abrirse y por ello se forma y se vuelve a formar. El bucle es pues, a la vez, abridor y cerrador. Es decir, que la apertura y el cerramiento deben ser planteados, no solamente en términos indisociables, sino también en términos recursivos; la apertura produce la organización del cerramiento, el cual produce la organización de la apertura:



De manera más general, todo bucle (circuito, regulación, recursión) necesita una apertura y constituye un cerramiento.

El circuito puramente cerrado sería un círculo vicioso: es el círculo ideal, irreal, del movimiento perpetuo, radicalmente expulsado de nuestra *physis* por el segundo principio. El círculo solamente abierto sería imposible, sería secuencia, y no bucle. Es por ser abierto por lo que el círculo cerrado no es un círculo vicioso, es por ser cerrado por lo que es un círculo. Es por ser abierto —alimentado— por lo que es productor, y es por volverse a cerrar por lo que existe como productor. Ahora bien, si consideramos el bucle cerrado/abierto en su naturaleza generativa profunda, vemos entonces que su producción primera y fundamental es la de producirse, es decir, de producir por esto mismo su ser y su existencia.

Quiero indicar con esto que el bucle productor-de-sí produce el ser y la existencia y que el Sí es el cerramiento original y constitucional de los seres abiertos.

El ser existencial

He hablado de seres-máquina desde el comienzo. Estos seres, cuando son artificiales, son generados por la megamáquina antroposocial. Pero los otros seres-máquina, físicos o biológicos, son generados por sí mismos, según un proceso *sui generis*. La máquina natural se produce, la máquina artefacto produce.

La idea de ser no es una noción sustancial. Es una idea organizacional. No hay ser allí donde hay dispersión, hay emergencia de ser allí donde hay organización. Pero la idea de ser no toma su densidad fenoménica más que allí donde hay organización activa, es decir autonomía y praxis. Es por lo que las máquinas, incluso artificiales, son seres.

El ser toma consistencia con el aumento de la autonomía organizadora y de la praxis productiva. La producción produce no sólo los productos, sino también al ser productor.

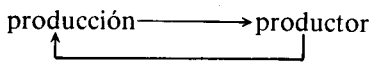
Las máquinas artificiales no tienen, sin embargo, ni plenitud de ser, ni plenitud de existencia. Les falta, para la plenitud de existencia, la plenitud de la apertura ecológica; les falta, para la plenitud de ser, generarse a sí mismas.

Así, la apertura produce la existencia; el bucle generativo produce el ser. Dado que todo bucle supone apertura, no hay que disociar la producción del ser y la producción de la existencia. La existencia es la cualidad de un ser que se produce sin cesar, y que se deshace en cuanto hay desfallecimiento en esa producción-de-sí o regeneración. Hemos visto que la cualidad de existencia es muy intensa allí donde hay ecodependencia, es decir, allí donde hay autonomía dependiente.

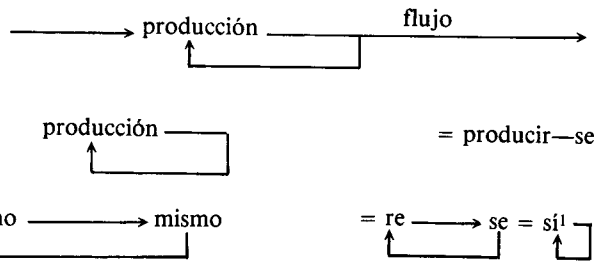
Pero no hay que olvidar aquí una noción tan evidente y nuclear que pasa desapercibida; la noción que el principio de objeto de la ciencia clásica oculta totalmente: la noción de sí, del Sí.

La producción del Sí

La generatividad puede y debe ser concebida como el circuito donde la producción produce un productor que la produce:



es decir, el circuito recursivo de la producción-de-sí:

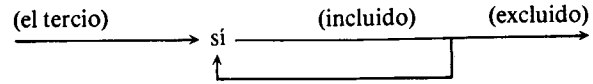


La recursión productora de lo mismo sobre lo mismo *(re),* al producirse y reproducirse por sí misma, hace emerger una realidad de un orden completamente nuevo que expresa el pronombre reflexivo *se,* y que sustantiva el concepto de *sí.*

Decir que el sí es una realidad de un orden nuevo, es decir que la producción de su propio ser es más que la producción de su propio ser: es la producción de un ser que tiene *sí,* y que porque tiene sí, puede producir su propio ser. El sí produce lo que le hace nacer y existir. El sí es lo que nace por sí mismo, lo que se vuelve sobre sí, como en el pronombre reflexivo *sí,* lo que vuelve a sí, lo que reinicia el sí (en la regeneración, la reorganización).

El principio de identidad no es: Sí = Sí. *La identidad no surge como equivalencia estática entre dos términos sustanciales, sino como principio activo que procede de una lógica recursiva:* Sí

A diferencia del en-sí de los sustancialismos filosóficos, esta identidad necesita el tercio (el flujo energético, la relación ecológica, la paternidad de otro sí), que ella misma incluye y excluye[1]: es



Pero esto ya es casi la finalidad inmanente del para-sí, puesto que la reorganización permanente, que es trabajo del sí sobre sí, ya es casi al mismo tiempo el trabajo del sí para sí. Hay en el pro de producción-de-sí, el germen de un para-sí.

Idea importante: el sí no es inmóvil jamás; siempre está animado, siempre es animador, de ahí quizá el hecho de que se le haya llamado *animus* y *anima.*

La idea de Sí es capital. Constituye el cerramiento original y fundamental del sistema abierto. Es la idea nuclear de la autonomía de los seres máquina (no artificiales). Estamos con el sí en la fuente de lo que se convertirá en el *autos* propio del ser vivo (auto-organización, auto-reorganización; o más bien: auto-eco-re-organización), noción que habrá que poner en el corazón de toda individualidad existencial. Y, de bucle en bucle, llegaremos al bucle recursivo a la vez más abierto y más cerrado que haya: la consciencia del hombre.

Lo que nos confirma una vez más que apertura y cerramiento no deben ser planteados en exclusión. La extraordinaria perspicacia de von Foerster, Maturana, Varela (von Foerster, 1976; Maturana y Varela, 1972; Varela, 1975, 1976) para extraer la idea de autorreferencia, de «auto-*poiesis*», de lógica cerrada en lo que concierne a los seres vivos, no está legitimada sin embargo para rechazar la noción de apertura, que aun siéndole antagonista, le es necesariamente complementaria. Lo que aquí digo para el concepto de *auto* es válido *ipso facto* para el concepto de sí.

La constelación

Repitámoslo: el sí no es un en-sí, que-se-basta-a-sí-mismo. No sólo no hay sí sin apertura, sino que la idea de sí está profundamente unida a un proceso productor (recursivo), y es una idea que debe ser planteada en constelación con las ideas de autonomía, de ser, de existencia, de individualidad.

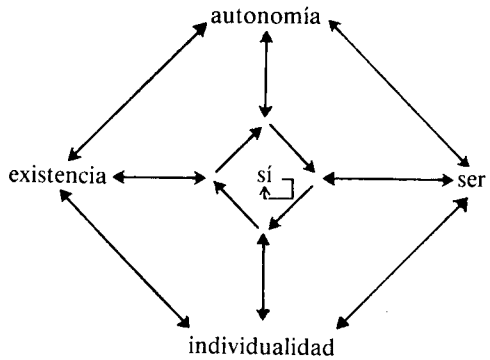
Esta constelación es inseparable de la constelación generativa (bucle recursivo, apertura / cerramiento, *poiesis*). Descubrimos

[1] Cfr. el símbolo introducido por Varela en la aritmética de Spencer Brown (Varela, 1975, 1976), y que no sólo designa el carácter de auto-referencia propio de lo viviente, sino también (y es ahí, donde radicalizo la idea de Varela): el *sí.*

[1] Este problema de lógica de identidad será considerado biológicamente en el tomo II y lógicamente en el tomo III. Por otra parte, aquí todavía no es el lugar de examinar por adelantado la relación entre la identidad, es decir sí ⟶, la generatividad (ser generado por lo mismo) y el estado estacionario (tener constancia en su ser a despecho de las variaciones y perturbaciones).

ahí la infra-naturaleza sumergida, oculta pero indispensable para la teoría de los seres productores y de la producción de los seres.

Las máquinas artificiales tienen ser (autonomía práxica), una débil existencia, los artefactos cibernéticos adquieren un poco de sí fenoménico (los bucles reguladores), pero no tienen (¿todavía?) un sí profundo. Los procesos maquinales, como el ciclo del agua de la fuente al mar, del mar a la fuente, no tienen todavía ni ser ni sí. Los



torbellinos tienen existencia, todavía muy poco ser, pero en la duración reiterativa del remolino ya emerge un sí frágil. Los soles sí tienen plenitud de ser, de existencia, de sí. Con la vida, el sí llega a ser reproductor-de-sí (ciclo de las reproducciones) y, en los seres individuales, el sí cede al sitio al *auto:* auto-organización, auto-producción, auto-referencia, de donde nacerá el *Yo.*

El principio generativo y el principio ontológico

La teoría de los sistemas y la cibernética, al aplicar los mismos conceptos a fenómenos de materia, de forma y de organización, extremadamente variados han tenido el mérito de desustancializar sus objetos. Desgraciadamente, al desustancializarlos, evacuaban el ser, la existencia y la individualidad. De ahí la conclusión que algunos han sacado: la cibernética no tiene objeto. Entendámonos: su objeto es puramente ideal, es decir, formal.

Vemos aquí que un organizacionismo, aun siendo radicalmente desustancializador y «des-reificante» puede y debe, a condición de sumergirse en la problemática de la *physis*, redescubrir el ser, la existencia y el sí. Y es porque nos lleva a descubrir la generatividad organizacional.

En el corazón de todas las organizaciones activas, a excepción de las máquinas artificiales, encontramos que la génesis se ha vuelto generatividad. La aporía clásica, en la que es tan inconcebible que el ser sea creado *ex nihilo* como que exista desde toda la eternidad, no es superada, sino iluminada sin cesar, tanto por el nacimiento de un remolino como por el nacimiento de un niño. El remolino nace de encuentros y buclajes de flujos contrarios, un niño se forma a partir de átomos y moléculas absorbidos, integrados, transformados, en y por un proceso generativo. La generatividad crea *ex nihilo,* en el sentido de que crea ser allí donde no había ser, existencia allí donde no había existencia, sí allí donde no había sí, individualidad allí donde no había individualidad. Pero no crea *ex nihilo* en el sentido de que crea con materia, energía y organización. Creación es aquí transformación. La aporía es, pues, retrotaída a un nivel más primordial, el de las condiciones previas a la emergencia del ser: su surgimiento *ex nihilo* es tan inconcebible como su preexistencia desde toda la eternidad.

El misterio del ser y de la existencia no está resuelto, es decir, escamoteado: el misterio de la *physis* permanece, y nuestro conocimiento sería vicioso, nuestro método engañoso, si nos parloteasen sobre lo inconcebible. Pero podemos concebir que en el mismo movimiento sean generados por la praxis el ser, por la apertura la existencia, por la organización la autonomía, por la recursión el sí. Ser, existencia, sí son emergencias de una totalidad que retroactúa recursivamente sobre sí misma en tanto que totalidad; son al mismo tiempo productos-productores de la producción-de-sí.

Así, la esfinge ontológica del concepto de máquina sale de las profundidades. Así podemos forjar y fundar por *lo bajo,* por la generatividad, una teoría del ser. Las teorías sistémicas y cibernéticas vaciaban el ser, la existencia, el sí, como subproductos, desechos subjetivos. Ahora bien, el ser íntegramente máquina —lo que no es la máquina artificial— produce recursivamente su ser existencial que lo produce; produce densidad de ser y fragilidad de existencia. De ahí dos consecuencias capitales:

La primera es que la repoblación de un cosmos y de una *physis* devastados por una física atomizante y cosificante no es solamente una repoblación por la organización y el sistema: es una repoblación por seres existenciales dotados de en-cuanto-a-sí.

La segunda es que estas nociones de ser, de existencia, de sí, que creíamos reservadas sólo a los seres biológicos, son nociones físicas.

Pero, por supuesto es, a nuestra escala terrestre, la vida la que desarrollará, y sobre todo en y por los desarrollos del individuo, la existencialidad y el ser: el *sí* llegará a ser el *auto* y, en fin, el mi-yo.

4. El tiempo abierto y recerrado

Todo sistema, toda organización están sometidos al tiempo. Pero un sistema fijo, no activo, mientras permanece en sus formas, se sustrae durante un tiempo al tiempo. Ha nacido en el tiempo, el tiempo lo corroe y finalmente lo desintegrará pero, en su reposo y su intervalo, se encuentra en espera, fuera de tiempo, puesto que el tiempo no contribuye a su existencia ni a su organización.

Por el contrario, el tiempo forma parte de la definición interna de toda organización activa. La actividad es evidentemente un fenómeno en el tiempo. Pero el tiempo, en cuanto se introduce en la organización activa, se vuelve bífido, se disocia a la entrada en dos tiempos sin dejar de seguir siendo el mismo tiempo y vuelve a ser uno a la salida. Es el tiempo secuencial, que efectivamente atraviesa y recorre el sistema, y es el tiempo del bucle, que se vuelve a cerrar sobre sí mismo. Es decir, que el tiempo forma parte doblemente de la definición de la organización activa, puesto que es a la vez tiempo irreversible y tiempo circular (de Rosnay, 1975, página 212).

Reconsideremos los remolinos y los torbellinos en los que el tiempo se identifica a la vez al flujo irreversible y a la forma torbellinesca. En el mismo movimiento que el flujo se precipita, gira y se hunde en el remolino, el tiempo no cesa de atravesarlo, de enrollarse en él, de escaparse de él. Este tiempo trabaja para la generación y la regeneración (del remolino), pero trabaja también para el desorden: va a arrastrar a las aguas en la gran confusión oceánica, dispersar vientos y humaredas. Una vez más, las dos caras antagonistas del tiempo son una: el tiempo irreversible y el tiempo circular se envuelven el uno al otro, se entrelazan y se entrequiebran, se entreparasitan: *son lo mismo.* El tiempo irreversible y desintegrador, permaneciendo irreversible y desintegrador, se transforma en y por el bucle en tiempo del recomenzamiento, de la regeneración, de la reorganización, de la reintegración.

Y sin embargo, son distintos: uno es secuencial, el otro repetitivo; son antagonistas, uno trabaja para la disipación, el otro para la organización. Hay bucle precisamente porque hay *un doble y mismo tiempo,* si no sería bien el círculo vicioso del movimiento perpetuo en un vacío absoluto, o bien la dispersión. La recursión, repitámoslo, no es anulación, sino producción.

Este doble y mismo tiempo es el del cambio y el de la constancia, el del derramamiento y el de la estacionariedad, el de la homeostasis y el de la homeorresis (puesto que no hay homeostasis sin homeorresis, como no hay homeorresis sin homeostasis). Es el tiempo donde

el recomenzamiento es también repetición, donde todo instante tiene doble identidad:

> «la treceava vuelve, sigue siendo la primera
> y es siempre la misma...»

decía justamente Nerval, pero olvidando que la hora trece, a la vez que siempre la misma, *no es nunca la misma* que la primera.

La unidad de este tiempo uno y doble, asociado y disociado es, a imagen del movimiento espiral, a la vez irreversible y circular, revolviéndose sobre sí mismo, mordiéndose la cola, re-cerrándose sin tregua en su reapertura, recomenzando sin tregua en su derramamiento.

Este tiempo espiral es frágil porque va unido a una improbabilidad física, y porque está a merced de la dependencia ecológica. No es el tiempo del rigor relojero, como el de la rotación de la tierra alrededor del sol, que efectúa una elipse gravitacional, y no un buclaje organizacional. Ciertamente, el tiempo rotativo de la tierra sufre innumerables pequeñas variaciones, puede ser perturbado por colisión cometaria, será un día roto por explosión solar, pero no necesita regenerarse sin cesar y tiene poco que temer de su entorno. El tiempo del bucle regenerador conoce los *alea,* perturbaciones, desfallecimientos que sin cesar amenazan al ser y a la existencia. Es decir, que el tiempo espiral acarrea en sí el tiempo evenencial. Está acuchillado por mil pequeños eventos perturbadores, cuyo efecto corrige produciendo eventos de respuesta. Integra, pues, el evento aleatorio, el cual, más allá de un cierto umbral de agresión, lo desintegra.

Ya la forma arcaica del remolino lleva en germen la riqueza ramificada y diversa, múltiple y *una,* de los diferentes tiempos complementarios, concurrentes y antagonistas que constituyen conjuntamente el Tiempo de la vida. El tiempo de la vida es, en efecto, a la vez el tiempo de los nacimientos, el tiempo de los desarrollos, el tiempo de los declives y el tiempo de las muertes, y el tiempo de los ciclos (desde el ciclo ecológico del día y de la noche, que rige los ciclos del carbono y del oxígeno, hasta el ciclo de las estaciones que rige los ciclos de la reproducción, pasando por el ciclo ininterrumpido del metabolismo y del bucle homeostático del organismo). Y, sin parar, al azar, los eventos, los accidentes acuchillan los hilos del tiempo cíclico, rompen el devenir del tiempo del desarrollo: unos, irrecuperables, entrañan la desintegración mortal; otros, al contrario, estimulan una evolución, lo que nos abre una dimensión del tiempo que examinaremos a su tiempo (tomo II).

5. El desorden activo: la desorganización permanente

Desórdenes y antagonismos en acción

El desorden es inhibido y virtualizado en los sistemas no activos; no se actualiza más que para corromperlos y destruirlos. Por el contrario, el desorden está presente, virulento, en los organismos activos: es potencialmente destructor pero, al mismo tiempo, es tolerado hasta un cierto grado, necesario hasta un cierto grado...

Todo es activo en las organizaciones activas, incluido el desorden. Este desorden tiene diferentes rostros: inestabilidad, desequilibrio, *alea,* ruptura, antagonismos, incremento de entropía, desorganización. Ahora bien, hemos visto que estos rasgos son a la vez originarios y constitucionales. De genésicos se han transformado en genéricos; los torbellinos de Bénard nacen de una inestabilidad, no pueden estabilizarse más que en esa inestabilidad, y producen su forma por disipación de energía. Los torbellinos eólicos nacen del encuentro de dos flujos contrarios y no pueden subsistir más que si se mantiene su antagonismo. Los soles nacen de dos acciones antagonistas, cuya combinación produce su bucle generador y regulador. El remolino nace de la presencia de un elemento de ruptura en un flujo, y ese elemento pasa a ser el núcleo alrededor del cual se polariza y se organiza el remolino. Se puede suponer que la vida haya nacido, como lo sugiere Thom, de una «lucha de subsistemas con efectos opuestos que se neutralizan en la zona óptima de homeostasis» (Thom, 1974, pág. 147); ésta se mantiene, lo veremos, a través de desórdenes, conflictos, antagonismos.

Todos estos seres, todos estos existentes perduran en y por el desequilibrio y la inestabilidad que nutren el meta-desequilibrio y la meta-inestabilidad, es decir, las estacionariedades y las homeostasis.

Mejor: cada término, cada acción, cada proceso, tomados aisladamente, son desorden o conducen al desorden. Conjuntamente, hacen vivir la organización, es decir, el bucle cuya virtud es combinar y transmutar los desórdenes en generatividad. El bucle se construye con el desorden, lo supera, lo combate, lo frena, lo tolera. El antagonismo permanece como principio generativo, genésico, genérico, para todos los bucles retroactivos y recursivos. Las regulaciones han nacido de los juegos antagonistas en las estrellas y los torbellinos, y el antagonismo sigue siendo el motor y la piedra angular de éstos. El antagonismo no es, sin embargo, eliminado de las regulaciones informacionales. Las retroacciones negativas constituyen acciones antagonistas para con los antagonismos que las amenazan. El antagonismo es, en un sentido, indisociable de la regulación que lo corrige y

lo frena. Yves Barel remarca muy justamente que no basta con decir que la regulación supone procesos antagonistas, hay que decir también que los procesos antagonistas suponen su regulación (Barel, 1976): si la regulación desaparece, la máquina salta, y las fuerzas, antagonistas en el seno del sistema, se vuelven dispersivas y dispersas fuera del sistema. Así, el antagonismo activo se inscribe necesariamente en toda organización activa.

La presencia del desorden y del antagonismo en la organización activa es compleja, es decir, complementaria, concurrente, antagonista y aleatoria respecto de esta organización.

Es concurrente en el sentido de que la organización tolera un cierto grado de *alea* y desorden. Es complementaria en el sentido de que la organización subproduce desorden y se nutre del desorden; es antagonista en el sentido de que todo desarrollo de este desorden arruina y desintegra la organización. Así:

1. Hay tolerancia de la organización ante el *alea* y el desorden. Sin cesar, del exterior y/o del interior, surgen perturbaciones aleatorias, en ocasiones de enorme amplitud como los huracanes o las erupciones solares, que son absorbidas a través de fluctuaciones, oscilaciones, variaciones.
2. La organización subproduce necesariamente desórdenes; todo trabajo, toda transformación, es decir, toda actividad en una organización donde todo es activo, subproduce usura, degradación, que alteran los componentes, las interrelaciones entre componentes, la economía del sistema y, por ello, la actividad organizacional subproduce en cadena desorganización en cadena.
3. El desorden se incuba en la regulación. La regulación frena permanentemente una desviación que renace permanentemente; es decir, que bajo la desviación siempre renaciente, se incuba el desorden; bastaría un bloqueo, un accidente, un éxtasis temporal en la retroacción negativa para que el proceso se invirtiera, por el desbordamiento de los antagonismos, el despliegue del desequilibrio y de la inestabilidad, hasta la desintegración.
4. La organización se nutre de la desorganización. La reorganización permanente, aun estando en lucha contra la desorganización permanente, supone necesariamente esa desorganización como condición de existencia y de ejercicio. La desorganización permanente debe, pues, ser concebida como el complemento antagonista de la organización activa, la permanencia del desorden que renace como un elemento de la construcción siempre renaciente de ese orden organizacional. La idea central de reorganización permanente da, pues, ineluctablemente, un lugar central a la desorganización permanente, es decir, la actividad del desorden.

Así, en su origen, en su existencia, en su permanencia, el ser práxico lleva en sí, de manera compleja (es decir, que deviene coope-

rativa aun permaneciendo antagonista), formas activas de antiorganización, es decir, integra como factor fundamental de organización lo que es también factor fundamental de desorganización.

La integración de la desintegración:
Los dobles juegos de las retroacciones negativas y positivas

La retroactivación positiva es acentuación, amplificación, aceleración de un proceso por sí mismo sobre sí mismo. La retroacción positiva, en el seno de un sistema regulado por retroacción negativa, no significa solamente ruptura de esa retroacción, acentuación de la desviación; significa que las fuerzas de desorganización que se ponen en movimiento van a acelerarse, a acentuarse, a amplificarse por sí mismas. Significa que la desorganización despliega y desencadena la desorganización. Así, nutriendo la desviación con la desviación, la retroacción positiva transforma en primer lugar la desviación en tendencia, cuyo aumento se vuelve invasional, rompe toda medida y toda regla *(hybris),* despliega *(runaway)* y, finalmente, desintegra y dispersa. Ejemplo: la ruptura en la regulación espontánea de la estrella desencadena una retroacción positiva que conduce a una explosión en *nova* o *supernova;* la reacción en cadena en la bomba de hidrógeno; la descomposición, lenta al principio, se acelera después en desintegración del cadáver después de la muerte; el pánico de una multitud, etc.

Se ve, pues, que la retroacción positiva significa no solamente la desorganización, sino el desencadenamiento de la desorganización. Se ve, pues, que toda organización no solamente aprisiona las fuerzas furiosas y devastadoras que ella alimenta, sino que también alimenta las fuerzas furiosas y devastadoras que ella aprisiona.

Conforme al paradigma de la ciencia clásica que niega todo papel al desorden y a la desviación en el devenir y la organización del mundo, la cibernética remitió a los infiernos a la retroacción positiva que no solamente desarrolla, sino que además desencadena la desviación de forma devastadora.

No obstante, hemos visto que las grandes génesis cósmicas se han efectuado bajo el signo de retroacciones positivas. Las concentraciones gravitacionales son desviaciones, después tendencias en el proceso mayoritario de dispersión. Estas concentraciones son energéticas y, como bien había dicho y visto Pierre de Latil, los *feed-back* positivos «son los grandes creadores de las diferencias de potenciales, son la energía del mundo» (de Latil, 1953, pág. 187).

Más aún, las retroacciones positivas son morfogenéticas, puesto que una retroacción positiva gravitacional opera la génesis de una estrella y que dos retroacciones positivas antagonistas le dan vida. Sin embargo, es claro que son necesarias dos retroacciones positivas

inversas para que el efecto destructor de cada una sea anulado, y esa anulación tome forma de retroacción negativa. Es claro que todo bucle es anulación de retroacción positiva. Por consiguiente podemos, en este ejemplo maravilloso y fundamental, ver una parte actualizarse y desplegarse de la heterogeneización energética y morfológica a la morfogénesis de un ser organizado, y después a la morfostasis de un ser organizador, todas las potencialidades creadoras de la retroacción positiva; pero podemos ver al mismo tiempo que el ser-máquina no puede sobrevivir más que anulando las retroacciones positivas.

Se podría, pues, creer que una vez acabada la morfogénesis, las retroacciones positivas no pueden ser ya más que destructoras. Lo que parece evidente para los soles, para los remolinos, para las máquinas artificiales.

No obstante, en lo que concierne a los artefactos, se producen retroacciones positivas voluntariamente en procesos motores que deben alcanzar lo más rápidamente posible una potencia muy grande; así, el impulso de los jets se desencadena en un estruendo *hybrico;* pero la tripulación puede a cada instante inhibir la retroacción positiva que ha desencadenado. La retroacción positiva forma, pues, parte de una organización que la sojuzga. En fin y sobre todo, ésta no concierne más que a una potencia energética y no a un fenómeno de organización.

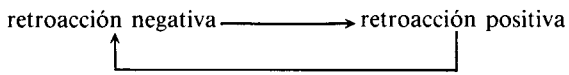
La excepción confirma aquí la regla. Toda constancia organizacional no puede mantenerse más que por la retroacción negativa o regulación. Toda retroacción positiva que surgiera espontáneamente en su seno no podría ser más que desintegrativa. Esto, que es cierto para las estrellas, ¿es cierto también para el ser vivo? Vamos a ver que en la esfera biológica, y sobre todo en la esfera antropo-social, la retroacción positiva, sin dejar de ser desorganizadora, y también por ser desorganizadora, puede jugar un papel genésico, es decir, creador de diversidad, de novedad, de complejidad. Fue Maruyama quien rehabilitó esa parte maldita del pensamiento cibernético (Maruyama, 1963).

Homeostasis y despliegues

Si se identifica la vida con el organismo, entonces la vida está bajo el signo de la retroacción negativa, de la regulación, de la homeostasis.

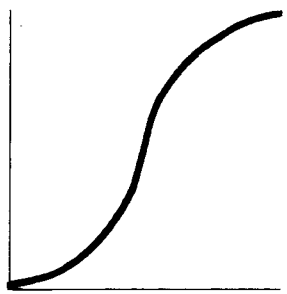
Pero si se considera que la vida es la reproducción, entonces la organización viva es un proceso de multiplicación que se multiplica al infinito, es decir, un verdadero *feed-back* positivo. Con la primera célula, la vida ha tomado la salida hacia el infinito. Ha proliferado sobre toda la superficie de la tierra, se ha hundido en las profundidades de los mares, ha echado a volar por los aires...

No basta con desvelar este carácter fundamental del fenómeno vivo. Hay que unir en el mismo concepto las auto-regulaciones y los despliegues. Hay que unir y entrelazar los juegos de las dos retroacciones. La auto-expansión desenfrenada de la vida se efectúa a partir de organismos prodigiosamente auto-regulados, y esa auto-regulación se efectúa sobre la base de una proliferación desordenada. De ahí el problema con el que nos encontramos sin cesar: la retroacción positiva (reproducción multiplicadora), ¿actúa al servicio de la retroacción negativa (organismos individuales) o a la inversa? De hecho, hay que considerar el problema, no como alternativa, sino como ambigüedad; la retroacción negativa actúa al servicio de la retroacción positiva que actúa al servicio de la retroacción negativa.



La homeostasis multiplica el crecimiento que multiplica la homeostasis.

Ciertamente el crecimiento no es ilimitado. Conoce y experimenta cuasi regulaciones. Todo crecimiento biológico toma indefectiblemente la forma de una curva en S.



Pero el despliegue reproductor encuentra sus correcciones, no en sí mismo, sino en los constreñimientos exteriores[1], es decir esencialmente las limitaciones de los recursos disponibles para la subsistencia, y en los antagonismos de todos contra todos. Así las «correcciones», las «regulaciones» provienen también de relaciones antagonistas entre comedores y comidos, depredadores y presas, concurrencias entre especies e individuos por el mismo alimento, en suma, procesos cada uno de los cuales es incontrolado, pero cuyo conjunto llega a ser controlador. (Examinaremos este problema en el primer capítulo del tomo II: «El principio ecológico y el concepto de eco-sistema».) Dicho de otro modo, una regulación global renace en el nivel de los eco-sistemas, pero esa regulación se efectúa no solamente a partir de las complementariedades, sino también a partir de las concurrencias, de los antagonismos y de las rarezas... Se está muy lejos de las racionalizaciones y de los esquemas artificiales de la cibernética ingenieril, se está muy cerca del tetrálogo genésico: desórdenes/interacciones/orden/organización.

Así, desde el primer vistazo, no se podría concebir la vida de otro modo más que como una asombrosa combinación, a todos los niveles, de retroacciones negativas y positivas.

[1] Como indica la curva en forma de S, todo crecimiento, *a fortiori* todo crecimiento en retroacción positiva encuentra tarde o temprano su moderación y/o su corrección en el agotamiento energético (el suyo y/o el de su entorno). Además, todo lo que tiende al infinito acelera su fin, e *hybris* conoce su muerte en su triunfo.

Hacia las complejidades retroactivas antropo-sociales

Entreveamos solamente, no entremos aún aquí en la problemática de las regulaciones y retroacciones antropo-sociales. Estas hacen interferir los problemas de la prodigiosa máquina cerebral de *homo sapiens-demens* (Morin, 1973), de las regulaciones culturales, de los constreñimientos y antagonismos propios de las sociedades humanas. Nos plantean el problema de las violencias y el problema de las libertades o, más bien, nos permitirán aportar una iluminación organizacional compleja a esos problemas que las vulgatas políticas y sociológicas zanjan con su grosería habitual. Evidentemente es en el devenir de las sociedades históricas, esas megamáquinas homeostáticas e *hybricas* a la vez (ciudades, naciones, imperios) regidas por Aparatos sojuzgadores, en todos los sentidos del término, que producen enormes trabajos, atravesadas por los desajustes y las violencias, que se dedican a la destrucción mutua, donde se mezclan, se interfieren, se entre-dialectizan las regulaciones (que frecuentemente se instalan a partir de impulsos antagónicos que tienden cada uno al *runaway*) y los despliegues destructores y/o creadores. Nuestros socioaugures habían creído que por fin habíamos llegado, en la mitad del siglo XX, a la gran regulación de la Sociedad industrial. De hecho, estábamos, estamos, en la era de los megacrecimientos exponenciales y superexponenciales demográficos, técnicos, económicos. Peor aún: lo que nos parecía ser el gran regulador, el crecimiento industrial (y que lo era parcial y temporalmente) arruinaba y continúa arruinando civilizaciones y culturas, desencadenando crisis profundas en el fondo cultural de nuestra sociedad y de nuestra existencia, sacrificando y subordinando todos los demás desarrollos únicamente al tecno-económico, degradando y amenazando de muerte a los ecosistemas vivos, y por retroacción, a la humanidad misma... No obstante,

aquí como en otros lugares, no se podrían oponer inteligentemente, como alternativas, la idea de homeostasis (estado estacionario) a la idea de crecimiento, la idea de regulación «sensata» a la idea de devenir «loco». Incluso la ingenua y terrorífica locura de creer que el crecimiento industrial es por esencia regulador y ordenador llevaba en sí, mutilada y falsificada, una gran idea aún por desarrollar, la de un devenir al mismo tiempo abierto, creador y auto-regulador. Habría que pensar hoy en una visión homeorrésica y no ya homeostática de las sociedades modernas; hay que pensar hoy que los términos de locura / sensatez no se excluyen más que en ciertos niveles, y no en todos, no en los más fundamentales; hay que pensar, en fin, en términos complejos, estos problemas urgentes que se nos imponen. Pero es demasiado pronto para tratarlos aquí y espero que no sea demasiado tarde más adelante. Debo refrenar mi impaciencia, puesto que no he podido emprender mi largo trabajo más que después de haber comprendido al fin que, en materia de ideas fundamentales, uno no puede apresurarse más que lentamente.

Henos aquí cada vez más lejos de los engrases y funcionalidades generalizados. Acabamos de ver que la regulación llevaba en sí, originaria y necesariamente, un juego, sea larvado, sea desplegado, de antagonismos: hemos visto que, unido a este juego, el juego de las retroacciones positivas y negativas es complementario, concurrente, antagonista e incierto.

Los dobles juegos de lo positivo y de lo negativo

Recapitulemos los rasgos que oponen los dos tipos de retroacción, la positiva y la negativa:

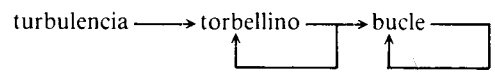
RETROACCION NEGATIVA	RETROACCION POSITIVA
anulación de la desviación	ampliación de la desviación
constancia	tendencia
bucle	secuencia
entropía estacionaria	incremento o disminución de entropía
conservación de formas (morfostasis)	destrucción o creación de formas (morfogénesis)
dike	*hybris*
repetición, comenzamiento	devenir, dispersión
rechazo de las perturbaciones	crisis, desajuste, accidentes

Según el entendimiento clásico, estas dos retroacciones no pueden más que excluirse la una a la otra; no pueden ser concebidas más que de manera disyuntiva. Ahora bien, como hemos empezado a ver, están asociadas de manera compleja, es decir, a la vez complementaria, concurrente y antagonista en el universo de la vida y en el universo antropo-social.

La retroacción positiva: pulsión de muerte, pulsión genésica

Mi incursión, demasiado rápida, en la biosfera y la antroposfera, ciertamente prematura y esquemática, plantea ya la gran paradoja: ¿cómo es que el proceso destructor que va de la desviación vía *Hybris* al *runaway* es también el proceso necesario para el desarrollo?

Y es que la retroacción positiva despierta las fuerzas genésicas allí donde ellas se duermen en el ronroneo de la regulación. Hemos visto que el proceso de donde nace la organización es:



La retroacción positiva invierte el proceso, es decir, desembucla el bucle, resucita fluideces torbellinarias, rodando en turbulencias. En su movimiento regresivo hacia el desorden, la retroacción positiva es al mismo tiempo una regresión hacia las potencialidades genéticas. Esta es la razón de que no sea siempre, ni necesaria, ni solamente, destructiva. Es por esto por lo que las grandes metamorfosis van siempre unidas a desestructuraciones operadas por retroacción positiva. Así, la retroacción positiva despierta la motricidad torbellinaria y entran en acción formidables energías; despierta los desequilibrios e inestabilidades que, recordémoslo, son genésicos y aportan, pues, la posibilidad de nuevas formas organizadoras más allá del desequilibrio y de la inestabilidad. Crea tendencias a partir de las desviaciones, es decir, de la diversidad y de la complejidad potenciales. Se crea así un proceso de desviación/tendencia/creación de novedad/diversidad, es decir, de cismo/morfogénesis. Pero todo esto no se vuelve verdaderamente morfogenético, más que si se crea un nuevo bucle, un metasistema, una nueva generatividad. De ahí nacerán una nueva homeostasis, una nueva regulación, un nuevo orden organizacional y una vez más, como siempre, *Dike* será hija de *Hybris*.

La retroacción negativa, sola, es la organización sin evolución. La retroacción positiva sola, es deriva y dispersión. Allí donde hay evolución, es decir, devenir, hay una dialógica complementaria, antagonista y divergente entre retroacción positiva y retroacción negativa, *pero cuyos verdaderos héroes no son las retroacciones positivas*

o negativas en sí mismas, sino las virtudes genésicas, generativas, metamórficas. No obsta: en todo devenir, la retroacción positiva está en acción. Es totalmente remarcable que la cosmogénesis, la evolución biológica, la historia de las sociedades humanas, se efectúen a través del despliegue enzarzado de las desviaciones positivamente retroactivas, con todo lo que éstas puedan comportar de dispersiones, destrucciones y, en ocasiones, al mismo tiempo de creación e innovación.

La evolución de las organizaciones vivas, la historia antroposocial, son las nuevas nupcias destructoras y creadoras entre el desorden y la organización. La forma más terrorífica del desorden en el seno de una organización, la retroacción positiva, se convierte en el fermento necesario de las evoluciones y en onda de choque de las revoluciones.

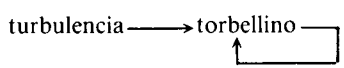
6. La forma genésica y generativa

Génesis y generatividad

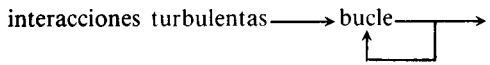
En el primer capítulo de este trabajo habíamos elaborado el proceso genésico:

desórdenes ⟶ interacciones ⟶ orden ⟶ organización

Este proceso ha tomado ahora la forma:



o:



Ahora bien, el bucle productor-de-sí es al mismo tiempo productor de organización, de ser, de existencia. Lo que quiere decir que ser, existencia, organización nacen del no-ser, de la no-existencia, de la no-organización, pero no *ex nihilo:* nacen de lo que todavía hay que llamar caos, es decir, turbulencias, actividades en desorden, agitaciones, oposiciones, movimientos contrarios, colisiones, choques...

Así, en y por el bucle (torbellinario, retroactivo, recursivo), el caos se transforma simultáneamente en ser, existencia y organización.

Pero el caos no se desvanece totalmente.

La presencia del caos en el bucle, como bien hemos visto, es la presencia activa permanente, necesaria, amenazante del Desorden y del Antagonismo. Es el rostro que ha desvelado Heráclito bajo el aparente orden y la aparente armonía de las esferas, al designar la omnipaternidad y omnipresencia de *Polemos* y, después de él, cada uno a su manera, Nicolás de Cusa, Hegel, y actualmente Lupasco, Thom, reconocen, bajo la unidad de los seres y de las formas, la contrariedad y el conflicto.

Este caso está ya transmutado por la génesis, que es la transformación de la turbulencia en torbellino, la transformación de las acciones contrarias en bucle retroactivo, la transformación de lo dispersivo en concéntrico, la transformación de la agitación en motricidad. Y, tras la génesis, el caos es integrado, controlado, inhibido en el bucle. El caos y el bucle están el uno con respecto al otro en una relación recíprocamente sobredeterminante y dominada. A partir de ahora, Polemos ya no está solo, ya no se le puede aislar del otro rostro, matricial en la génesis, matriarcal en el bucle que es reagrupamiento de lo que parecía destinado a la dispersión, ovulación, integración, y que inscribe la lucha de los contrarios en y para la *unión.*

En cierta forma, el caos permanece, pues, presente, transformado y transformador en el bucle. De otra manera la génesis sigue presente en él. *La generatividad es, en efecto, una génesis indefinidamente recomenzada, organizada y regulada.* Sin cesar, el bucle generativo transforma interacciones en retroacciones, turbulencias en rotaciones, y sin cesar produce, en el mismo movimiento, ser, existencia y organización productiva.

Y los procesos de génesis se prosiguen, pero transformados en *poiesis* y producción en y por esas organizaciones-máquina. La génesis se duerme, pierde toda *poiesis* cuando lo generativo se vuelve puramente repetitivo, cuando las regulaciones no son más que control y eliminación de las desviaciones, cuando la producción no es más que fabricadora. Pero lo hemos visto, la génesis puede despertarse, en la mutación genética, como en la transformación social, por desarreglo de la regulación, ruptura del bucle, desorganización, y esta regresión hacia la turbulencia y el caos resucita de paso las virtudes poiéticas que, si no están sumergidas, suscitan una nueva génesis, la cual se convierte en fuente de un nuevo bucle generativo. La creación es siempre una irrupción de la génesis en la generatividad, con ocasión de una ruptura donde de pronto resplandece el rostro volcánico y vulcánico del caos... Los soles sí son profundamente poiéticos porque llevan en su seno, apenas domados, los rugidos del caos y las espontaneidades genésicas. Así, al existir, no sólo envejecen, sino que se transforman, evolucionan...

La gran rueda

Se comprende ahora por qué la forma torbellinaria nos ha hecho señas por todas partes, en los cielos galáxicos, en los remolinos de los aires y de las aguas, en las llamaradas del fuego. Es la forma en y por la cual la turbulencia se transforma en bucle. Lleva en sí la presencia casi indistinta del caos y de la génesis, a la vez que es la Forma primera del ser, de la existencia, de la organización productora. Gira en la agitación de flujos contrarios, a la vez que es ya el retorno *sobre-sí* y el motor-de-sí.

Lo hemos visto: la forma torbellinaria es la arque-forma por la cual un flujo termodinámico se transforma en ser organizador, desde los megatorbellinos proto-galáxicos hasta los microtorbellinos de Bénard que constituyen una forma genésica en estado puro. Si hay una forma que pueda sugerir la concepción moderna del átomo, no es un sistema solar ordenado, sino un torbellinamiento. El torbellino es la forma misma de las génesis estelares. Esta forma genésica sigue siendo la de un gran número de galaxias llamadas espirales. Renace cada vez que un fluido, bajo el efecto de contrariedades, toma forma. El torbellino renace sin cesar en los aires y en las aguas, y todos estos ciclones o remolinos son esbozos, fugaces o furiosos, de génesis...

Incluso cuando la forma torbellinaria propiamente dicha se reabsorbe para dejar sitio a su forma rotativa/recursiva esencial, deja su remanencia, su recuerdo, como en los movimientos espirales alrededor del núcleo solar, después del encendido del astro. Se puede suponer que la vida ha nacido en las turbulencias y en los torbellinamientos de la «sopa prebiótica». Es sorprendente, como a menudo se ha señalado, que los primeros pasos del desarrollo del embrión evoquen la forma de un remolino. Más aún, las analogías de la forma, no fenoménicas, sino organizacionales entre el remolino y el fenómeno vivo, han venido ya al ensueño incluso a la reflexión biológica: «Sherrington compara los organismos a remolinos en una corriente. Podemos elaborar esta analogía y decir que los remolinos son los fenotipos producidos por los genotipos que consisten en piedras o bancos de arena que controlan las formas de los remolinos... Para que esta analogía sea más completa, necesitamos algo así como una piedra duplicable, etc.» (Cauns Smith, 1969, pág. 58).

La forma torbellinaria revela su naturaleza esencial: la rotación recursiva. Y, cualesquiera que sean los seres productores-de-sí, lo que permanece a través de todas las formas, lo que se desarrolla a través de todos los desarrollos, es esta rotación recursiva aquí llamada *bucle,* que comporta apertura/cerramiento, renovación/repetición, irreversibilidad/retorno, motricidad/estacionariedad, generatividad/maquinalidad. Lo que siempre se va a encontrar en

todos los procesos recursivos son los circuitos, los ciclos, las reiteraciones, los recomenzamientos, es decir, la *rueda. En suma, todo lo que es existencia, todo lo que es organización activa hace la rueda.* Los soles hacen la rueda, la vida en sus ciclos múltiples y enredados hace la rueda: bucles homoestáticos, ciclos de reproducción, ciclos ecológicos del día, de la noche, de las estaciones, del oxígeno, del carbono... El hombre cree haber inventado la rueda cuando él ha nacido de todas estas ruedas. Pero su astucia ha inventado la rueda sólida, que no necesita regenerarse permanentemente, y que le ha permitido sojuzgar a las máquinas vivas (animales de tiro) y hacer motores (molinos, turbinas).

Matrices

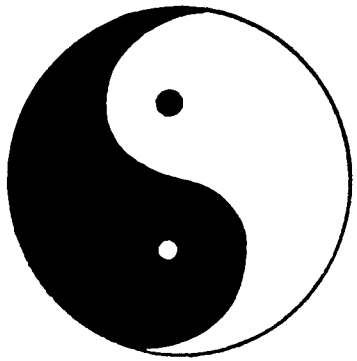
Nuestra ciencia había liquidado toda interrogación sobre las formas matriciales privilegiadas. Necesitamos hoy reflexionar sobre las formas, en el sentido exigido por Spencer Brown (Spencer Brown, 1972), como en el sentido exigido por Thom (Thom, 1972). Quisiéramos hoy una reflexión sobre el torbellino, el círculo, la rueda, el bucle recursivo...

Entretanto, no podemos más que encontrar material para soñar en las grandes cosmogonías arcaicas, como la china, la semítica, la griega...

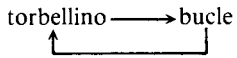
La idea arcaica del Dios-Creador, *Elohim,* no está de ninguna manera expresada en la idea de *Adonai,* el Dios-Señor, ni en la de *Yavé,* el Dios-Legislador. El singular plural de *Elohim* da cuenta de una *unitas multiplex* de genios cuyo conjunto torbellinario constituye un *Generador.* Se pueden concebir estos genios, en términos materialistas bajo la forma de energías motrices, es decir, que tienen forma torbellinaria, o en términos a la vez mágicos y espiritualistas, como *espíritus* cuyo conjunto constituye el Espíritu creador, el Soplo, otra vez, por tanto, el torbellino. Así, la idea de *Elohim* une y traduce en sí de manera indistinta la idea de torbellino genésico, la idea de potencia creadora, la idea de proceso organizador. De la misma manera que el torbellino proto-solar se transforma, una vez se ha realizado la génesis, en orden organizacional de donde emanan las leyes aparentemente universales de la Naturaleza, de la misma manera *Elohim* —el Torbellino termodinámico— (sin dejar de ser subterráneamente *Elohim*) deja lugar al Dios-Ordenador de la Ley, *Yavé. Yavé* no es un dios solar, es un dios cibernético. *Yavé* inscribe la Ley, es decir, instituye un dispositivo informacional para mandar-controlar la máquina antropo-social. Se convierte en el Dios-Programa.

El *Yi King* o libro de las transformaciones de la antigua magia china aporta la imagen más ejemplar de la identidad de lo Genésico

y de lo Genérico. El bucle circular es un círculo cosmogónico simbólicamente torbellinario por la S interior que a la vez separa y une el *ying* y el *yang*.



La figura no se forma a partir del centro, sino de la periferia, y nace del encuentro de movimientos de direcciones opuestas. El *ying* y el *yang* están íntimamente esposados el uno en el otro, pero distintos, son a la vez complementarios, concurrentes, antagonistas. La figura primordial del *Yi King* es, pues, una figura de orden, de armonía pero que lleva en sí la idea torbellinaria y el principio de antagonismo. Es una figura de complejidad.



Se puede pensar también en la serpiente-que-se-muerde-la-cola, símbolo de creación cósmica. Pero allí donde el símbolo degenera es cuando la idea torbellinaria y la idea de antagonismo se pierden y cuando el círculo se convierte en la imagen de la perfección del Uno-uno y del Todo-todo.

El círculo puro y cerrado se convierte en el residuo desechado de la rueda que gira, el espectro descarnado del bucle. La recursión se encuentra desfigurada en círculo vicioso, el del imposible movimiento perpetuo. Se ve cómo la pérdida de una dimensión en un símbolo (aquí la pérdida de la apertura, del desorden), cómo la simplificación de una forma compleja traen la desnaturalización. La forma en que se concibe el círculo rotativo traduce, ya sea la complejidad genésica y genérica de la *physis*, ya sea la trivialidad extrafísica[1].

[1] Se puede pensar también en la sustitución del ángulo recto por la forma redonda, como en las diferentes formas de cruz, entre ellas la cruz gamada nazi. Una figuración tal abandona o ignora la idea de bucle recursivo para privilegiar el centro, puesto de mando, de control, de poder, que irradia a través de los ejes por los cuatro horizontes.

Las cosmogonías laicizadas de los presocráticos han concebido, a través de la temática del fuego, del aire, del agua, la turbulencia torbellinaria como génesis y *poiesis*. Es preciso ante todo comprender que el fuego, el aire, el agua no eran para los filósofos-magos de las islas griegas, elementos simples o principios elementales, como se cree, según la óptica reductora retrospectivamente llevada sobre estos arque-físicos: *eran modalidades dinámicas primeras de existencia y de organización del universo.*

Ahora bien, la química moderna no ha querido ver en el fuego, el agua y el aire más que su composición y estado, no su modalidad de organización. El aire se ha convertido en un fluido gaseoso. El agua se ha convertido en un compuesto líquido y los misterios del estado líquido son remitidos a la mecánica de los fluidos. El fuego, principio grandioso de la cosmología heraclitiana, fuente de las transformaciones herreras y de las metamorfosis alquimistas se ha quedado raquítico: «Los libros de química, en el transcurso del tiempo, han visto hacerse cada vez más cortos los capítulos sobre el fuego» (Bachelard, 1938 *b*). La llama ya no es más que la combustión de un compuesto gaseoso que contiene en suspensión partículas sólidas.

No obstante, al mismo tiempo que esta decadencia química, el fuego y el flujo conocían su primera rehabilitación física; la termodinámica daba vida y unificaba bajo su bandera el abrazo del fuego, el flujo líquido, el soplo eólico. Pero sólo se interesaba por las fuerzas energéticas, no por las formas organizadoras.

Hay que ir más lejos, puesto que el lazo genésico entre termodinámica y organización se ha desvelado al fin, puesto que la generatividad de la regeneración y de la reorganización permanentes se engranan sobre los procesos genésicos, puesto que la dinámica organizadora de los ciclos líquidos y de las combustiones está en nuestros propio seres. *Así, hay que concebir el fuego heraclitiano reanimado por Carnot, el torbellino elohístico revisado por Prigogine, los remolinos prebióticos a la salsa Oparina como modalidades genésicas de existencia y de organización.*

Vivimos bajo y en la termodinámica organizacional de los fuegos y de los remolinos. El ser vivo es una máquina termo-hidráulica en combustión lenta que funciona entre cero y sesenta grados, constituido en un ochenta por ciento por agua circulante y empapante, que se autoconsume y se autoconsuma sin cesar. Es ciertamente una máquina bien temperada, polirregulada, que dispone de un formidable dispositivo informacional. No obstante, esta máquina hiperregulada es atravesada por *Hybris*. La vida, y singularmente la

vida humana, la vida antropo-social, oscila entre la turbulencia y el orden. Olvidamos demasiado a menudo que nuestra sociedad regulada y reguladora ha estado en esta primera mitad de siglo atravesada por los despliegues monstruos de dos guerras mundiales y se sumerge en la actual mitad del siglo en un profundo caos histórico. Olvidamos que el orden impecable de nuestras máquinas artificiales, enteramente racionalizadas, fnalizadas, funciona para *Hybris* y *Thanatos*.

La maquinalidad degradada y generadora de energías

Ahora podemos comprender mejor la naturaleza de nuestras máquinas artificiales.

Estas máquinas son evidentemente degradas y degeneradas en relación a las máquinas naturales. Han perdido la *poiesis*, la generatividad. Les queda lo maquinal pero no lo maquinante. Producen pero no se producen. No podrían existir ni funcionar con desorden interior. Lo que han perdido en creación, lo han ganado en orden, repetición, precisión en la fabricación, es decir, la multiplicación de objetos estándar.

Esto significa que, para estas máquinas, el orden prima inexorablemente sobre la complejidad organizacional.

Sin embargo, en lo que concierne a los motores, la humanidad ha sabido dominar y reinventar el torbellino. El genio creador de *homo-faber* se ha volcado sobre la explotación ya sea de la generatricidad motriz de la *vida* (sometiendo a los seres vivos), sea de la generatricidad motriz de la *physis*. La humanidad moderna es capaz de resucitar el caos creador de las fuerzas genésicas, pero para convertirlas en generadoras de energías productoras o destructoras. La máquina de fuego de Carnot abre la era de un formidable sojuzgamiento del caos, de la turbulencia, de la energía de desintegración.

Es cierto que, en cierto sentido, el desarrollo de los artefactos, máquinas y motores contribuye al desarrollo de la complejidad antropo-social. Pero no es menos cierto que va también en el sentido del desarrollo del orden inexorable y de la potencia bárbara. Porque el sojuzgamiento del caos es realizado por fuerzas trabajadas por el caos. El sojuzgamiento de la turbulencia es efectuado por fuerzas turbulentas. El sojuzgamiento del sojuzgamiento es obra de fuerzas sojuzgadas. Los controladores del sojuzgamiento están incontrolados...

Y en adelante las fuerzas aparentemente contradictorias de orden inexorable y de desplegamiento *hybrico* están atadas y, en el mismo nudo, se hallan mezcladas las fuerzas de emancipación y de desarrollo. Y todo esto forma ahora torbellino... Y estamos en el ojo del ciclón... Estamos en la vacilación, la confusión, la lucha mortal, entre la turbulencia desintegrativa y la nueva génesis del ser antropo-social.

Es extraordinario, pero sin duda esclarecedor, volver a encontrar en su fundamentalidad misma y en su virulencia extrema, estos problemas físicos, clave del caos, la génesis, la generatividad, anudados en el nudo gordiano que hoy por hoy ata a nuestro tiempo, nuestra sociedad, nuestra humanidad, nuestras vidas.

7. El entre-paréntesis

El lector habrá observado, sin duda, que he permanecido mudo, en estos dos últimos capítulos, sobre el átomo, organización activa donde las haya, forma matricial cuya génesis, que comienza antes que la de las estrellas (formación de los núcleos ligeros), contribuye a la de las estrellas y se prosigue en el seno de las estrellas.

El átomo es una organización íntegramente activa, no existe más que por las interacciones, y por la retroacción del todo en tanto que todo sobre las partes. La actividad permanente de sus constituyentes produce y mantiene su estado estacionario. Todo ocurre como si el átomo se produjese a sí mismo sin interrupción, así pues, como si estuviese dotado de una generatividad propia. De hecho, el átomo parece un ser todavía genésico. Su forma no evoca un sistema solar ordenado, sino una agitación cuasi torbellinaria, que comporta una parte importante de indeterminación para el observador, es decir, de desorden. Efectivamente, parece a cada instante salir del caos particular, donde todas nuestras nociones de identidad, de forma, de materia, desfallecen y, efectivamente, en su producción-de-sí permanente, es productor de la primera consistencia de ser que toma forma microfísicamente. El ser de la *physis* es, en primer lugar, el átomo.

El gran problema que el átomo nos plantea, con relación al esbozo teórico del ser-máquina que yo he intentado, es el de la apertura. El átomo no es ecodependiente y a este título se podría comparar al sol, cuyo *input* es interior. Pero el sol consume y degrada su energía en su propio proceso maquinal, mientras que el átomo parece energéticamente autónomo. Por supuesto que está abierto en el sentido en el que está en interacciones múltiples con el entorno, y está incluso muy abierto a los intercambios exteriores: reacciona por emisiones a las radiaciones, su cinturón electrónico es muy transaccional y las moléculas son átomos asociados por electrones que les pertenecen conjuntamente.

Cuanto más diversificados están el núcleo y su cinturón electrónico, más abierto está el átomo a los intercambios, transacciones,

combinaciones. Pero estos intercambios exteriores modifican al átomo. El átomo no necesita de tales intercambios para existir. Por el contrario, efectúa intensos y múltiples intercambios interiores: los enlaces entre nucleones (protones y neutrones) parecen reposar sobre intercambios entre núcleos vecinos, de una o varias partículas efímeras, los peones, y de partículas aún más efímeras llamadas resonancias mesónicas. Todo ocurre incluso como si, en ciertos casos, las partículas interactuaran entre sí y, a partir de este momento, el átomo se nos muestra como una endo-máquina, una máquina introactiva que practica intercambios internos permanentemente, e intercambios externos en ocasiones. ¿Se trata de un bucle cerrado solamente? Aquí la incongruencia de todos nuestros conceptos concernientes al nivel microfísico de la realidad nos pide no cerrar nuestra lógica sobre esta paradoja de cerramiento puro. ¿Puede que los átomos, si bien no están «abiertos» a un entorno, estén abiertos «por debajo» a lo inconcebido y lo desconocido de la *physis?*

En todo caso es remarcable que un gran conjunto de átomos que forman un todo retroactivo a partir de sus interacciones mutuas pueda constituir una máquina abierta a un entorno: el organismo vivo.

Éste puede ser considerado como una máquina poliatómica con circuitos electrónicos, cuyo estado estacionario, las transformaciones, los intercambios metabólicos utilizan y se fundan en las propiedades de estacionariedad, de transformaciones y de intercambios del átomo individual. Hay que decir más: la organización viva sojuzga al átomo y, maquinizándolo a su servicio, lo abre al intercambio exterior de manera sistemática. El organismo vivo aparece, pues, como una macro-máquina que maquinaliza al átomo regulando y productivizando sus transformaciones. Pero el organismo vivo no es una macromáquina electrónica abierta más que porque el átomo era ya una micromáquina electrónica abrible.

Así el átomo, aun confirmando la importancia crucial genésica y ontológica de la organización activa en el universo, aun teniendo los rasgos esenciales del ser-máquina y de la generatividad, nos plantea un problema de apertura actualmente enigmático e insoluble. Nos muestra de todos modos que los micro-seres primordiales son máquinas de un tipo admirablemente dotado de autonomía, endo-máquinas... ¿Y si la endo-máquina es la primera que ha aparecido en nuestro cosmos, puede que sea la proto-máquina?

8. Conclusión: la máquina de un ser y el ser de una máquina

Hemos partido de la idea de organización activa. Hemos visto que en la naturaleza la actividad es un fenómeno organizacional total. Todo es activo en un sistema activo, y esto tanto más cuanto que debe mantener y entretener estados estacionarios. El activismo es generalizado: flujo, desequilibrio, inestabilidad, *turnover,* reorganización, regeneración, desorden, antagonismos, desorganizaciones, buclaje, variaciones, fluctuaciones. Todo son interacciones, transacciones, retroacciones, organización.

Ahora bien, esta actividad va mucho más lejos que la idea de actividad. Comporta una diversidad de aspectos y de consecuencias, cuya lista se puede establecer ahora.

ORGANIZACION ACTIVA	
estado estacionario	reorganización permanente
meta-desequilibrio	intercambios materiales/energéticos con el exterior.
meta-estabilidad	apertura/re-cerramiento existencial
turnover de los componentes	interacciones con el entorno
transformaciones ininterrumpidas	ser existencia
producción	sí (en cuanto a sí)
praxis	vínculos con otros sistemas
bucle (retroacción, recursión y regulación)	nacimiento, evolución, fin en un:
ciclos y fluctuaciones	tiempo irreversible, cíclico, circular, evenencial
entropía estacionaria, neguentropía	

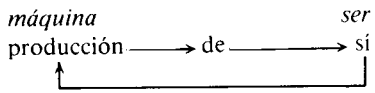
Todos estos rasgos que definen conjuntamente una organización activa deben constelarse, ordenarse y organizarse según una descripción dos veces doble, la cual evidentemente concierne a una realidad que es siempre la misma.

La primera doble descripción se efectúa distinguiendo y uniendo la descripción fenoménica y la descripción generativa. La descripción fenoménica hace aparecer el rico concepto de máquina constituido por la constelación interdependiente de las ideas de praxis/trabajo/transformación/producción. Digo rico concepto, porque la no-

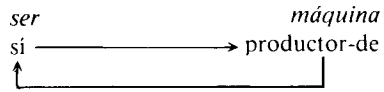
ción de producción no está limitada por la idea de fabricación, sino que puede significar también *poiesis* y creación. La descripción generativa necesita también de las ideas de trabajo, praxis, transformación, producción, pero a este nivel se trata del trabajo *sobre sí,* de la producción *de sí,* de la reorganización *de sí.* Aquí toma un lugar central no ya la noción propiamente dicha de máquina, sino la de bucle recursivo, que comporta apertura/cerramiento. En este nivel aparecen las ideas clave de producción no solamente de ser y de existencia, sino de *su* ser y de *su* existencia.

La segunda doble descripción distingue y une los términos de máquina por una parte, de ser, de existencia de sí por la otra.

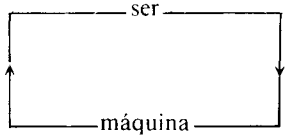
La unión radica en la idea de producción (concepto-máquina)-de-sí (concepto ontológico/existencial). El término de producción-de-sí designa la recursión central en que cada término genera al otro.



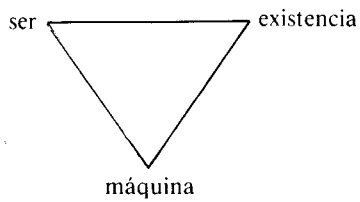
Es lo mismo que:



La relación ser-máquina es una relación de dependencia mutua, sin que haya un término primero con relación al otro:



O hay que decir más bien:



El ser y la existencia son «emergencias» de la producción-de-sí, pero estas emergencias constituyen, por ello mismo, los caracteres globales fundamentales, y recursivamente vuelven a ser primeras.

Dicho todavía de otro modo: *la idea de máquina es el aspecto organizacional que concierne a los seres existenciales animados de un en-cuanto-a-sí.*

No hay por una parte seres existenciales, y por otra parte máquinas, hay seres existenciales porque máquinas, y máquinas porque seres existenciales.

Ahora bien, esta observación evidente toma absolutamente del revés la metafísica y la física occidentales. Nuestra metafísica dominante[1] sólo reconocía al hombre la cualidad existencial y se preguntaba por el ser en las esencias, las sustancias, la idea de Dios. La física, no solamente clásica, sino incluso la moderna, y no sólo la física, sino también la teoría de sistemas y la cibernética rechazan el ser existencial como desecho y residuo de la filtración que ellas operan en la realidad. Y la filtración, que es evidentemente *clarificación,* es decir, descomposición de la complejidad, no conserva más que la parte racionalizable, idealizable de lo real; el ser y la existencia son vaciados; y el *sí* es totalmente desconocido y despreciado.

Aquí vemos que unir en la base la idea de sí, de ser, de existencia, de máquina constituye una reforma conceptual radical. Y tenemos la prueba *a contrario* de ello con la máquina artificial: ésta no es plenamente máquina (efectivamente, es un fragmento de la megamáquina que la genera); parcialmente acabada, no generativa, tiene muy poca existencia, poco ser, casi no tiene sí... Al mismo tiempo comprendemos al fin el vicio metodológico de base de la cibernética que, al remitir el concepto de máquina al artefacto, dejó escapar la generatividad y la complejidad del ser-máquina, y no pudo, pues, más que ocultar la existencia y el sí.

[1] Ya que también ha existido siempre la otra corriente: naturalista, panteísta, romántica.

CAPÍTULO III

De la cibernética a la organización comunicacional

(cobernética)

1. MANDATO Y COMUNICACIÓN

La cibernética aparece a mediados de este siglo a la vez para designar un nuevo tipo de máquinas artificiales y formular la teoría que corresponde a la organización, de naturaleza comunicacional, propia de estas máquinas.

La comunicación

La primera originalidad de la cibernética ha sido el concebir la comunicación en términos organizacionales. Consideraré más adelante lo que una innovación tal aporta a la teoría de la comunicación propiamente shannoniana. Aquí quiero hacer notar la innovación operada en el plano de la organización. La comunicación constituye un vínculo organizacional que se efectúa por la transmisión y el intercambio de señales. Así, los procesos reguladores, productores, realizadores pueden ser desencadenados, controlados, verificados por emisiones/recepciones, intercambios de señales o informaciones.

La comunicación es económica en energía y pródiga en competencias, al asegurar las interrelaciones, las interacciones, las retroacciones por transmisión de señales y signos, no usa más que energías muy débiles, desarrollando la variedad y la precisión de las señales, multiplicando su intervención *ad hoc,* permite la constitución de una organización extremadamente flexible, adaptable, realizante, oportunista. La comunicación, por consiguiente, no sólo extiende el campo de existencias y de competencias de la organización, permite desarrollos múltiples.

La segunda originalidad de la cibernética es la de unir comunicación y mandato informacional. La palabra cibernética, cuyo origen remite a la idea de norma, gobernalla, gobierno, es en su comienzo la teoría del mando (pilotaje y control) de los sistemas cuya organización comporta comunicación. En esta perspectiva, la información comunicada se convierte en *programa:* constituye «instrucciones» u «órdenes» que ponen en funcionamiento, inhiben, coordinan las operaciones. Desde el principio (acoplamiento de un ordenador y de un radar para mandar el trayecto de un artefacto antiaéreo), el problema se plantea en términos intramaquinales. Un mandato *automático* se determina en los ordenadores, máquinas específicas que tratan la información. Esta nueva clase de máquinas almacena o «memoriza» información, realiza cálculos y operaciones lógicas y —sin temor de espanglizar, ya que la palabra proviene del latín— designaré con el término *computación* a aquellas operaciones que superan el cálculo propiamente dicho. El ordenador se desarrolla haciéndose capaz de elaborar estrategias adaptadas a circunstancias variables, de controlar la aplicación de los programas, de tomar decisiones en función de situaciones problemáticas, de percibir *(pattern recognition),* de aprender *(learning).* Mientras que los motores se han desarrollado al desarrollar potencia energética, los ordenadores se desarrollan al desarrollar capacidad de organización. Los ordenadores tienen además aptitudes muy grandes para organizar operaciones y resultados precisos, sutiles y complicados en condiciones y circunstancias cambiantes, para controlar y mandar, no solamente producciones materiales, sino también comportamientos.

Así pues, los ordenadores accionan máquinas a partir de sus competencias informacionales; la integración de un ordenador a una máquina con motor constituye un autómata, un ser-máquina-automovido y aparentemente auto-mandado, gobernado, controlado.

Se puede captar aquí lá revolución que separa este autómata cibernético del autómata vaucansoniano. El antiguo autómata estaba animado por un aparato de relojería; el nuevo está animado por un aparato informacional; el primero se regulaba de una vez por todas; el segundo se regula por sus operaciones en función de las circunstancias.

Es este modelo de máquina cibernética acabada o *automaton* el que ha sido aplicado con el éxito que se sabe al ser vivo. Éste fue considerado como una máquina mandada, controlada, gobernada por su «programa» inscrito en el ADN. El dispositivo de los genes en el núcleo de las células, el aparato neuro-cerebral de los organismos evolucionados podían ser considerados como ordenadores que computan la información. En lo sucesivo, los artefactos cibernéticos y

los seres vivos podían ser homologados en la misma clase superior de máquinas. La biología molecular había encontrado en la cibernética la estructura donde integrar sus operaciones bioquímicas; la cibernética había encontrado en la biología molecular la prueba viviente de su validez organizacional. La euforia de estas nupcias entre cibernética y biología molecular sofocó algunos problemas fundamentales que se planteaban: *a*) en el propio concepto de cibernética, *b*) en su aplicación al fenómeno vivo.

El nudo gordiano

El primer problema se plantea en el corazón del concepto cibernético. Éste ha anudado en una sola la idea de una organización fundada en la comunicación y la idea de una organización fundada en el mandato. Esta unión parece evidente si consideramos todas nuestras máquinas artificiales, pero al principio estaba lejos de ser evidente y despertaba, mucho tiempo después de su formulación, la sorpresa retrospectiva de su fundador: «¿He puesto la comunicación y el mandato juntos, *¿por qué?*».

A decir verdad, Wiener no solamente puso juntos el mandato y la comunicación, cosa que se impone a toda teoría de la organización comunicacional: subordinó la comunicación al mandato, de ahí el término de cibernética que define la nueva ciencia. De hecho, *la cibernética no se convertía en la ciencia de la organización comunicacional, sino en la ciencia del mandato por la comunicación.*

La legítima sorpresa de Wiener acerca de la unión mandato/comunicación planteaba el problema de la organización en y por la comunicación. Su ausencia de asombro ante la dominación del mandato muestra que la evidencia de una organización regida de una manera normativa e imperativa por una entidad superior se le impuso. Así, el principio del espíritu que rige la Materia, del Hombre que rige la Naturaleza, de la Ley que rige al Ciudadano, del Estado que rige la Sociedad, llegó a ser el de la Información reinando sobre la Organización.

Y del mismo modo que en la mitología del poder social siempre es Dios el que habla en boca del Monarca, el Interés General lo que inspira al Soberano, la Verdad histórica lo que guía al Partido, del mismo modo la Información se convirtió en la entidad soberana, universal, verídica, cuya autenticidad está garantizada por el ordenador, su fiel servidor.

La teoría cibernética oculta el problema del poder escondido bajo el mandato:

a) en el ser-máquina propiamente dicho: el poder del aparato formado por el ordenador y sus dispositivos de acción, aparato que

no sólo trata la información, sino que transforma la información en coerción (programa);

b) en la matriz antropo-social del artefacto cibernético: el poder que maquina a la máquina, ordena al ordenador, programa al programa, manda el mandato.

Consideremos ante todo el primer nivel, el del ordenador y sus dispositivos. Aquí el término francés de ordenador —que expresa tanto la emisión de órdenes como la puesta en orden— completa el término anglosajón de *computer* que expresa el tratamiento de la información. Se trata de un *aparato de mando.*

2. La noción de aparato. Sojuzgamiento y emancipación

El autómata artificial hace surgir indirectamente, de manera ciertamente deformada e insuficiente, aunque concebible en términos de ser y organización, el problema de lo que voy a llamar el Aparato. Defino el término de Aparato como la disposición original que, en una organización comunicacional, une el tratamiento de la información a las acciones y operaciones. En virtud de esto, *el aparato dispone del poder de transformar la información en programa, es decir, en constreñimiento organizacional.*

El aparato es, pues, computante (que trata la información) y ordenante (que da órdenes, que organiza el orden). El aparato *capitaliza* (y la irrupción de este término aquí, es, iba a decir capital, quiero decir de primera importancia, ya que capitalizar es capitalizar signos), *monopoliza* si es único y *programatiza* la información. Al concentrar en él competencias organizacionales mayores, asegura el papel clave de organizador de la praxis. Cuanto más desarrollado sea, tanto más capaz será de asegurar funciones que hasta ahora parecían privilegio de un cerebro: percibir *(pattern recognition),* aprender *(learning),* resolver problemas *(solving problems),* cuanto más multiplique las competencias, los controles, los mandatos, etc., tanto más desarrollará una praxis, no sólo interna, sino también externa en el entorno.

Como se presiente, puesto que acabo de evocar el aparato neurocerebral, la problemática verdaderamente rica y ambigua del aparato sólo se despliega en el nivel de los seres vivos, y sobre todo de los seres antropo-sociales. Pero el artefacto nos permite ya extraer las dos ideas unidas de manera compleja (complementaria, concurrente, antagonista) a la noción de aparato organizador: la idea de emancipación y la idea de sojuzgamiento.

La idea de aparato, en el sentido que he indicado, significa inmediatamente emancipación del ser en su conjunto con respecto a *alea* y constreñimientos exteriores: en adelante el aparato puede «pensar»

la situación; puede encontrar soluciones, puede elaborar estrategias adaptadas a las circunstancias, puede concebir posibilidades de elección y tomar decisiones en función de alternativas, puede en fin, desencadenar la acción y la reacción. El aparato abre, pues, la primera puerta de la libertad que es: elegir (siendo la segunda: elegir sus elecciones).

El sojuzgamiento artificial

Pero lo que lleva la emancipación, lleva también el sojuzgamiento. Para captar la idea de sojuzgamiento, hay que partir de la idea de servomecanismo. El servomecanismo es un dispositivo que corrige la corrección y re-regula la regulación en función de las perturbaciones que obligan a modificar la acción (es decir, modificación de la situación, variaciones que afectan a la meta fijada, etc.). Así, al mismo tiempo que permite a la máquina ajustar eficazmente su acción, al mismo tiempo que la emancipa de los constreñimientos, el servomecánismo la sojuzga enteramente a la ejecución de la acción, lo que quiere decir, al mando del aparato... No puede haber ninguna autonomía de los elementos constitutivos. De ahí la idea vigorosamente despejada por Albert Ducrocq: «Sojuzgar un sistema, es mandarlo sin sufrir su reacción» (Ducrocq, 1963, pág. 110). Fórmula que hay que comprender bien: no se trata de anular su reacción, sino que por el contrario se trata de utilizarla e integrarla para corregir. Pero la reacción no debe modificar la ejecución del orden dado, ni volver a poner en cuestión la competencia del sojuzgador y la organización del sistema. Las comunicaciones funcionan entre lo sojuzgado y el sojuzgador, pero el sojuzgador impone sus fines en y por esta comunicación.

El sojuzgamiento en la máquina artificial parece efectuarse simplemente en dos grados:

1. El aparato (el ordenador y su dispositivo de acción) sojuzga al sistema productor o máquina que él manda; a cambio, recibe todas las informaciones de las partes sin sufrir la menor reacción antagonista. Manipula pero no es manipulado.
2. El comportamiento de una máquina sojuzgada sojuzga su zona de acción, esta máquina impone su dominación (ordenadora y/o destructora) a lo que, en su entorno, era bien sea amorfo, bien sea aleatorio, bien sea obediente a otro orden organizacional. Aquí ya se ve que hay un vínculo entre los dos sojuzgamientos: el dominio total por el aparato de la organización maquinal, de la que dispone le permite a ésta sojuzgar el entorno. (En este sentido, la organización sojuzgada es la que sojuzga. Esto se ve bien a nivel de la historia humana).

No olvidemos ahora otros dos grados de sojuzgamiento:

3. El aparato del artefacto está él mismo completamente sojuzgado a los y por los seres antropo-sociales que lo han concebido, le han proveído de programa y fines, lo controlan y lo mandan.
4. El sojuzgamiento que efectúa el artefacto sobre el entorno (medio social y ecosistema natural) retroactúa sobre los productos humanos de este artefacto, tal retroacción es a primera vista emancipadora: las enormes energías cibernéticamente controladas que se consagran a las actividades productivas liberan al trabajador humano de la parte más pesada y fastidiosa de su trabajo, de ahí el «progreso social», la «dignidad humana», y por una serie de consecuencias bien conocidas, la «elevación del nivel de vida». Pero este punto de vista no podría ocultar los constreñimientos sojuzgantes que impone la «civilización maquinista» a la vida cotidiana y las degradaciones de calidad de la vida hoy denunciadas. De ahí el tema, en absoluto ilusorio, de «el hombre sojuzgado por la máquina», a condición de situarlo en la complejidad y ambigüedad potenciales de la emancipación/sojuzgamiento y en una dialéctica que puede conjugar la emancipación energética y el sojuzgamiento informacional.

Vemos que el problema del aparato comienza a emerger en su complejidad. El aparato es a la vez lo que está al servicio de un todo organizado, es decir, al servicio de su funcionamiento, de su praxis, de su protección, de su existencia, y es lo que rige este todo organizado. El aparato es a la vez el cerebro-mecanismo *(solving problem)*, de ahí la emancipación, e impone el servomecanismo, de ahí el sojuzgamiento.

Si se considera aisladamente la máquina artefacto, el aparato no es más que un ordenador que trata la información dotado de un dispositivo de acción y el sojuzgamiento sólo parece tener un sentido técnico. Pero cuando se considera la máquina artefacto en el conjunto antropo-social del que forma parte, el aparato se convierte en un instrumento de mando, término que traduce su carácter dependiente (con respecto al hombre) e imperativo (con respecto a la máquina), de ahí la necesidad de preguntarse por el mandato *también* en su dimensión antropo-social.

En fin, si es verdad que toda organización comunicacional supone un aparato en el sentido aquí definido, entonces el problema de la relación entre computación y acción, entre emancipación y sojuzgamiento, se plantea en términos fundamentales de organización y de existencia para los seres vivos, y dramáticamente para las sociedades humanas.

Servo-mecanismos y cerebro-mecanismos

Para despejar bien la noción física y organizacionista de aparato, me veo obligado, una vez más, a una incursión, inevitablemente esquemática y decepcionante (tanto para mí, como para el lector), por los campos que serán tratados como tales en el segundo tomo de este trabajo: la organización viva y la organización social. Y una vez más, lo que es para mí la apertura de una necesaria comunicación conceptual parecerá confusionismo. (Pero, ¿por qué irritarme por adelantado por las irritaciones que voy a suscitar? Continuemos).

Se puede considerar que la forma fundamental de toda vida, la célula, dispone en su núcleo de una especie de proto-aparato que reúne la memoria principal, constituye un centro de comunicaciones, y en cierto sentido emite las instrucciones (el esquema ADN-ARN-Proteínas es un esquema de sojuzgamiento). Sin embargo, a diferencia de los aparatos/ordenadores de las máquinas artificiales, hay una relación íntima, totalmente simbiótica y totalmente recursiva entre lo nuclear y lo metabólico, entre los genes y los demás constituyentes de la célula, cuya actividad es necesaria no solamente para la reproducción, sino para la existencia de los genes. Por consiguiente, la relación entre el proto-aparato nuclear y la célula, de la que él forma parte, es una relación sojuzgante-sojuzgado, compleja en el seno de una unidad profunda constituida por la pertenencia mutua al buble recursivo que produce el ser del que constituyen cada uno uno de los aspectos.

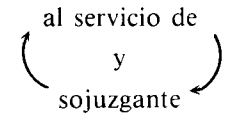
Es sobre todo en la relación cerebro-organismo donde la relación cibernética ordenador/máquina parece imponerse naturalmente. Habiendo sido asimilado el ordenador a un cerebro, el cerebro ha podido ser asimilado a un ordenador, y se podría pensar que los organismos multicelulares disponen todos necesariamente de un aparato central o cerebro. Ahora bien, los vegetales no tienen cerebro, al igual que un gran número de especies animales. Todo ocurre como si la computación del ser vegetal resultara de las intercomunicaciones entre células, es decir entre proto-aparatos nucleares; en otros términos, los vegetales disponen de un conjunto policéntrico y reticular de aparatos, y no de un aparato central. De una manera más general, tenemos que darnos cuenta de que la organización viva ha explorado múltiple y diversamente la vía acéntrica y policéntrica, que no comporta aparato nervioso central. Así, los equinodermos, erizos, estrellas de mar, tienen retículos nerviosos, los insectos tienen un sistema ganglionar policéntrico. Es

en los peces y, tras ellos, en los reptiles, pájaros, y en mamíferos en los que se desarrolla un aparato nervioso central y el aparato por excelencia, el cerebro. Pero aquí también, cuanto más se desarrolla el cerebro, en los mamíferos, primates, homínidos, tanto más se vuelve policéntrico, cuanto más complementarias y antagonistas son a la vez las relaciones entre las partes, tanto más funciona con «ruido», es decir, con desorden, a diferencia de todos los ordenadores artificiales (Morin, 1973).

Añadamos que es una pura ilusión considerar el aparato neurocerebral como el solo aparato informacional de los vertebrados. Por una parte estos vertebrados disponen de un aparato reproductor sexuado. Por otra parte, las células que constituyen el organismo disponen de una amplia autonomía, y una gran parte de la vida de este organismo está constituida por las interacciones entre sus proto-aparatos. El aparato neurocerebral es un epi-aparato con relación al aparato reproductor, uno y otro están en relación de autonomía relativa y mutua dependencia, se inscriben en una relación recursiva global. Del mismo modo, entre el aparato neurocerebral y la red relacional de proto-aparatos celulares, hay una relativa autonomía (lo que significa al mismo tiempo que el mandato del «cerebro» sobre las células es parcial y relativamente imperativo), dependencia mutua, y uno y otro se inscriben en la relación recursiva global del todo. Así la concepción de un organismo mandado por un aparato central soberano, a la manera del ordenador que manda la máquina artificial, debe ser superada por una concepción mucho más rica y compleja, a la vez *bipolarizada* (aparato neuro-cerebral/aparato reproductor), *desmultiplicada* (en las conexiones entre los billones de protoaparatos celulares), *recursiva* y, en fin, *integrada en una totalidad* activa que es el *individuo*.

En efecto, el cerebro depende del organismo, tanto como el organismo depende de él, y está en una relación sojuzgante/sojuzgado respecto del organismo que lo irriga y lo nutre. El aparato cerebral pertenece al todo y *con respecto al todo el cerebro es indistinto, no del organismo mismo, sino del individuo que es el «todo» de la relación cerebro/organismo.*

Así, la relación recursiva aparato cerebral/organismo no es sólo sojuzgada/sojuzgante, es:



y el bucle constituye un todo emergente como ser individual superando e integrando estos caracteres en su unidad de todo. Así, el cerebro/mecanismo no sólo es el más complejo de los servo-

mecanismos, como dice Victorri, se inscribe en la unidad compleja de una existencia individual.

La ambigüedad. El aparato, la parte, el todo

El aparato es un concepto maestro. Ausente de nuestras teorías cibernéticas, biológicas y, trágicamente hoy, sociales y políticas, su ausencia vuelve estas teorías ciegas o siervas. Estoy persuadido de que toda teoría de la organización comunicacional (que engloba por tanto la organización de la vida y la organización antropo-social) debe reconstruirse desarrollando en ella una teoría de los Aparatos. Una teoría tal debe concebir desde el comienzo la diferencia radical que separa el aparato ordenador del artefacto y los aparatos genéticos y neurocerebrales de los seres vivos. No sólo porque estos últimos son, con mucho, más complejos en su organización y su relación con el ser-máquina, sino también porque forman parte de un todo *uno,* mientras que el aparato del autómata artificial es el instrumento de mando de la sociedad que manipula las máquinas. Ahora bien, vamos a entrever aquí un tercer tipo de problemática, donde la relación parte/todo está rota, alienada por la hipertrofia del aparato: la que se plantea en nuestras sociedades históricas. Para concebir este tipo de problemática, tenemos que recurrir a la relación sistémica parte/todo; o más bien tenemos que considerar la problemática compleja de la relación parte/todo tal como es transformada y agravada por los problemas fundamentales que plantea la existencia de un aparato para todas las organizaciones comunicacionales.

Como ya indiqué (final del ap. 3 del cap. II, parte II), la relación todo/parte es ambigua y puede tomar formas muy diversas, puesto que en principio hay conjuntamente en el todo una tendencia a explorar las partes y una tendencia a servirlas, protegerlas, desarrollarlas incluso. El aparato aporta una ambigüedad nueva, sigue siendo una parte del todo, pero que desarrolla su complejidad, sus competencias, sus poderes —y por ello mismo sus libertades— que serán tanto más grandes con respecto a las demás partes, cuanto que éstas de manera complementaria se vean constreñidas a especializarse y a subordinarse, es decir, a restringir su competencia y su autonomía. El aparato es, pues, una parte que puede aparecer, simultánea o alternativamente:

— como servidor del todo con relación a los peligros que lo amenazan,

— como el ejecutor del todo con respecto a las partes,

— como la parte que controla al todo, y a la vez tiende a parasitar, explotar, sojuzgar tanto a las partes como al todo.

La historia humana despliega sus potencialidades de maneras complementarias, concurrentes o antagonistas, en y por la acción del aparato antropo-social de doble rostro, el del Estado sobrehumano (aunque esté constituido por las interacciones entre seres humanos, es decir, aparatos neurocerebrales) y el del Príncipe, de múltiples rostros también (soberano absoluto, deificado, sacralizado, presidente laicizado, clan, casta dominante...). El complejo Estado-Príncipe, potencial o realmente, alternativa o simultáneamente, es el piloto que toma decisiones, el organizador de las estrategias y de la praxis del Todo social, el defensor del Todo contra los peligros exteriores e interiores, el sojuzgador de las partes por el Todo, el sojuzgador del Todo para sus fines particulares, el explotador de las demás partes y del Todo.

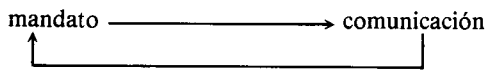
Tal ambigüedad debe ser considerada también desde el punto de vista evolutivo. La constitución de una parte como aparato central es, al mismo tiempo, la emancipación de esta parte que puede desarrollar potencialidades creadoras y organizadoras superiores, particularmente en la elaboración de estrategias, y correlativamente la aptitud para utilizar el desorden y el *alea.* Este desarrollo permite al aparato aportar el beneficio de sus competencias al todo que, en tanto que todo, llega a estar dotado de las cualidades del aparato. Estos beneficios pueden retroactuar sobre las partes, que pueden desarrollar cualidades emergentes a partir de entonces. Pero inversamente, cuando el desarrollo de las competencias generales del aparato se efectúa al precio de una especialización irremediable y de la subordinación estrecha de las partes, entonces se da no solamente una agravación del sojuzgamiento, sino también dualidad, y escisión profunda en la unidad del todo. Estos problemas, abstractos y formales en sí mismos, llegan a ser existenciales y virulentos para nosotros, porque son nuestros problemas antropo-sociales clave (que abordaré en el tomo II).

El sojuzgamiento de la naturaleza y la «producción del hombre por el hombre»

Los eco-sojuzgamientos

Consideremos ahora el problema del sojuzgamiento del entorno. Todo ser vivo tiende a sojuzgar la zona en la que se nutre; en el reino vegetal hay plantas que controlan su espacio nutritivo segregando una sustancia que inhibe el crecimiento de otras plantas en su vecindad; evidentemente es sobre todo en el reino animal donde se despliega el sojuzgamiento y precisamente en las especies que han desarrollado correlativamente un aparato nervioso central, una rica estrategia de comportamientos hábiles, precisos, rápidos, inteligen-

tes. Hay sojuzgamientos en los ecosistemas, pero los ecosistemas no son sojuzgantes en sí mismos: no tienen aparato central, se organizan a través de las inter-retroacciones de los seres vivos que los constituyen: entre estos vivos, hay a la vez parasitismos en cadena, interdependencias, sojuzgamientos mutuos y todo esto con cooperaciones, luchas, competiciones, sumisiones. Así la relación mandato/comunicación



es siempre compleja, presentando caracteres complementarios, concurrentes, antagonistas, inciertos, rotativos, aleatorios...

El sojuzgamiento de la motricidad física

La historia de la humanidad inaugura un nuevo tipo de sojuzgamiento en y sobre la naturaleza.

Todo comienza por un amansamiento, una domesticación y un primer sojuzgamiento: el homínido aprende a mantener, es decir regular el fuego, después a hacerlo nacer. El fuego sirve para proteger, alumbrar, asar, cocer, después para fraguar: está sojuzgado. Pero el gran sojuzgamiento no se producirá hasta más tarde cuando el fuego sea aprisionado, encorsetado, explotado como motor de la era industrial.

Entre los sojuzgamientos primeros del fuego y su esclavización generalizada en los pañoles de la máquina antropo-social del siglo XIX, está la producción y sojuzgamiento de los remolinos y torbellinos (molinos de agua y de viento) a las finalidades antropo-sociales. Estos motores salvajes estarían en lo sucesivo encajados, canalizados, desencadenados e inhibidos por el hombre. Después, como acabo de decir, el motor de fuego. Después, la máquina antropo-social crea motores a partir de energías cada vez más turbulentas, sojuzga la explosión, en una llamarada de comienzo y fin del mundo, libera la energía del átomo, después comienza a sojuzgarla en el motor nuclear. Así, al término de una génesis invertida, el hombre rompe el núcleo del átomo, es decir, de la primera realidad física organizada, del primer ser físico, y resucita la fusión termonuclear que hace nacer y mantiene los soles. Así la historia de la producción del hombre por el hombre es inseparable de una recreación y redescubrimiento de las potencialidades genésicas de la *physis* por y para su sojuzgamiento.

El sojuzgamiento de lo vegetal y el sometimiento de lo animal

La transformación de los flujos y turbulencias naturales en motricidad sojuzgada no es más que un aspecto del sojuzgamiento de la naturaleza. Más allá del parasitismo (sojuzgamiento parcial y localizado) y de la simbiosis (sojuzgamiento mutuo que se convierte en cooperación y coorganización) comienza un sojuzgamiento multidimensional del universo vivo que va desde la explotación pura y simple de las energías corporales hasta el *sometimiento*. El sojuzgamiento de la vida se efectúa principalmente por el sojuzgamiento no sólo de los procesos de reproducción, sino también de los aparatos de reproducción (manipulación y selección de simientes, selección y castración en la crianza de animales). Dicho de otro modo, el fundamento de toda vida, la reproducción, está a la vez controlada, transformada, manipulada desde el exterior, totalmente sojuzgada a los fines humanos en todas las especies domésticas.

El sometimiento, es el sojuzgamiento del ser-animal por control/mando de su *autos,* es decir de su autonomía cerebral. A partir de ahí, el aparato neurocerebral humano sojuzga a otros aparatos neurocerebrales, que conservan su competencia y su autonomía organizacional, pero todas las actividades de éstos estarán en adelante sojuzgadas a las finalidades de su sojuzgador. Aquí el término filosóficamente vago de alienación toma un sentido concreto: el *autos* del sometido se encuentra alienado en el *autos* del amo. Esta relación amo/sometido es mucho más fundamental, compleja y dramática que la relación amo/esclavo de Hegel. El *autos* sigue estando dotado de subjetividad, pero ésta se convierte en satélite de otro sujeto sometedor; la inteligencia y las aptitudes del sometido pueden y deben encontrar pleno empleo, pero en el sentido de las finalidades del amo. La obediencia puede ser impuesta por el constreñimiento (esclavización), pero puede también engramarse y tomar valor de ley, programa, orden «natural» en el sometido, que queda así totalmente alienado al servicio de la ley, del programa, del orden amo.

A la vez, la fórmula del sojuzgamiento social está lista. Será una yuxtaposición y/o combinación de sumisión y de esclavización, de alienación y de explotación. La esclavitud misma es una combinación de sometimiento absoluto (el esclavo llega a ser la propiedad del amo) y de un sojuzgamiento energético (la explotación, por constreñimiento, de la fuerza de trabajo[1]).

[1] La empresa capitalista de la era industrial, al no sojuzgar más que la fuerza de trabajo y no preocuparse ya de apropiarse del ser del trabajador, crea al proletario. Pero numerosos poderes modernos de Aparato descubren fórmulas neo-esclavistas.

Por lo demás, el sojuzgamiento masivo de las plantas (agricultura) y de los animales (ganadería), el sojuzgamiento de masas enormes de humanidad, y el surgimiento de la megamáquina social con su aparato central, el Estado, son concomitantes y correlativos.

Desde su origen el sojuzgamiento de la naturaleza retroactúa de manera compleja sobre el devenir de la humanidad. La domesticación del fuego ha domesticado al hombre, creándole un hogar, lo ha barbarizado invitándole a destruir por el fuego. El sojuzgamiento de las turbulencias y explosiones ha permitido civilizar enormes fuerzas motrices salvajes, ha aumentado la turbulencia explosiva de la historia humana y creado las condiciones de una auto-destrucción generalizada. El cultivo de las plantas ha cultivado al hombre creando la vida rural y urbana, le ha hecho perder la rica cultura arcaica de los cazadores/recolectores nómadas. El sojuzgamiento del mundo animal ha creado los modelos de sojuzgamiento del hombre por el hombre.

Y hoy el sojuzgamiento de los artefactos cibernéticos preludia quizá un nuevo tipo de sojuzgamiento informacional del hombre por el hombre.

El Estado-aparato y la megamáquina social: el juego de los sojuzgamientos y las emancipaciones

La megamáquina antropo-social está formada y desarrollada en y por el sojuzgamiento generalizado de los seres humano. El sojuzgamiento de los hombres surge en este momento crucial. La entrada de la humanidad en la historia, es la entrada del Estado sojuzgador en el corazón de las sociedades, al mismo tiempo que la entrada de la turbulencia y del desorden en el curso de las sociedades. La guerra y la conquista producen el sojuzgamiento y el Imperio: los enemigos vencidos proporcionan los enormes contingentes de la esclavitud antigua: las etnias subyugadas se convierten en pueblos sojuzgados.

El formidable sojuzgamiento de los vivos y de los humanos es inseparable de la formación de un aparato de Estado, computador, ordenador, decisional que sojuzga la sociedad y la organiza como megamáquina.

El Estado es el Aparato de los aparatos, que concentra en sí el aparato administrativo, el aparato militar, el aparato religioso, después el aparato policial. El aparato administrativo impone a toda la sociedad la organización «maquinal» en el sentido en que este término significa regla uniformizada, inflexible «mecánica»; la religión y el ejército imponen cada uno su maquinalidad propia, hecha en ambos casos de ritual (preponderante en la religión) y de disciplina (preponderante en el ejército).

La aparición del aparato de Estado constituye una formidable

metamorfosis organizacional con relación a todas las demás sociedades animales, homínidas y humanas arcaicas. Existen ya megamáquinas sociales en las termitas, hormigas, abejas, pero son sociedades sin Estado ni Gobierno: su praxis organizacional se efectúa a partir de las interacciones entre los aparatos nerviosos de los individuos, y es este conjunto neuro-activo el que constituye algo así como un cerebro gigantesco dotado de movilidad y de mandíbulas. Por el contrario, en la especie humana, la megamáquina social no ha podido constituirse más que con el Estado.

El aparato de Estado emancipa y sojuzga a la vez. No es sólo la emancipación del hombre, sino también el sojuzgamiento del hombre lo que se efectúa en y por el «dominio de la naturaleza». Es el sojuzgamiento de una sociedad que permite el sojuzgamiento de su entorno (las sociedades vecinas, el medio natural), pero que desarrolla, en y por esta barbarie depredadora, los hogares de civilización en la élite de los dominadores. En las sociedades antiguas y los «despotismos orientales», hay una jerarquía piramidal de sojuzgamiento de la cima a la base. En la cima, el Soberano, sujeto en el sentido egocéntrico del término, reina sobre los sujetos, en el sentido sumiso del término. En los niveles superiores de la pirámide, los sujetos gozan de un cierto reconocimiento subjetivo y disponen de sometidos, los sojuzgados tienen sirvientes. En la base reina el sometimiento y el sojuzgamiento generalizados. En algunas microsociedades, llamadas ciudades, aparecen sojuzgadores de un tipo nuevo: los hombres libres. Su sometimiento es en sí mismo de un nuevo tipo: está en relación filial con las leyes y dioses de la ciudad. La libertad del ciudadano está garantizada por el Aparato-Ciudad en una alienación recíproca en la que la ciudad depende del ciudadano elector/actor que depende de su ciudad. Es sobre el trabajo servil sobre lo que se ha fundado la primera emancipación de estos «hombres libres». Es este modelo de libertad el que va a animar al movimiento de los sojuzgados para su emancipación.

En fin, las grandes sociedades históricas, desde la Antigüedad hasta nuestro tiempo, funcionan siempre entre dos polos de organización, un polo de orden rígido que emana del aparato de Estado y más ampliamente de todo lo que es poder, y un polo de anarquía infraestructural, es decir de interacciones espontáneas y espontáneamente organizadoras. Incluso (y sobre todo) allá donde reina el despotismo de aparato más total y más ramificado, existe la anarquía subterránea, casi clandestina cuando la sociedad es sofocada por el aparato, pero que hace funcionar la sociedad, y con ello nutre, a la vez que se escapa de él, al aparato que le sojuzga. Incluso allá donde reinan los liberalismos más avanzados, reina una esfera de orden rígido y coercitivo. Cada polaridad comporta su ambivalencia (el orden puede ser más o menos opresor o/y protector, puede garantizar las libertades o/y prohibirlas, puede imponer des-

igualdad o igualdad; el desorden puede ser libertad o/y delincuencia, comunidad o/y concurrencia inexorable, espontaneidad o/y brutalidad).

Así, entrevemos en términos de megamáquina y de aparatos, y aunque todavía de manera esquemática y confusa a la vez, las condiciones complejas, ambiguas, inciertas y dramáticas de la dialéctica del sojuzgamiento/emancipación, sometimiento/liberación que caracterizan a la historia humana. No se trata aquí de reducir nuestros problemas más urgentes y virulentos en términos de organización, máquina y aparatos. Se trata por el contrario de aclarar estos problemas introduciendo precisamente lo que estaba ausente: el aparato. Quiero decir que estos problemas, para ser afrontados, necesitan, no sólo ciertamente, sino necesariamente una teoría de la organización comunicacional que conciba el problema del aparato. A partir de ahora, un enraizamiento teórico tal, lejos de alejarnos de nuestra historia concreta, nos conduce a ella.

Si el aparato es invisible a los que lo soportan, es también porque una teoría de la organización comunicacional no ha emergido todavía en las ciencias, ni físicas, ni biológicas, ni antroposociológicas. Y es que la cibernética, que podía anunciar esta teoría, la ha escamoteado. Y es que la teoría del aparato requiere una reforma total del entendimiento sobre la base de la complejidad organizacionista.

Que me comprenda el lector: la idea de aparato toma aquí su punto de partida, no se trata de blandirla como una cachiporra, de manipularla como una llave maestra. La noción de aparato nos pide comenzar a reflexionar un poco de otro modo, como comienzo a reflexionar yo mismo, para comprender mejor la dialéctica sojuzgamiento/emancipación, más que soportarla con resignación, ignorarla con arrogancia, negarla con simpleza, o, una vez más, creer servir a la emancipación sirviendo a lo que sojuzga.

3. Apología y condena de la cibernética

En el curso de mi discurso, me he apoyado y me he opuesto a la vez a la teoría cibernética. Mi punto de vista sobre la cibernética es necesariamente doble. Quiero decir que la cibernética aporta, en su principio mismo de inteligibilidad, una grave ocultación. Wiener ha aislado el ser físico de la máquina para lo mejor y para lo peor. Para lo mejor y para lo peor despejó su concepto físico autónomo, aunque la máquina artificial sea totalmente dependiente de la sociedad que la crea. Así pues, voy a intentar una crítica de la cibernética, que conserve y permita desarrollar sus virtudes primeras, pero a condición, no sólo de detectar y criticar sus carencias, sino de

operar una inversión en su concepto de máquina y un cracking en su paradigma de mandato/comunicación.

Las virtudes cibernéticas no consisten solamente en haber aportado un haz de conceptos enriquecedores, como la retroacción en relación a la interacción, el bucle en relación al proceso, la regulación en relación a la estabilización, la finalidad en relación a la causalidad (cfr. parte II, cap. IV, principio ap. II), todas ellas ideas en lo sucesivo indispensables para concebir los fenómenos físicos, biológicos, antroposociales: no es solamente haber unido este haz en y por las ideas de mandato y de comunicación, *es haber unido todos estos términos de manera organizacional y haber dado nacimiento así a la primera ciencia general (es decir física) que tiene por objeto la organización.* La cibernética es la primera ciencia que, después del progreso de la ciencia occidental del siglo XVII, ha fundado su método, ha efectuado su logro operacional, y se ha hecho reconocer por las otras ciencias al considerar un sistema físico, la máquina, no en función de sus elementos constitutivos, sino en función de sus caracteres organizacionales.

Concebir la máquina como ser físico organizado era un pensamiento fundador que sobrepasaba con mucho a la máquina; era introducir la idea de organización, siempre rechazada, ocultada, particularizada en las ciencias, en el corazón de la *physis*. En este movimiento fundador, se enraizaba toda la organización-máquina (la del ser vivo, la del ser humano, la del ser social) en la *physis* a la vez que se liberaba esta *physis* del paradigma de atomización/descomposición en elementos simples. Esta revolución, profunda aunque no explicitada, permaneció casi invisible, salvo para la perspicacia de algunos, en primer lugar Gottard Gunther (Gunther, 1962). Finalmente, en el mismo movimiento, la noción misma de máquina se convirtió en el concepto marco donde podía venir a inscribirse, como hemos intentado hacer aquí, la descripción de la organización activa.

Ciertamente Wiener, al consagrarse a las máquinas cibernéticas, ha omitido formular una teoría de la máquina; pero, aunque falseó esta teoría desde el comienzo, hizo el extraordinario descubrimiento de la organización comunicacional, sin lo que no se podría pensar en adelante lo que es vivo, humano y social.

Finalmente, la cibernética wieneriana ha aportado en sus flancos un potencial de complejidad cuya germinación debería (deberá) tarde o temprano abrir y hacer estallar el marco cibernético. Así, la retroacción tenía ya un doble rostro, negativo y positivo; a partir de ahora se podía formular una «segunda cibernética» (Maruyama, 1963), rehabilitando la retroacción positiva y abriendo la dialéctica de las retroacciones. La idea de finalidad y la idea de bucle, al aportar una primera complejización de causalidad, abrían la vía a la «causalidad mutua interrelacionada» (Maruyama, 1974) y sobre todo a la *causalidad recursiva* (von Foerster, 1974 *a*).

Así, hay una cibernética fundamental y fundadora, rica y heurística, que ha sido testimoniada por el pensamiento de Wiener, Ashby, las investigaciones informales injustamente olvidadas hoy de Grey Walter, Ducrocq (antes de que se consagrara, según parece, exclusivamente a la divulgación), las reflexiones —que fueron para mí reveladoras— de Sauvan, los desarrollos de Stafford Beer, Boulding, Bateson, Moles, los descubrimientos y avances ya metacibernéticos de Pask, Gunther, von Foerster.

Una cibernética tal hace estallar por sí misma los tabiques disciplinarios. Su formalismo no destruye el «realismo» puesto que se aplica a los seres físicos, las máquinas. Rehabilita y permite el despliegue de la imaginación analógica, que capta los parentescos entre los astros, las nubes, los torbellinos, los vivos, los humanos. Puede integrar diversidad en su unidad sin destruirla.

Dicho esto, la cibernética, como toda teoría, se ha desarrollado por dos vertientes opuestas desembocando cada una de ellas en un valle extraño al otro, aunque lleven una y otra el mismo nombre. La primera vertiente es la de la nueva visión, la de la nueva dimensión, que aporta complejidades nuevas en todas las cosas; la segunda es la de la sustitución de una simplificación por otra, bajo el imperio de una fórmula maestra que resuelve todos los problemas. La cibernética tenía ya, en la doble virtud de su principio wieneriano (el concepto del ser físico-máquina y la relación comunicación/mandato) su doble vicio de método que le daba una «mala propensión». En estas condiciones, las pesadeces paradigmáticas, tecnocráticas, sociológicas, arrastraron el grueso de la cibernética por la vertiente de la simplificación, de la reducción y de la manipulación.

La cibernética se ha moldeado así en los marcos de pensamiento y de acción dominantes en lugar de dominarlos. Después de haber superado, en el concepto de máquina, el reduccionismo que descompone el todo en sus elementos, ha desarrollado el reduccionismo que remite todos los seres-máquina vivos o naturales al modelo de la máquina artificial. En lugar de inscribir la máquina artificial en su genealogía (la familia Mecano) y su generatividad (la matriz industrial de la megamáquina antropo-social), ha hecho del autómata artificial el modelo universal. Después de haber puesto útilmente entre paréntesis a la sociedad para concebir la autonomía de la máquina, ha borrado, no el paréntesis, sino la sociedad, constituyendo una teoría aparentemente puramente física, y de hecho puramente ideológica.

La cibernética carece de fundamento. Le falta un principio de complejidad. Le falta un sustrato de organización. Carece incluso del concepto genérico de máquina. Wiener nos muestra la necesidad de una teoría de la máquina, pero se ha olvidado elaborar esta teoría, por lo ocupado que estaba con las máquinas mandadas. En la

cibernética está el lugar del concepto de máquina, pero está vacío. En consecuencia, la cibernética, a falta de desprenderse de la órbita ingenieril de la máquina artificial, no ha podido desarrollar la complejidad de las ideas de retroacción, causalidad, finalidad, información, comunicación, que había tenido el mérito de reunir en un conjunto articulado: por el contrario, ha expulsado las ambigüedades, ha rechazado la retroacción positiva, ha ignorado la dialéctica de las retroacciones, la causalidad compleja, las incertidumbres de la finalidad; en ella, la información significa pura y simplemente programa; en ella, la comunicación significa transmisión.

A la cibernética le falta fundamentalmente un principio de complejidad que le permita incluir la idea de desorden. Por esto es incapaz de concebir la reorganización permanente, el antagonismo, el conflicto y, por ello, es incapaz de concebir la originalidad de los seres-máquina naturales.

El formalismo cibernético tiene el mérito de unificar bajo las mismas categorías rasgos organizacionales propios de las esferas separadas de las máquinas físicas de las máquinas vivas, de las máquinas sociales, pero este formalismo que desustancializa muy justamente lo que toca, es incapaz de concebir el ser y la existencia. Le falta el sentido existencial, ecológico y organizacional de la idea de apertura, el sentido ontológico del cerramiento (el sí). No hay ni esencia (lo que es una ventaja) ni existencia (lo que es una carencia), en la captación cibernética del ser vivo, esto llega a ser muy grave desde el momento en que un cibernetismo pretende interpretar y tratar la vida, el hombre y la sociedad. Así, la cibernética da un esqueleto de organización a lo vivo, pero le retira la vida. Incapaz de introducir la vida en una máquina artificial, una cibernética tal es demasiado capaz de introducir su ausencia de vida en nuestras vidas individuales y nuestra vida social, y de ahí las consecuencias a la vez debilitantes en el plano teórico y eventualmente aterradoras en el plano práctico.

En efecto, y aquí llegamos a la otra carencia paradigmática, la subordinación de la comunicación al mandato, no sólo impide a la cibernética concebir la relación comunicación/mandato en su complejidad genérica, sino que la constriñe a no concebir la organización biológica y la organización social más que como sojuzgamiento.

Y es en el problema de la sociedad donde convergen en una gran ceguera las carencias de la cibernética. El modelo demasiado abstracto de la máquina artificial es el fruto de una práctica demasiado concreta: el *engineering*. Pero la cibernética no tiene la visión que le permita considerar su enraizamiento ingeniero-social. Se convierte por ello en el pseudópodo/teórico de una organización del trabajo sojuzgante y de una práctica tecnocéntrica, tecnomorfa y tecnocrática.

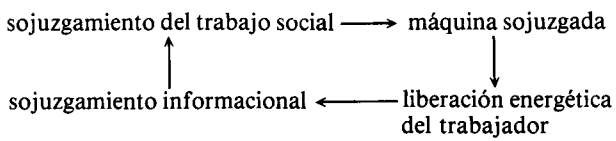
Ya la cibernética más rica resulta de una insuficiencia escandalosa

en cuanto se vuelve suficiente, es decir, pretende explicar todo lo que es organización-máquina. Ahora bien, la cibernética que pretende la universalidad no es transdisciplinaria, sino autocráticamente sobredisciplinaria. Cree detentar el monopolio del saber de la organización y de la organización del saber. Es una cibernética que pasa de la práctica limitada del ingeniero al imperialismo sin límites (sólo lo limitado tiene una arrogancia sin límites...). A partir de ahí, y una vez más en la historia de occidente, lo Mutilante se cree optimizante, la Abstracción se llama Racionalización, y la Manipulación se llama Información.

Peor aún, de la cibernética ha nacido una vulgata cibernetoide, donde los términos de retroacción y de información, convertidos en palabras maestras, en lugar de expresar su complejidad profunda, banalizan los misterios de la naturaleza y los problemas de la cultura. Esta vulgata asocia en sí el reduccionismo ingenieril y el imperialismo pan-cibernético. Concibe la vida según las funcionalidades informáticas de la máquina artificial. Así, los asaltos de esta vulgata sobre el ser vivo y el ser social han podido justamente ser percibidos como aspectos del formidable expansionismo generalizado del pensamiento tecnocrático, como una nueva forma industrializada del reduccionismo que reduce siempre lo complejo a lo simple (aquí la reducción de la organización viva a los principios organizacionales de la máquina artificial), como una reofensiva del maquinismo cartesiano que, esta vez, no contento con limitarse a reinvestir al animal, se esfuerza por anexionar al hombre y a la sociedad.

Así, aunque la defensa oficial de la complejidad antropo-social coincida a menudo con la inconsciente resistencia del simplismo aislacionista de un «humanismo» que no concibe la complejidad antropo-socio-bio-física, un Georges Friedmann (Friedmann, 1970), un Henri Lefebvre (Lefebvre, 1967), han denunciado la cibernetización y el «cibernantropo» a justo título.

Ya lo hemos visto aquí mismo: el modelo del artefacto cibernético, proyectado sobre la sociedad, es el modelo del sojuzgamiento íntegro, por estar integrado. Este modelo, emancipador respecto de la energía, llega a ser sojuzgador respecto de la información:



En efecto, tal cibernética, al ampliar la visión del ingeniero industrial a toda la vasta esfera antropo-social, tiende, y pretende naturalmente, a reducirlo todo a su modelo de pretendida racionalidad: la máquina automatizada, funcionalizada, purgada de todos los desórdenes (pretendidamente optimizada), finalizada para la producción industrial. No puede considerar la sociedad más que como una vasta máquina que hay que funcionalizar. Como está ciega para con el mandato del mandato y para la realidad de los aparatos, sólo puede servir a los aparatos sociales dominantes, que pretenden siempre ser los Fieles Portadores de la Información/Verdad, Servidores del Bien público y del Interés general. Así, con estos rasgos reunidos, pronto puede llegar a ser el instrumento y la justificación del sojuzgamiento absoluto.

Es preciso, pues, operar un doble desprendimiento, un doble cambio de órbita, físico y sociológico, para el desarrollo de una ciencia de la organización comunicacional. Hay que revolucionar la cibernética, es decir superarla en una co-cibernética, para que ésta exprese por fin su mensaje revolucionario: el descubrimiento de la organización comunicacional.

4. Para una ciencia de la organización comunicacional: la co-cibernética o cobernética

El paradigma cibernético es la unión maestra de los dos conceptos de comunicación y mandato. Se trata de un paradigma, es decir, de la asociación para todos los razonamientos ulteriores, de estos dos conceptos hasta ahora extraños e indiferentes entre sí. Ahora bien, esta unión no reveló, sino que ocultó, la realidad propia del aparato, y en consecuencia la problemática del mandato. El paradigma wieneriano fue sobredeterminado a la vez por el paradigma de simplicidad propio de la ciencia clásica y por la forma tecnoindustrial de la organización sojuzgante del trabajo propia de las sociedades históricas. De ahí la subordinación de la comunicación al mandato, lo que significa que la organización comunicacional se establece necesariamente por el sojuzgamiento (esclavización o sometimiento):

La idea de una comunicación que llegue a ser organizadora y creadora de informes, es decir, de una organización en la que la comunicación rija, es inconcebible según este esquema.

En una palabra, el mandato ha ocultado la riqueza de la organización comunicacional, y la información ha ocultado la problemá-

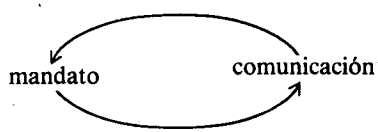
tica de los aparatos. El poder está oculto y la comunicación está sometida.

La «superación» (a la vez crítica, integración, rechazo) de la cibernética necesita previamente:

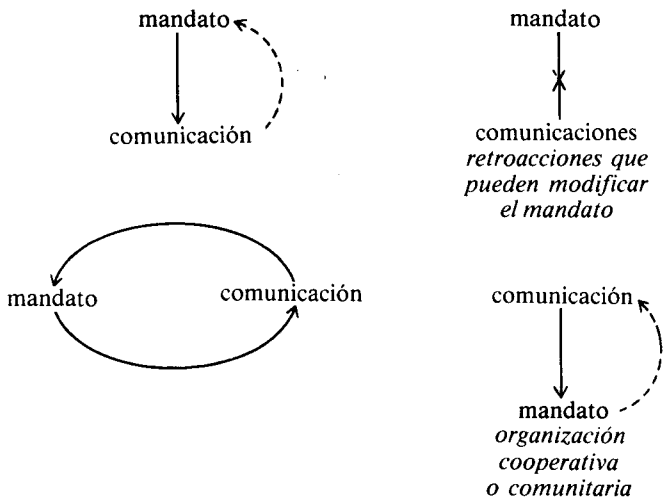
1. la base de complejidad física (el principio y el pleno empleo de la idea del desorden, no sólo como fenómeno desorganizante, sino también como fenómeno organizacional);
2. el desarrollo de la idea de «bucle retroactivo» en idea de organización recursiva;
3. la inversión hubbleana del concepto genérico de máquina que se convierte en policéntrica;
4. la complejización principal de la relación mandato/comunicación, es decir, al mismo tiempo la intelección del complejo de relaciones:

mandato/comunicación
sojuzgamiento/emancipación
aparato/organización/entorno

A partir de ahora se puede considerar la relación mandato comunicación en su carácter correlativamente recursivo y complejo propio de la organización biológica:



La diversidad de las experiencias sociológicas puede sugerirnos alternativamente, o de manera oscilante, los esquemas:



Produciremos sobre la marcha elementos de reflexión para preguntarnos si es delirante o sensato (o si está más allá de la sensatez y el delirio) el considerar, para una sociedad humana, el modelo comunicacionista arriba indicado. Pero de todas formas, tendremos que integrar en toda organización comunicacional, el problema del aparato que se planteará según modalidades ya sea acéntricas/policéntricas, ya sea céntricas, ya sea a la vez céntricas/acéntricas/policéntricas:

aparato
↓
organización

Comprendemos que de todas formas la superación de la cibernética no sólo necesita el desarrollo en y por la complejidad de los conceptos nuevos que ha aportado, sino una inversión de la soberanía del mandato en provecho de la comunicación.

La idea de cibernética — arte/ciencia del gobierno — puede integrarse y transformarse en co-cibernética — arte/ciencia de pilotar conjuntamente, donde la comunicación ya no es un útil del mando, sino una forma simbiótica compleja de organización.

La idea de comunicación debe ser examinada y cuestionada en todas sus dimensiones organizacionales y existenciales. La comunicación es la nueva dimensión que aporta la vida. Es una idea capital, tanto para el organismo como para el ecosistema. Arroja una rica luz sobre el problema de la improbabilidad biológica, puesto que la comunicación es la reunión en un conjunto organizado de lo que de otra forma debería dispersarse. ¿Existen otras comunicaciones vivas fuera de nuestro planeta, existen comunicaciones distintas de las vivas, incluido nuestro planeta también? ¿Existen comunicaciones no-cognoscibles?

Mientras tanto, tendremos que reconocer nuestras propias comunicaciones. Una vez más, nos encontramos en el corazón de nuestros problemas antropo-sociales. ¡Ya que es éste el nivel en el que la comunicación toma su amplitud y su intensidad existencial, individual, social, política, ética! Es en el corazón de la problemática de la comunicación donde se inscribe la sombra de la incomunicabilidad. Es, en fin, en el plano de la organización social donde se plantea el problema fundamental: ¿podemos imaginarnos, concebir, esperar una organización en la que la comunicación mande una comunidad de la comunicación? Sepamos ya aquí que toda esperanza es absurda si ignora que, tras la comunicación social, está el mando por aparatos, es decir, el vínculo vago y mal conocido entre comunicación y sojuzgamiento.

Sepamos también ya que es en el desarrollo, cada vez más existencial y subjetivo de la comunicación, donde aparece esta emergen-

cia antropo-social: el amor. Nuestra experiencia moderna nos lo revela, amantes, amigos: el amor hace que se comunique y una lo que de otro modo no se encontraría nunca; la comunicación hace amar lo que de otro modo no se conocería nunca... Los últimos desarrollos de la comunicación forman el río Amor...

Tendremos, pues, que cuestionar intensamente la comunicación y, por tanto, considerar ese término, que ella implica necesariamente, cosa que he dejado en la sombra en este capítulo para hacerla surgir en la parte siguiente: la *información*.

CAPÍTULO IV

La emergencia de la causalidad compleja

1. DE LA ENDO-CAUSALIDAD A LA CAUSALIDAD GENERATIVA

Mientras que el principio del determinismo causal que mandaba a la ciencia clásica no cesaba de flexibilizarse convirtiéndose en causalidad probabilística de carácter estadístico, la idea misma de causalidad seguía siendo rígida, lineal, estable, cerrada, imperativa: en todas partes, siempre, en las mismas condiciones, las mismas causas producen los mismos efectos; no podía darse el caso de que un efecto desobedeciera a la causa; no podía ser cuestión de que un efecto retroactuando hiciera efecto sobre la causa y, sin dejar de ser efecto, deviniera causal sobre la causa que deviene efecto suyo, aun permaneciendo causa.

Ahora bien, la sola idea de retroacción afecta, y mucho más profundamente de lo que parece a primera vista, a la idea clásica, simple, exterior, anterior, imperial de causalidad.

La retroacción remite a la idea de bucle, es decir, a la autonomía organizacional del ser-máquina. La autonomía organizacional determina una autonomía causal, es decir, *crea una endo-causalidad,* no reductible al juego «normal» de causas/efectos. En estas condiciones, tenemos que considerar:

— la existencia de una causalidad que se genera en y por el proceso productor-de-sí, a la que podemos llamar causalidad generativa;

— el carácter a la vez disjunto y asociado, complementario y antagonista, de la exo-causalidad y de la endo-causalidad en un complejo de causalidad mutua interrelacionada;

— la introducción en la causalidad de una incertidumbre interna.

La disyunción entre la causa externa y el efecto

Todo sistema, al producir su determinismo interno, ejerce en su territorio, y eventualmente en su entorno, constreñimientos que impiden a ciertas causas exteriores ejercer sus efectos normales. Mientras que los sistemas estáticamente organizados resisten de manera pasiva a los *alea* y determinismos del entorno, la organización dinámica resiste de manera activa: el bucle retroactivo, que asegura y mantiene su determinismo interno, absorbe o corrige las perturbaciones aleatorias que amenazan la existencia y/o el funcionamiento del sistema; reacciona por «respuesta» que neutraliza el efecto de la causa exterior. Y, dondequiera que actúe la causalidad retroactiva, desde los motores salvajes a los seres vivos, los efectos de las causas externas son neutralizados, detenidos, desviados, deformados, transformados. La causalidad externa no puede actuar de manera directa y mecánica, salvo cuando su agresión sobrepasa el umbral de tolerancia de la organización que entonces destruye.

La anulación de la desviación (retroacción negativa) es el proceso mismo de anulación de los efectos surgidos de las causalidades exteriores. De ahí la idea, formulada por Bateson (Bateson, 1967), de una causalidad negativa que se deriva lógicamente de la idea de retroacción negativa, y que se desarrolla dondequiera que haya regulación. Así, el descenso de la temperatura exterior debería traer consigo el descenso de la temperatura interna en la casa o en el organismo vivo. Ahora bien, esta temperatura interior permanece constante, a pesar de las fluctuaciones exteriores. La causa no trae consigo su efecto, y lo importante llega a ser, desde el punto de vista de la causalidad exterior, *lo que no ha tenido lugar*. La retroacción no ha anulado la causa, ha anulado su efecto normal.

La idea de causalidad negativa no tiene sólo el sentido de anulación (del efecto normal), tiene también el sentido de causalidad invertida o antagonista. En efecto, el mantenimiento de la temperatura en la habitación o en el organismo no corresponde a un aislamiento insensible a la variación exterior, sino a una actividad productora de calor: el enfriamiento del medio desencadena un aumento de combustión en la caldera, estimula en el animal homeotérmico los centros termogénicos del tálamo, que desencadenan la producción de calor. Es decir, que el enfriamiento exterior provoca de hecho un calentamiento interior. Tenemos, pues, una causalidad que provoca un efecto contrario al que debería de haber provocado.

Así, la retroacción negativa es capaz de anular, desviar, transformar, contrariar, incluso invertir los efectos de una causalidad exterior.

La causalidad circular: causa ⟶ efecto:
causalidad auto-generada/generativa

Evidentemente, hay disyunción relativa entre la causa externa y el efecto aparecido, porque se crea un ciclo causal embuclado. No hay anulación de la causa exterior, sino producción, en relación compleja (complementaria, antagonista, concurrente) con la causalidad exterior, de una causalidad interior o endo-causalidad. Así, Bateson habría podido insistir al mismo tiempo que en la idea de causalidad negativa (desde el punto de vista exterior), en la idea de causalidad positiva, es decir, en el carácter activo y productor de la endo-causalidad.

La endo y exo-causalidad son de naturaleza diferente. La endo-causalidad es local y la exo-causalidad general. La exo-causalidad proviene de un juego diverso de fuerzas, no necesaria ni principalmente organizadas; la endo-causalidad va unida a una organización activa singular. La exo-causalidad es estadísticamente probable. La endo-causalidad es marginal, improbable en relación a los determinismos y *alea* físicos exteriores, y resiste probablemente a esta probabilidad mediante su recursividad propia. *La causalidad circular, es decir, retroactiva y recursiva, constituye la transformación permanente de estados generalmente improbables en estados local y temporalmente probables.*

La causalidad exterior (que, repitámoslo, se confunde con la causalidad clásica) no puede dar cuenta más que de los estados de equilibrio o de desequilibrio. Sólo con la causalidad circular se constituyen estados estacionarios, homeostasis, que mantienen a la causalidad externa fuera de la zona embuclada.

Finalmente, el bucle retroactivo puede producir reacciones, contra-acciones que, anulando la exo-causalidad, protegen y mantienen la endo-causalidad. La endo-causalidad es así capaz de producir efectos originales.

Se ve aquí que la carencia fundamental del behaviorismo era el ignorar, al concebir la reacción como prolongación mecánica del estímulo, la fuente causal original del comportamiento.

La endo-causalidad implica producción-de-sí. En el mismo movimiento en que el sí nace del bucle, nace una causalidad interna que se genera por sí misma, es decir, una causalidad-de-sí productora de efectos originales. El sí es, pues, la figura central de esta causalidad interna que se genera y se regenera por sí misma.

Ahora bien, esta idea central de causalidad-de-sí, generadora de efectos propios, ha sido doblemente ahogada, emparedada entre la causalidad exterior clásica y la idea resucitada, gracias a Wiener, de finalidad. Como vamos a verlo, no sólo es más amplia y más profunda que la idea de finalidad, sino que es el fundamento de ésta.

2. Finalidad y generatividad

El retorno de la finalidad (de la teleología del relojero a la teleonomía del reloj)

La ciencia occidental se había fundado y desarrollado extirpando de su seno todo principio de finalidad.

La finalidad fue expulsada de la física con bastante facilidad. Fue difícil e incompletamente evacuada de la biología. Se entiende: las ideas de meta y de fin se imponían con toda claridad en la ontogénesis, la fisiología, el comportamiento. La experiencia de Driesch, en 1908, al demostrar que cada mitad de un embrión de erizo de mar partido en dos acababa por reconstituir un organismo adulto completo, ponía en evidencia el dominio de un fin (la constitución del organismo adulto) sobre las causalidades externas. Pero, ¿cómo entender esta finalidad de manera no providencialista? La idea de finalidad, incluso enjuagada y desinfectada, seguía despidiendo un olor místico-religioso. Así pues, el problema fue rechazado, como todo problema molesto no resuelto. Se llegó al convencimiento de que acción/reacción, estímulo/respuesta, que daban la primacía a la causalidad física exterior, bastaban para el estudio «objetivo» del organismo.

Aun cuando la finalidad parecía definitivamente relegada a las mazmorras, incluso en biología, volvió con gran pompa teórica (Rosenblueth y Wiener, 1950), en una ciencia íntegramente física, la de las máquinas cibernéticas.

Para estos fundadores, no se trataba de ningún modo de hacer notar que cada pieza de la máquina artificial y la máquina misma estaban concebidas, construidas y utilizadas según metas precisas, definibles y registrables. Estas finalidades son de carácter antroposocial, y no conciernen directamente a la *physis*. El descubrimiento de Wiener/Rosenblueth era que *la teoría de la máquina necesitaba del concepto de finalidad para dar cuenta de procesos físicos que no podían ser descritos según la causalidad física clásica*. Era necesario recurrir a las ideas finalistas de norma y meta para dar cuenta de los estados regulados de una máquina, inexplicables según la causalidad ordinaria. Todo lo que se concibe en la máquina, a partir de las nociones de programa, comunicación-control, es inconcebible según los determinismos clásicos, los cuales ignoran las nociones de retroacción y de información; por el contrario, el vínculo orgánico que establece Wiener entre información y retroacción entraña el recurrir a las ideas de norma, meta, finalidad.

La finalidad se ha reintroducido en el seno de la teoría fundamental de la vida por el camino de la cibernética. En efecto, la cibernética ofreció a la biología molecular, que necesitaba una armadura organizacional, sus conceptos de código, programa, comunicación, traducción, control, dirección, inhibición y, por supuesto, retroacción. La célula aparece a partir de este momento como una fabulosa fábrica automática en la que cada operación, cada función tenía su meta precisa, registrable, conjugándose el conjunto de estas metas en la gran finalidad: producir, organizar para vivir. Esta máquina viva apareció, pues, naturalmente, como una *goal seeking machine,* dotada de *purpose behavior.*

La finalidad estaba, pues, rehabilitada. Pero no era la que había sido, privada de todo derecho científico. La finalidad «vitalista» horrorizaba: procedía del cielo; la finalidad cibernética fue acogida con los brazos abiertos; procedía de la técnica, bajo la etiqueta de los programas informáticos, con una garantía maquinista total. Ya no era la idea teleológica, surgida de los designios generales de la Providencia; era una idea teleonómica, localizada en las máquinas, entre las que se encuentra la máquina viva. No emanaba de un espíritu superior que guía al mundo. Surgía de las maquinarias celulares.

La causalidad finalitaria

A partir de entonces la finalidad se hace no sólo explicable, sino también explicativa, es decir, causal. La finalidad es una causalidad interior que se desprende de una manera cada vez más precisa, activa, determinante allí donde hay información/programa para mandar las realizaciones y las producciones. La noción de «performance» se configura precisamente en función de la idea de meta: consiste en alcanzar una meta muy determinada a despecho de las perturbaciones y *alea* que surgen en el transcurso de la acción.

Así pues, las producciones, las realizaciones, las regulaciones en la máquina artificial, así como en el organismo vivo, están evidentemente finalizadas.

La causalidad finalitaria es un aspecto de la endo-causalidad. Su carácter particular respecto del determinismo clásico es el no tomar forma más que una vez que la meta (el efecto) se ha logrado. Puede, pues, permanecer virtual e invisible mientras el ser o el organismo esté en reposo o latencia, como el grano de trigo enterrado en la gran pirámide que, dormido durante algunos milenios, germina en cuanto se le vuelve a poner en condiciones favorables.

La causalidad finalitaria, a diferencia del determinismo clásico que no es más que constreñimiento, expresa activa y práxicamente la virtud de la endo-causalidad: producir autonomía y, más allá, posibilidades de libertad. esta es justamente lo que permite comprender el desarrollo de estrategias y decisiones que sólo tienen sentido en relación con una/unas finalidades. Así pues, el ser vivo hace

soportar a su entorno los efectos de sus propias finalidades; el sojuzgamiento puede ser concebido en este sentido como un desbordamiento de generatividad y de finalidad en los territorios de la exocausalidad. En suma, la causalidad finalitaria, que se opone a la exterior, puede eventualmente sojuzgar a la primera. Lo mismo ocurre con el hombre que sojuzga a las propias «Leyes de la Naturaleza», imponiendo sobre los determinismos físicos exteriores la sobredeterminación de sus propias finalidades.

El retorno de la finalidad sobre la carroza de la cibernética fue triunfal. Inscrita en la constelación pragmática de las nociones de programa/información/retroacción, circunscrita y fiabilizada como *teleonomía,* llenaba los agujeros abiertos dejados por la causalidad clásica. A partir de ahí, la finalidad cibernética se convirtió en la nueva tarta de crema de las explicaciones fáciles en las que se cree disipar por fin los enigmas de la vida; demasiado fáciles porque arrojan a la sombra el problema original que la nueva idea de finalidad debería, por el contrario, sacar a la luz: a diferencia de la máquina artificial, concebida por un ser superior que constituye su providencia y le da previamente su programa y sus metas, la máquina viva ha surgido de un estado inferior de la organización física, sin *deus pro machina,* ni «información», ni programa: ¿De dónde procede el «programa»? ¿De dónde procede la «información»? *¿De dónde procede la finalidad?*

La finalidad de las máquinas artificiales arroja luz sin duda sobre muchos aspectos funcionales de la súper-máquina viva, pero oculta su problema fundamental: el de una finalidad sin origen finalista y sin destino inteligible. Vamos a verlo: la idea de finalidad es incontestablemente necesaria; pero es con mucho insuficiente.

La incertidumbre de abajo: la finalidad como emergencia

Las máquinas artificiales están finalizadas antes de existir. Pero las arque-máquinas y los motores salvajes existen sin finalidad original y sin finalidad funcional. Son interacciones no finalizadas que se han embuclado en retroacciones en las génesis: la estrella funciona sin designio preconcebido, sin regulación informática, sin programa, en y por el antagonismo devenido complementario de procesos centrífugos y centrípetos. No hay metas en la máquina estelar. Sólo hay un bucle generativo/regenerativo en y por la retroacción del Todo sobre el todo. No obstante, todo acontece como si este buclaje recursivo tuviese como fin mantenerse a sí mismo. Digamos incluso: una finalidad inmanente emerge en todo bucle, en todo recomenzamiento, en toda regulación; cada momento/elemento del proceso parece ser, a la vez, el fin del precedente y el medio del siguiente, y

todos estos momentos parecen movidos por la finalidad inmanente que sería como el recomenzamiento perpetuo del bucle.

Estamos, pues, en la prehistoria de la finalidad. Toda generatividad genera una potencialidad o un embrión de finalidad: todo Sí se convierte ya casi en un *para*-Sí. Pero todavía no hay finalidad. Ésta no emerge verdaderamente más que en el nivel de una organización comunicacional que comporta aparatos de computación/control/mando. Así, la máquina viva está verdaderamente constituida por procesos y elementos finalizados. Las moléculas en las células, las células en los órganos, los órganos en el organismo están cuasi especializados en función de tareas cuasi programadas que tienden a cumplir unas metas, y todas estas metas se reúnen en la meta global: vivir. Se puede decir incluso que este ser vivo que se autofinaliza es el producto finalizado del acto reproductor del que ha surgido. Podemos remontarnos así, de procreación en duplicación, hasta el origen de la vida. Pero aquí, volvemos a encontrar no sólo la misma ausencia de finalidad previa que en las máquinas físicas naturales, sino sobre todo este problema específico: ¿Cómo nace la finalidad de la no finalidad? ¿Cómo un proceso aleatorio de encuentros e interacciones entre macromoléculas desemboca en una organización «cibernética» finalitaria? ¿Cómo moléculas de ARN o de ADN, previamente no «codificadas», habrían podido poseer la información capaz de reproducir y controlar proteínas *con las cuales todavía no estaban asociadas?* La idea de información, ergo la de programa, ergo la de finalidad, no pueden ser anteriores a la constitución de un primer buclaje proto-celular. Hay que descartar, pues, toda la idea de proceso finalitario anterior a la aparición de la vida.

El ser vivo, como el sol, como cualquier máquina salvaje, ha nacido a partir de interacciones que, aleatorias y deterministas, están unas y otras desprovistas de finalidad. Tenemos, pues, necesariamente que imaginar, entre el primer buclaje núcleo/proteinado y la primera célula portadora de un «mensaje» informacional, toda una evolución a través de la cual los desarrollos organizacionales generan finalidades. En una evolución tal, los rasgos organizacionales que mantienen la supervivencia de la máquina proto-viva se hacen cada vez más combinados, adaptados unos a otros en función de esta supervivencia y, haciéndose de esta manera funcionales, devienen cuasi finalizados. Es, pues, el desarrollo de la praxis productiva-de-sí lo que va a producir finalmente la finalidad. La doble y coincidente producción (de las moléculas y de su propio ser) va a retroactuar cada vez más para finalizar el sistema productivo y finalizar las operaciones, disposiciones, elementos, mecanismos, acciones que concurren en esta producción. Este proceso es inseparable de la constitución de un proto-aparato que aparentemente «programa» las operaciones en función de metas metabólicas y reproductoras.

Así, toda organización productora-de-sí lleva un germen, una producción de finalidad, que sólo puede emerger con los desarrollos organizacionales que comportan la constitución de un proto-aparato que controla y une los bucles generativos y las actividades fenoménicas. La finalidad es un producto de la producción auto-productiva.

Así, la finalidad biológica, y por supuesto la antropo-social, está inmersa en un proceso recursivo de generación-de-sí del que forma parte. Ella es la cara emergida e informacional de esta generación-de-sí. La finalidad es a partir de entonces una emergencia nacida de la complejidad de la organización viva en sus caracteres comunicacionales/informacionales. No es un carácter previo a esta organización. Es, sin duda, «teleonómica» y no «teleológica». Mientras que la teleología parte de una intención bien perfilada, la teleonomía está inmersa en una zona oscura de finalidad inmanente, y el bucle recursivo está él mismo inmerso en una zona de interacciones fisioquímicas sin finalidades, en la que juega la dialéctica desorden/orden/organización.

La incertidumbre de arriba: los inciertos fines del vivir

Las máquinas artificiales y las máquinas vivas tienen en común finalidades prácticas y utilitarias fácilmente definibles. No obstante, la no-finalidad de los orígenes de la vida repercute y se refleja en los fines globales de las máquinas vivas, e incluso de las máquinas artificiales.

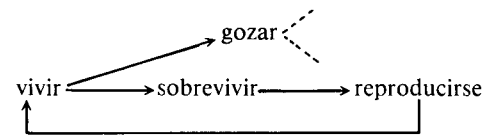
Así, un ala tiene como fin el vuelo, lo que está claro; el vuelo tiene como fin el desplazamiento, lo que no está menos claro; el desplazamiento sirve para fines muy numerosos y variados (buscar alimento, huir, migrar, jugar, etc.) y todos estos fines tienen un fin común: vivir. Pero si los fines prácticos de lo vivo son registrables, el fin de los fines es incierto. ¿Cuál es la finalidad del vivir? Se pueden aún despejar dos grandes finalidades estrechamente imbricadas, la de las actividades metabólicas, que se concentran en el vivir individual, la de las actividades reproductoras, que se fijan en el revivir de la especie: pero no se puede ni determinar cuál manda a cuál, ni descifrar el sentido de una u otra.

La máquina artificial no evita este problema más que hasta cierto punto. Paul Valéry decía: «Artificial quiere decir que tiende hacia un fin definido y se opone en esto a lo vivo.» Efectivamente, la máquina artificial está finalizada antes de nacer, todo su ser es concebido, diseñado, fabricado en función de finalidades antropo-sociales muy definidas. Así, una fábrica tiene como fin la fabricación de coches, que tienen como fin el desplazamiento, el cual sirve para activi-

dades que son constitutivas de la vida del individuo en la sociedad y de la vida de la sociedad en el individuo. A partir de ahí, los fines últimos del coche —de toda máquina artificial— no son más claros que los de la sociedad y los del individuo. ¿Cuál es la finalidad de la vida de un ser humano?, ¿de un ser social? Aquí nos encontramos de nuevo con la doble y turbia finalidad del vivir del individuo, de la especie y de la sociedad.

La evolución hacia una complejidad cada vez mayor, hasta las organizaciones antropo-sociales, ha multiplicado las finalidades prácticas, pero ha vuelto cada vez más inciertas, equívocas, incluso concurrentes, antagonistas, las dos grandes finalidades, por una parte el vivir, que se polariza sobre el gozar del individuo; por otra parte, el trabajo reproductor de la sociedad y de la especie. Ciertamente, estas dos finalidades son admirablemente complementarias, pero, ¿se puede subordinar claramente una a otra? Se da la primacía a la reproducción, a la supervivencia de la especie, y se interpretan en este sentido todas las actividades individuales por racionalización *a posteriori*. Pero se puede también invertir la proposición: Lupasco ha sugerido de manera muy pertinente que no sólo se come para vivir, también se vive para comer, es decir, gozar. Cuanta más individualización hay, menos coincidencia y armonía hay entre el vivir y el sobrevivir, y, en el ser humano, la búsqueda del goce llega incluso a inhibir los efectos procreadores de la copulación.

A decir verdad, presentimos que estas dos finalidades biológicas se remiten una a otra sin agotarse, no obstante, «funcionalmente» una en otra:



Estas son arrastradas en el gran bucle rotativo y retroactivo de la vida en el que devienen alternativa o simultáneamente fin y medio una de otra (vivir para comer, comer para vivir, vivir para sobrevivir, sobrevivir para vivir, vivir para reproducirse, reproducirse para vivir). Pero al mismo tiempo, estas dos finalidades obedecen cada una a una lógica propia: estas dos lógicas, inseparables y complementarias, tienen al mismo tiempo una potencialidad antagonista presente en todo fenómeno de vida. Y cada una es suficiente para definir una finalidad para la vida.

Aquí surge la paradoja: el ser vivo, la más funcional, la más ricamente especializada, la más finamente multiprogramada de las máquinas, es por ello mismo la máquina más finalizada en metas preci-

sas en sus producciones, realizaciones, comportamientos. Pero, en tanto que ser y existente, es no finalizable en sus orígenes primeros ni en sus fines globales; la doble finalidad del vivir individual y del ciclo de reproducción está marcada por un vacío y una incertidumbre... *Lo que mejor expresa en último término la finalidad de lo vivo es la tautología vivir para vivir; significa que la finalidad de la vida es inmanente a sí misma, sin que pueda definirse fuera de la esfera de la vida. Significa que el Querer-Vivir es una finalidad formidable, testaruda, frenética, pero sin fundamento y sin horizonte, significa al mismo tiempo que la finalidad es insuficiente para definir la vida.*

Incertidumbres en el circuito: la relatividad de los medios y de los fines

En el gran bucle retroactivo, todo proceso aparece a la vez como fin de un proceso antecedente y medio de un proceso subsiguiente, y las dos grandes finalidades, vivir para sobrevivir, sobrevivir para vivir, pueden ser consideradas a la vez como medio y fin la una de la otra.

De ahí esa paradoja, que había señalado muy bien Kant en la *Crítica del juicio:* «Un producto organizado de la naturaleza es aquél en el cual todo es a la vez fin y medio.»

Ciertamente, en la rotación (biológica o sociológica) de los medios/fines, hay jerarquías, subordinaciones, en las cuales las finalidades parcelarias o locales, en el nivel de las pequeñas unidades o de los órganos, están sometidas a los fines del todo. Dicho de otra manera, el todo *sojuzga,* convirtiéndolos en medios, a los fines particulares prescritos a las partes. Pero, como veremos en el tomo II de este trabajo, no hay una integración perfecta, a diferencia de la máquina artificial, de los fines locales a los fines generales, de los fines parcelarios a los fines globales. Hay «juego», y esto desde el nivel celular y organísmico hasta el nivel antropo-social en el que los fenómenos de juego devienen activos y actores en los procesos de evolución. Así pues:

— Fines complementarios pueden volverse concurrentes y antagonistas como ocurre entre los fines de la existencia individual y los de la reproducción: en el seno mismo del apareamiento sexual, la reproducción y el goce, que pueden ser concebidos como medio uno de otro (según nos situemos desde el punto de vista del individuo o de la estirpe), pueden también aparecer como dos fines complementarios que, en un determinado momento, se convierten en antagonistas (conflicto entre la búsqueda del goce y las consecuencias de este goce) y su conflicto desemboca eventualmente en la exclusión de una finalidad por la otra (contracepción).

— Los fines se convierten en medios: así, la constitución de seres multicelulares, a partir de una asociación de unicelulares que se ha hecho orgánica, instrumentaliza las finalidades de las células, anteriormente autónomas, en medios al servicio de las finalidades que emergen del nuevo organismo multicelular.

— Los medios se transforman en fines: así, en el *homo sapiens* los placeres gastronómicos y los goces eróticos se vuelven fines en detrimento de las finalidades alimenticia y reproductora; el conocimiento, medio para sobrevivir en un entorno, se convierte, en el pensante que se ha hecho pensador, en una finalidad a la cual subordina su existencia.

— Las finalidades se desplazan: la célula nerviosa es una célula sensorial que ha emigrado en profundidad y cuya finalidad se ha modificado totalmente; el parlamento, nacido en Inglaterra como institución artistocrática para controlar la monarquía, se transforma en institución burguesa que anula el poder de la aristocracia.

— Las finalidades degeneran, como consecuencia de las transformaciones, desplazamientos, permutaciones de finalidades que he evocado más arriba.

— Y, por supuesto, continuamente se crean finalidades —en cada nuevo bucle[1]— y continuamente mueren finalidades (en cada transformación o desintegración de bucle).

---

[1] Los ecosistemas vivos nos proporcionan innumerables ejemplos de producciones de cuasi-finalidades a partir de buclajes que unen procesos independientes: de esta forma, finalidades mutuas se configuran a través de las simbiosis y parasitismos que unen cada vez más estrechamente especies que se vuelven interdependientes. Por ejemplo, las abejas, atraídas por los jugos olorosos segregados en el hueco de las corolas y por la accesibilidad de las anteras, se nutren de néctar y de polen. La abeja no tiene como finalidad diseminar el polen, ni el polen nutrir a la abeja. Por lo demás, innumerables insectos fecundan flores sin buscar el polen, por el simple hecho de circular por las corolas. Pero, en el transcurso de la evolución, el dispositivo de reproducción de algunas especies florales de fecundación entomófila se muestra cada vez más atractivo para las abejas y cada vez más adecuado a su libación. Con muchos desórdenes y despilfarros, puesto que la diseminación del polen es un subproducto de la actividad libadora de la abeja y el polen almacenado es una pérdida para la diseminación, una finalidad mutua emerge, las abejas forman parte del proceso de reproducción de especies florales que forman parte del proceso de nutrición de las abejas. La abeja está hecha para la abeja, la flor para flor, la flor y la abeja están, a partir de ahora, hechas la una para la otra. Cada cual es el medio de la finalidad de la otra, a la vez que opera para su propio fin.

Así pues, el buclaje que aparea dos procesos vivos distintos produce en seguida su finalidad inmanente, que es la continuación, la reproducción, la multiplicación de cada elemento constitutivo del bucle y del propio bucle. Cada momento o secuencia —el vuelo de la abeja, el libamiento, la transformación en miel, etc.— se vuelve, a la vez, fin y medio del proceso global. Pero esta finalidad es incierta, frágil y en ella se conjugan las incertidumbres de la circularidad, las incertidumbres de «abajo» y las incertidumbres de «arriba».

Así, incluso en el nivel en el que parece más clara, precisa y evidente, hay equívoco, incertidumbre, posibilidad de metamorfosis de la finalidad.

La finalidad incierta

La rehabilitación wieneriana de la finalidad ha podido ser considerada como una revolución epistemológica en comparación con el behaviorismo (Piaget). Mucho más, nos hace comprender que las ciencias humanas y sociales se aferraban a la idea de finalidad (Comte, Marx, Tönnies, etc.) no porque estuvieran «retrasadas» con relación a las ciencias naturales, sino porque la erradicación de toda finalidad volvía ininteligible su objeto. Las ideas de «proyecto» deben ser consideradas, no como residuos idealistas, sino como esfuerzos para reconocer una dimensión inexpugnable de la existencia individual (Sartre) y social (Touraine). El progreso de las ciencias de la vida y del hombre no puede ni debe efectuarse en la reducción del ser al comportamiento *(behavior)* y, seguidamente, en la reducción de éste a una causalidad exterior.

Así pues, la idea de finalidad se impone. Pero no sólo hay que moderar el entusiasmo piagetiano: hay que relativizar y relacionar la idea de finalidad.

Incluso para las máquinas artificiales, que están finalizadas no sólo en el nivel de su organización física, sino también en el nivel de las finalidades práxicas de la sociedad que las produce y utiliza, la idea de finalidad se vuelve turbia e incierta, en cuanto se considera en profundidad su enraizamiento antropo-sociológico. La idea de finalidad sólo es evidente, clara, sin falla, tanto para los seres vivos, humanos, sociales, como para las máquinas artificiales, en la zona mediana de las especializaciones funcionales, de las programaciones, de las acciones y de las realizaciones utilitarias.

El error no sólo consiste en reducir el universo de la vida, del hombre, de la sociedad, al de las máquinas artificiales, sino también en reducir el universo de las máquinas artificiales a las máquinas artificiales. El error consiste en la racionalización cibernética que no quiere o no puede ver en el ser vivo y en el ser social más que una máquina engrasada y funcional que pide para siempre ser más engrasada y funcionalizada. Esta racionalización finalitaria se vuelve simétrica de la antigua causalidad elemental ya que, igual que ésta, expulsa la incertidumbre y la complejidad. ¡El error es el mismo que el del pensamiento tecnocrático que ha hecho de la máquina artificial, arbitrariamente aislada, el *eidolon* de toda vida, el nuevo ídolo, la reina del mundo robotizado! La finalidad es ciertamente una emergencia cibernética de la vida, pero emerge *en la*

complejidad. Ya sea en el organismo, el individuo, la reproducción, la especie, el ecosistema, la sociedad, la idea de finalidad debe ser a la vez integrada y relativizada, es decir, complejizada. No es una noción clara ni distinta, sisno vacilante. La complejidad la desmultiplica, pero también la oscurece. Los fines prácticos, las operaciones funcionales, son claros y evidentes, pero se engranan en finalidades cada vez menos claras, cada vez menos evidentes...

Dondequiera que haya finalidad, tanto en la máquina artificial como en el ser vivo, la finalidad se disuelve en las raíces, se ensombrece en las cimas. Remite siempre a la infrafinalidad, es decir, a los procesos genésicos de los que nacen las producciones-de-sí y los seres-máquina. Remite a la extra-finalidad, la existencia, esa cualidad no racionalizable que se expande en la vida, que la finalidad no puede ni encerrar ni articular. Remite a la meta-finalidad, donde los fines maestros son concurrentes, antagonistas, inciertos, indiscernibles, incluso inexistentes...

La finalidad es una idea abierta a su contraria, ligada a su contraria. Nace de la no-finalidad. Se disuelve por exceso de complejidad. Carece de todo soporte transcendente. Incierta en la base, incierta en la cima, es inestable, transformable. La finalidad es verdaderamente una emergencia: nace, muere, se metamorfosea. Nace con el bucle que, al mismo tiempo, constituye la finitud de todo ser maquinal y, encerrada en esta finitud, está abierta a lo que no tiene fin.

3. La endo-eco-causalidad

Piaget pensaba que la introducción de la finalidad en la ciencia constituía una revolución paradigmática, y resolvía la antigua querella entre determinismo y finalidad. De hecho, como hemos visto, la introducción de la finalidad debe de estar subordinada a la de generatividad (que ha permanecido desapercibida), relativizada y complejizada.

No hay progreso en sustituir una nueva simplicidad finalista a la antigua simplicidad anti-finalista, y esto tanto menos en cuanto que el anti-finalismo de la ciencia tenía precisamente como virtud la de rechazar y excluir el simplismo finalitario. La expulsión de la finalidad fuera del método científico no sólo era mutilante, frenaba muy inútilmente por un tiempo esa hemorragia de finalidad que el espíritu humano segrega ingenuamente sobre todas las cosas, para darles *un sentido.*

El progreso consiste en integrar la finalidad en la causalidad interior, que procede de la generación-de-sí, y en concebir esta causalidad generativa interior —la endo-causalidad—, en su relación compleja con la exo-causalidad. A partir de aquí no hay «resolución

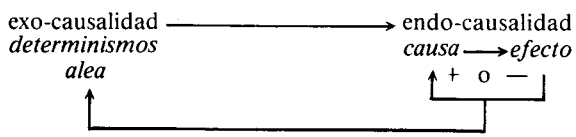
de un conflicto» entre finalidad y determinismo clásico, se da el necesario mantenimiento de un conflicto en el seno de una relación compleja, es decir, complementaria, concurrente y antagonista, entre endo y exo-causalidad. Lo hemos visto en el ejemplo de la caldera con termostato o de la homeotermia; la causalidad interna (calentamiento) es complementaria de la causalidad externa (enfriamiento) y al mismo tiempo antagonista. Complementariedad y antagonismo aparecen incluso como las dos caras del mismo fenómeno.

La endo-exo-causalidad es, de hecho, una «causalidad mutua interrelacionada» (Maruyama, 1974). Esta causalidad mutua constituye, con relación a ambas causalidades, como una meta-causalidad hecha de su asociación absolutamente complementaria (el principio de apertura hace que no se pueda concebir ninguna organización activa sin la co-presencia activa e íntima de la causalidad externa).

En el nivel de la organización viva, la relación endo-exo-causal se convierte en una relación auto-eco-causal. Es decir, que la organización-de-sí, devenida auto-organización, está dotada de una autonomía más grande, pero también de una nueva dependencia respecto del entorno, devenido ecosistema, y que obedece él mismo a formas *sui generis* de causalidad generativa. Lo que significa que las relaciones entre lo endo y lo exo alcanzan allí un grado muy alto de complejidad simbiótica y de interpenetración, puesto que el ecosistema está constituido por esos seres vivos, que se constituyen ellos mismos en y por sus interacciones ecologicas. Indiquemos, en fin, ya aquí que la causalidad interna se desborda sobre el entorno en sus productos, sus subproductos, sus comportamientos, sus sojuzgamientos, pero el ecosistema a su vez retroactúa en el sojuzgador/polucionador haciéndole soportar nuevas dependencias y el contragolpe de sus devastaciones.

Así pues, la revolución paradigmática no radica en la repromoción de la finalidad, radica en el meta-concepto de endo-exo-causalidad, que corresponde a la endo-exo-organización, la cual con la vida deviene auto-eco-organización.

La causalidad compleja comporta, pues:



Toma su impulso y despliega una dialéctica combinatoria infinita:

a) *Las mismas causas pueden conducir a efectos diferentes y/o divergentes.* En efecto, hay diferencia y divergencia cuando la

misma causa desencadena, acá una regulación o una reacción que anula el efecto previsible, allá una retroacción positiva que la amplifica. Además, la retroacción positiva puede acarrear por sí misma, ya sea la ruina del sistema en el que se desarrolla, ya sea su transformación, ya sea, también, nuevas morfogénesis por cismogénesis.

b) *Causas diferentes pueden producir los mismos efectos.* Las causas exteriores diversas, que podrían llevar a varios sistemas similares a evolucionar de manera divergente se encuentran cuasi anuladas por el contra-efecto de las retroacciones negativas bajo control informacional, y los sistemas, aunque deportados o desviados en su proceso, obedecen a la equifinalidad [1] que lleva a los mismos efectos.

c) *Pequeñas causas pueden acarrear efectos muy grandes.* Basta con una coincidencia entre una pequeña perturbación y un desfallecimiento momentáneo, pero crítico, en un dispositivo de corrección para que se desarrolle, a partir de una desviación local, un proceso de desestructuración o de transformación en cadena que entraña enormes consecuencias.

d) *Grandes causas pueden acarrear efectos muy pequeños.* A la inversa, el efecto de una enorme perturbación puede ser cuasi anulado al término de un trabajo regulador y reorganizador de todo el sistema.

e) *Algunas causas son seguidas de efectos contrarios.* Así, la causa desencadena una contra-acción inversa, como el enfriamiento provoca el calentamiento del organismo homeotérmico. En algunos casos, el efecto contrario surgido de la contra-acción llega a ser el único y verdadero efecto de la causa original; así, el resultado principal de una enfermedad superada es el de endurecer e inmunizar. El efecto final de una revolución puede ser la contra-revolución que ésta desencadena, al igual que el efecto final de un proceso reaccionario puede ser la revolución que éste desencadena por rechazo.

f) *Los efectos de las causas antagonistas son inciertos* (no se sabe si las retroacciones que se impondrán serán negativas o positivas).

Así nace y se desprende el abanico de una causalidad compleja que no encontrará más que en la vida (entendida en su sentido pleno que engloba las interacciones ecosistémicas y la evolución biológica) y, sobre todo, en la historia de los individuos y sociedades humanas, su plena expansión.

---

[1] La equifinalidad significa que un sistema puede, según los *alea*, dificultades, resistencias que encuentre, utilizar diferentes estrategias para alcanzar un mismo fin, y que varios sistemas parecidos pueden alcanzar los mismos fines por medios diferentes.

Y continuamente surgen paradojas de causalidad ininteligibles en el antiguo simplismo del determinismo mecánico: las causalidades interactúan e interfieren unas sobre otras de manera aleatoria: las grandes causas producen grandes y/o pequeños efectos, las pequeñas causas producen pequeños y/o grandes efectos, y la combinación de efectos esperados, de efectos inesperados, de efectos contrarios da a la vida, y sobre todo a la vida histórico-social, su fisionomía propia.

La causalidad compleja no es lineal: es circular e interrelacional; la causa y el efecto han perdido su sustancialidad; la causa ha perdido su omnipotencia, el efecto su omnidependencia. Están relativizados el uno por y en el otro, se transforman el uno en el otro. La causalidad compleja no es ya solamente determinista o probabilista; crea lo improbable, en este sentido, no concierne ya solamente a cuerpos aislados o poblaciones, sino también a seres individuales que interactúan con su entorno.

La causalidad compleja abarca un conjunto de causalidades diversas en cuanto a origen y carácter (determinismos, *alea,* generatividad, finalidad, circularidad retroactiva, etc.) y comporta siempre una dualidad fundamental endo-exo-causal. Para comprender cualquier cosa en la vida, la sociedad, el individuo, hay que recurrir al juego complejo de las causalidades internas y externas: los eventos internos no están teledirigidos por la lógica del exterior, y no están pilotados por una lógica de recipiente cerrado. Salvo en casos extremos, no se podría aislar con certeza lo que, en un fenómeno nuevo, constituye el «factor decisivo», «el elemento determinante». Cuando, de pronto, se precipita un desorden, un furor, nos podemos preguntar: ¿era el empuje demasiado fuerte?, ¿o la resistencia demasiado débil?

La dialógica, las dialécticas endo-exo-causales tienen un carácter aleatorio. Es como decir que la causalidad compleja comporta un principio de incertidumbre: ni el pasado, ni el futuro pueden ser inferidos directamente del presente (Maruyama, 1974). Ya no puede haber explicación del pasado asegurada ni futurología arrogante: se puede, se debe, construir escenarios posibles e improbables para el pasado y el futuro.

Hay que comprender que la misma causalidad puede tener un efecto ínfimo o, al contrario, por medio de las retroacciones amplificadoras, desestructurantes, morfogenéticas que habrá desencadenado, ¡rodar en avalancha por los siglos de los siglos!

CAPÍTULO V

Primer bucle epistemológico

física———biología———antropo-sociología

1. ARTICULACIONES Y COMUNICACIONES

La doble articulación

La noción de máquina no ha podido elaborarse más que a partir de una noción proveniente de la praxis antropo-social, que ha sido necesario aislar físicamente, para introducirla y hacerla viajar en la *physis* y el cosmos, pero que ha tenido que ser reintegrada socialmente para no caer en el error ontológico irremediable: hacer de la máquina artefacto el arquetipo de todos los seres-máquina. Ha sido necesario, pues, partir de nuestra sociedad, volver a nuestra sociedad; pero ha sido necesario, en el transcurso de este *inclusive tour,* a diferencia del turista de charter que vuelve a su punto de salida sin haber cambiado, que la noción de máquina trabaje sobre sí misma, se transforme al formarse. El concepto pródigo, a su regreso, llevaba la quemadura de los soles, las embriagueces de los torbellinos; había conocido la vida, hecho la vida. No regresaba para retirarse, regresaba para volver a partir.

La máquina wieneriana también había hecho un viaje, pero era el «pequeño cinturón», del artefacto al organismo y vuelta, y sin que aconteciese la revolución copernicana necesaria, es decir, la satelización del artefacto a la máquina viva y no el mantenimiento de la máquina artificial en el centro solar.

En el transcurso de nuestro viaje, se han realizado, creo, no sólo comunicaciones de máquinas a máquinas, sino también una primera

doble articulación entre los dominios no comunicantes, no articulados, de la física, de la biología, de la antropo-sociología.

La primera articulación está constituida por el concepto genérico de ser-máquina que, como se ha visto, abarca organizaciones físicas (las estrellas, los motores salvajes), biológicas (seres vivos, ecosistemas) y antropo-sociales (particularmente las megamáquinas que constituyen las sociedades históricas).

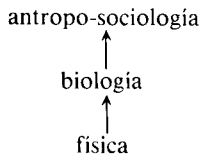
La segunda articulación está constituida por la organización comunicacional (co-cibernética) que concierne a los seres físicos (los ordenadores, los autómatas artificiales), a todas las organizaciones biológicas y a todas las organizaciones antropo-sociales.

La teoría de la organización activa o de los seres-máquina cubre, pues, los tres dominios de la física, de la biología, de la antropo-sociología entre los cuales permanece, siempre prohibida por inconcebible, toda teorización común, *que no sea reductora.*

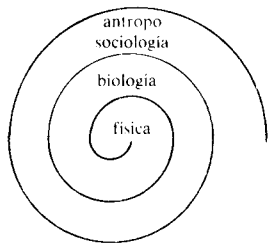
Ahora bien, se trata de una teoría compleja y policéntrica, que no reduce los distintos seres-máquina al modelo más «simple». No se trata tampoco de reducir a la idea de máquina, incluso compleja y *poiética,* todo lo que es vivo y humano. Y sabemos también aquí que si el ser y la existencia están fuera del alcance de las racionalizaciones, si están fuera del alcance de toda «explicación», pueden y deben ser categorías absolutamente reconocidas en el corazón de la teoría.

Así pues, se trata aquí de un esfuerzo de articulación compleja.

Se trata ciertamente, *pero no solamente,* de fundar lo biológico en lo físico y lo antropo-sociológico en lo biológico.



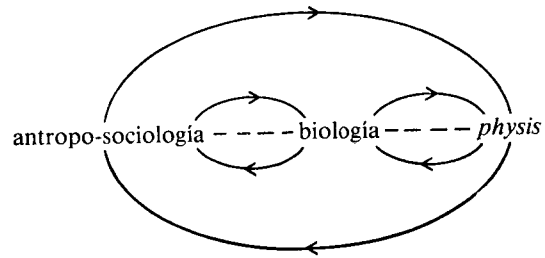
Se trata también, pero no solamente, de concebir la organización física en el interior de la organización biológica, y ésta en el interior de la organización antropo-sociológica.



Se trata también, pero no solamente, de concebir los conceptos físicos de máquina, producción, trabajo, etc., como conceptos que emanan de nuestra propia cultura y provenientes no sólo de observaciones sobre la «naturaleza», sino también de la organización de nuestra mentalidad, lo que remite no solamente a la organización del entendimiento humano, sino también a la sociología del conocimiento

sociedad ⟶ conceptos físicos

Se trata, sobre todo, de buscar un punto de vista que pueda reconocer y articular los puntos de vista más arriba expresados y establecer, a partir de estas articulaciones, *una circulación que constituya bucle.*



Circulación clandestina y circulación reflexiva

Ahora bien, una circulación tal parece bloqueada puesto que física, biología, antropo-sociología constituyen tres bloques herméticos los unos para los otros. Pero de hecho, siempre ha habido circulación clandestina tanto entre no-ciencias y ciencias como entre ciencias cuyas aduanas están siempre vigilantes para la experiencia fáctica, siempre laxas en las verificaciones conceptuales. Así, la circulación entre la física y la experiencia social no ha cesado, como lo atestiguan los conceptos físicos fundamentales de trabajo y de energía que han pasado de la praxis social a la física clásica. ¡Más aún: los términos de comunicación, información, código, programa, mensaje, finalidad han emigrado de la experiencia antropo-social a la cibernética de las máquinas artificiales y, de aquí, a la organización biológica, y vuelven a invadir bajo su nueva forma cibernetizada la organización antropo-social!

Ahora bien, no se trata de considerar como legítima *a priori* esta

circulación de conceptos, como he mostrado criticando duramente, en los capítulos precedentes, las modalidades de esta circulación. Se trata de sustituir la circulación clandestina por una circulación reflexiva, de sustituir las incursiones depredadoras, las anexiones y el sojuzgamiento de conceptos extraños por un nuevo modo de circulación.

Aquí se plantean las cuestiones inevitables, rechazadas y rotas por el parcelamiento disciplinar, ocultadas o ignoradas por los sistemismos o cibernetismos transdisciplinarios que no se plantean los problemas de su propio fundamento. Se puede plantear el problema como alternativa simple; ¿cuál es la legitimidad de conceptos físicos surgidos de la experiencia antropo-social? ¿No son ingenuamente antropomorfos y sociomorfos? ¿Cuál es la legitimidad de conceptos antropo-sociales surgidos de la física? ¿No son ingenuamente fisicomorfos, es decir, que proponen la reducción de las dimensiones antropo-sociales a la sola dimensión física?

De hecho, desde el comienzo, el problema se plantea en términos más complejos. Ya que debemos pensar, desde el comienzo, que todo concepto, incluso el más físico, es producido por un espíritu humano, luego hay siempre un lado antropomorfo, que todo lo que es humano tiene siempre una realidad física. Así pues, siempre hay en todo concepto físico la co-presencia clandestina de un antropo-sociomorfismo, en todo concepto antropo-social, la presencia clandestina de una realidad física. El verdadero problema, por consiguiente, es el de intentar superar *la combinación de las dos ingenuidades y cegueras, la del fisicomorfismo reduccionista y la del antropo-sociomorfismo reduccionista, que reinan conjuntamente hoy.*

Entrevemos aquí los dos callejones sin salida: uno, el del fisicismo abstracto de la ciencia clásica para el cual nosotros, observadores antropo-sociales, no tenemos ninguna existencia y ninguna realidad en la producción del objeto físico, que se desvela por sí mismo en la experiencia y la verificación objetivas; otro que toma primero la forma del idealismo subjetivo (el espíritu del sujeto ha producido un objeto que no existe más que en y por él) y que hoy toma la forma de un reduccionismo sociológico, para el que la única realidad es nuestra sociedad *hic et nunc,* que produce física y biología entre sus ideologías; es asimismo un idealismo, puesto que la sociedad humana se encuentra proyectada en el aire, en las nubes, sin sustrato, y deviene supra-física y supra-biológica; como el idealismo subjetivo, esta visión se encierra en el círculo vicioso del solipsismo, a falta de abrirse en bucle sobre la realidad exterior que la nutre y la co-organiza.

A partir de aquí, el problema es cómo unir lo que cada uno de estos puntos de vista comporta de verdad irreductible, sin escamotear lo que tienen de contradictorio.

Las dos entradas. El doble sistema de referencia

El paradigma de simplicidad nos impone una alternativa drástica entre el punto de vista fisicomorfo y el punto de vista antropo-sociomorfo. Ahora bien, aquí sólo podremos avanzar manteniendo los dos puntos de vista, es decir, considerándolos a la vez como complementarios y antagonistas. Se trata, pues, de alimentar una reflexión y una elaboración teórica de doble entrada. Con esto, el mantenimiento de la doble entrada del concepto de ser-máquina es necesario no sólo para la elaboración, sino para la vitalidad misma del concepto.

La entrada física: todo ser-máquina, ser vivo, humano, social incluso, debe ser considerado como ser físico. Por ello mismo nuestras nociones antropo-sociales de trabajo, producción, praxis, comunicación (y añado servidumbre/emancipación) deben ser concebidas en su enraizamiento físico.

La entrada antropo-social: hemos visto que el concepto productor de máquina era de hecho producido por la sociedad de la era industrial; hemos visto que era aberrante aislar la máquina artefacto de su matriz antropo-social.

Así pues, no es sólo la idea social de máquina la que debe referirse a la realidad física de máquina, también la idea física de máquina debe referirse a la realidad de la máquina social.

La necesidad de un bucle teórico

El problema del vínculo entre las dos entradas es, pues, el problema fundamental. ¿Cómo encontrar el meta-punto de vista, que pueda considerar conjuntamente una y otra entrada, es decir, cómo elaborar el meta-sistema que pueda integrar los dos sistemas de referencia necesarios, el físico y el antropo-sociológico? Ahora bien, aquí podemos dejarnos guiar por lo que hemos aprendido anteriormente: *el meta-sistema no puede ser más que un bucle retroactivo/recursivo,* que no anula, sino que se nutre de los movimientos contrarios sin los cuales no existiría, y a los que integra en un todo productor. *Así pues, el carácter antagonista de la entrada fisicomorfa y de la entrada antropo-sociomorfa, no sólo se convierte en lo que obstaculiza la constitución del meta-sistema, sino también en lo que es necesario para esta constitución.*

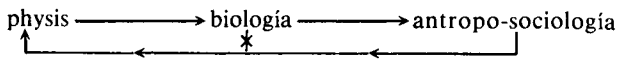
Aquí pues, el problema consiste en sustituir la reducción de uno de los términos al otro por un circuito, ni:

física ⟶ antropo-sociología

ni

física ⟵ antropo-sociología

sino



Es, pues, este circuito recursivo, en el que la socialización de la *physis* y la fisicalización de la sociedad llegarían a ser co-productores uno de otro, el que debería constituir el principio de la nueva visión teórica. Es en y por este circuito por el que podría desprenderse un doble enraizamiento teórico en la «naturaleza» y en la «cultura», en el «objeto» y en el sujeto.

Este bucle no puede construirse sin más por la voluntad del conceptuador/teórico. Si hay buclaje harán falta tanteos al azar, ensayos y errores, idas y venidas, intercambios, migraciones, transferencias, transformaciones de concepto, hará falta suerte... Si hay buclaje, éste no podrá tomar verdaderamente forma más que al término del tercer volumen de este trabajo. Pero ya aquí me he visto arrastrado a un circuito productivo al seguir en su viaje al concepto de máquina y al de comunicación. Estoy obligado a confrontar el enraizamiento antropo-social, no sólo de la máquina artificial, sino de todo concepto de máquina, y el enraizamiento físico de la máquina antropo-social.

2. La physis regenerada

Al eliminar de la naturaleza espíritus, genios, almas, la ciencia había eliminado de golpe todo lo que es animador, todo lo que es generativo, todo lo que es productor, o más bien había concentrado todas esas virtudes en una noción única: la energía.

La energía permitía fundar radicalmente la concepción anónima y atomística del mundo —puesto que ella misma constituía una entidad que podía ser descompuesta en unidades mensurables, puesto que podía inscribirse en las leyes impersonales de la naturaleza— permitía, convertida en generadora univesal, ahorrar organización, ser, existencia.

Paradójicamente en apariencia, el siglo XIX instala la máquina física en la sociedad y excluye toda idea de ser-máquina en la *physis*. Y es que extrae de la *physis*, por sus máquinas, para sus máquinas, la única cosa que le interesa pragmáticamente: *la generatividad o fuerza motriz*.

La energía es el concepto más grande que haya elaborado la ciencia del siglo XIX, el único que no ha sido alcanzado por la derrota de la física clásica en el siglo XX. Es una noción que ha necesitado una muy larga y difícil elaboración, de ahí sus caracteres a la vez de extrema complejidad y de extrema simplificación.

Es una noción compleja de hecho. La energía es a la vez indestructible (primer principio), degradable (segundo principio), polimorfa (cinética, térmica, química, eléctrica, etc.), transformable (en masa, es decir, materia). Su principio de identidad es, pues, complejo, puesto que mantiene su identidad a través de sus metamorfosis, su intangibilidad a través de la degradación.

Ahora bien, este complejo concepto corresponde de hecho a una extraordinaria simplificación del universo físico, del que se han suprimido las formas, los seres, los existentes, las organizaciones e incluso, finalmente, la materia para no considerar más que la energía como única entidad *real*.

Esta noción compleja y simplificadora es al mismo tiempo muy abstracta: nadie ha visto nunca la energía. Y, por ello, la noción de energía es el resultado de una elaboración muy larga: para construirla, ha sido necesario destruir, es decir, desintegrar las formas, las organizaciones, los seres, las existencias.

Ahora bien, esta noción tan abstracta es también terriblemente concreta. La extracción y manipulación de la energía pasa por la destrucción concreta o el sojuzgamiento concreto de las formas, seres, organizaciones de los que forma parte. ¡La localización y la medida de la energía, es decir, de la fuerza de trabajo, es lo que abre la puerta a la manipulación, la transformación, la potencia ilimitada! Así, mientras que en la sociedad, máquina y energía van a la par, la energía ignora las organizaciones y los seres naturales porque son las máquinas artificiales las que extraen y utilizan la energía para la organización antropo-social. Así la energía, al realizar de manera absoluta la atomización del mundo físico, realiza por lo mismo el sojuzgamiento de la naturaleza por el hombre. Todo progreso en la manipulación de la energía corresponde, por lo demás, a una regresión de ser y de existencia: el caballo de vapor expulsa al caballo de estiércol.

Así, la energía realiza esta maravilla del mayor reduccionismo físico que se pueda concebir (puesto que todas las formas, organizaciones, existencias son reducidas a la entidad energética) y, en este sentido, es un concepto en apariencia totalmente fisicomorfo. Pero este concepto aparentemente fisicomorfo es de hecho íntegramente antropocéntrico, e incluso antropomorfo puesto que la energía se define por la aptitud para trabajar.

La energía es un caso típico de lo que Whitehead llamaba la concretitud mal colocada. Concreta lo es: corresponde a la motricidad; a la generatividad, que están latentes o activas en toda organi-

zación, desde el núcleo del átomo hasta el sol; concreta es la manipulación de la energía y por la energía.

Pero la «verdadera» concretitud está en los seres humanos y sociales, en las máquinas motrices y los torbellinos, turbulencias, explosiones que ellas producen. La concretitud natural está en las organizaciones, los seres, los existentes... Y es esta concretitud la que se encuentra oculta.

Aquí podemos comprender mejor la dificultad del problema de la relación entre ciencia e ideología. El concepto de energía no es «falso». He indicado incluso que era, en su simplificación misma, un concepto singularmente complejo, teniendo por consiguiente una riqueza propia que no es solamente pragmática. Lo que es grave, es la hipóstasis del concepto de energía, que oculta todo lo que obstaculiza a la manipulación. Lo que es grave, es que la manipulación del concepto de energía permite cortar las comunicaciones, borrar las organizaciones, ignorar los seres. La ideología de la energía es lo contrario del mito arcaico. El mito arcaico ponía alma en el torbellino. La ideología atomizante ha devastado finalmente el universo sobre el que ha podido desplegarse entonces la mitología del hombre, único ser, único existente, único organizador, único animador, único creador. En este sentido, el concreto de energía corresponde a la organización industrial del sojuzgamiento: la ideología de la energía no es añadir, es restar, cortar, dividir, enturbiar, ocultar.

El logro formidable de la física clásica no debe enmascararnos su carencia de base. Una física tal no ha podido cubrir la realidad de la *physis* más que desintegrándola. No sólo está privada de todo principio de organización y de generación: su lógica misma destruye organización y generatividad; se comprende, pues, que los seres biológicos o sociales, que son sin embargo seres físicos, le sean totalmente ininteligibles.

Ahora bien, la teoría de la máquina generalizada nos permite repoblar y reanimar la *physis*, resucitando en ella a los seres, volviendo a encontrar la existencia, volviendo a descubrir el sí, restituyendo a la organización su verdad generadora y productora[1]. La teoría del

[1] Durante un coloquio sobre la noción de información *(Concept,* 1965), Ferdinand Alquié espetó a Norbert Wiener:

—¡Una máquina no experimenta dolor!

Y Wiener:

—Esto no es seguro.

Alquié cree oponerse a una pretensión exorbitante del mecanismo. Pero su espiritualismo expresa el mismo menosprecio que el cientificismo para un universo físico que no está hecho más que de materia/energía, y no de seres existentes. Wiener, en su réplica (que tomaríamos demasiado fácilmente por un arrebato) indica que si el dolor es una emergencia misteriosa propia de un existente dotado de un en-cuanto-a-sí, entonces no es seguro que el ser de la máquina, incluso artificial, no pueda experimentar en sus perturbaciones *su* dolor. Le parecía cierto a Aristóteles que el esclavo era una herramienta animada. Era cierto para Descartes que el animal no tenía alma... quizá Wiener «no haya dado en el clavo», pero su propósito es muy fuerte: el dolor, al igual que el alma, son emergencias propias de los seres máquina: nosotros, los vivos, somos seres de esos, es posible, nacerán quizá otros...

ser-máquina integra necesariamente la energía, pero ya no permite concebir la energía de manera solamente atomística y aislante. En el mismo movimiento, la idea de polimáquina se opone a toda concepción aislacionista de la máquina, la idea de organización abierta sitúa a todo ser-máquina en una relación orgánica con su entorno. El universo no solamente se ha repoblado y reanimado, se ha solidarizado. No resulta de ello una beatificación eufórica de la *physis*, presentada como un paraíso de armonía. Este tipo de visión me desola tanto como me horroriza el otro. Una y otra expulsan de la *physis* y del cosmos la tragedia infinita de la destrucción y de la dispersión, esta dimensión shakespeariana, que no está sólo en Shakespeare ni en la sola historia humana, sino que es la historia de caos/*physis*/cosmos.

A partir de aquí podemos concebir una *physis* generalizada, es decir, que concierna directamente a todo lo que es organización, ser, por tanto, al fenómeno vivo y al fenómeno humano. Es necesario que al comienzo sea compleja (para no ser reductora) y que disponga de un principio generativo. Ahora bien, los conceptos de organización activa, de bucle recursivo, de organización-máquina muestran que hay en el universo, presentes en los seres-máquina, no sólo el principio genésico de los encuentros organizadores, sino el principio de generatividad, *poiesis* y producción. Una física generalizada es posible en cuanto se concibe una *physis* generativa.

Por otra parte, una física tal debe ser compleja, no sólo en su principio genésico, sino en su concepción misma del ser-máquina. Si la noción de máquina es simple, como la de artefacto cibernético, entonces todas las generalizaciones se vuelven desnaturalizantes y mutilantes. Por el contrario, si es compleja, entonces está justificado, en principio, tanto el proyectar en ella nociones antropo-sociomorfas —como producción, trabajo, organización, máquina— como proyectar sobre el ser antropo-social nociones fisicomorfas. Dicho de otro modo, la articulación y el buclaje antropo-físico necesitan una complejidad generalizada.

Una física tal podrá ser tanto menos dominadora o imperialista por cuanto que continuamente pondrá en evidencia su cordón umbilical que la une al conceptuador-sujeto y, a través del conceptuador, al espíritu humano, la cultura, es decir, la organización profunda de una sociedad. Y es esto lo que, a la vez, podrá permitir concebir una *physis* que se hace generadora, a través de evoluciones

y paradas, de una generatividad antropo-social, en sí misma generadora de una ciencia que genera en sí misma esta *physis*...

3. La vida: poli-súper-meta-máquina

El enraizamiento físico de todo lo que es vida no está solamente en el carácter químico de todas las operaciones de un organismo ni, por supuesto, en la sola obediencia a las Leyes de la Naturaleza, como la de la caída de los cuerpos. Está sobre todo en la naturaleza organizacionista: la pertenencia a la familia Mecano. *Los seres vivos pueden ser definidos como seres físicos productores dotados de cualidades originales llamadas biológicas,* remitiendo el término de biología a las complejidades específicas de su organización y a las emergencias globales indisociables de esos seres en tanto que todos. Así pues, la idea de máquina viva enraiza a la vida en esas categorías fundamentales de la organización física: la organización productora y la organización reorganizadora, la organización embuclante y la organización abierta. Por lo que la idea de máquina viva —de ninguna manera entendida en el viejo sentido relojero y vaucansoniano, ni tampoco en el sentido deformado por la cibernética que toma al artefacto como modelo— llega a ser de una importancia teórica capital para determinar las relaciones entre física y biología. La vida es una organización, como veremos, super y meta-maquinal, susper y meta-cibernética, pero no meta-física. Lleva a niveles prodigiosos —que envuelve, significa y enmascara la palabra biología— las virtudes organizacionales de la reorganización y producción permanente, los desarrollos existenciales de la apertura y del buclaje... No obstante, y me disculpo por repetirlo, pero debo de estar vigilante respecto de las pesadeces reinantes, no es cuestión aquí de reducir lo biológico a lo físico. Se trata de rehabilitar lo físico restituyéndole su virtud, no sólo organizadora, sino también productora. Se trata, al mismo tiempo, de fundar una de las dos bases primeras de la unidad de las ciencias: una *physis* compleja. Se trata todavía menos de concebir al ser vivo a imagen robótica y pinochesca del autómata artificial. Se trata más bien de concebirlo como un Petrouchka, autómata escapado de los hilos deterministas de la antigua física, que vive, sufre, ama, muere y, una vez muerto, se vuelve de nuevo muñeca llena de salvado —quiero decir de materiales químicos. Se trata de algo más que considerar al ser vivo como máquina aislada (organismo); se trata de concebir una totalidad polimaquinal (biosfera) constituida espacio-temporalmente por ecosistemas, ciclos, reproducciones de seres individuales en los que van a emerger la afectividad y la inteligencia.

Se trata al mismo tiempo de concebir la vida como super-

máquina. La vida es super-máquina, super-cibernética, super-autómata porque desarrolla no sólo caracteres que han quedado atrofiados o embrionarios en los artefactos (regulaciones, homeostasis, juegos combinados de las retroacciones positivas/negativas, sojuzgamientos mutuos, desarrollos inauditos de una organización comunicacional), sino también virtudes desconocidas para las demás máquinas, como *autos* individual, la auto-reproducción y la organización geno-fenoménica (cfr. tomo II, parte III, cap. II).

Dicho lo que había que decir, no se puede *encerrar* el concepto de vida en el de máquina, ni en el de autómata. El concepto de vida los contiene, los desborda, los rebasa y es él el que los encierra. Aunque hayamos podido encontrar en la organización física, no sólo conceptos de base para la organización viva, sino también de alguna manera las ideas de ser y de existencia, no estamos todavía en el vivir, ni organizacional, ni ontológica, ni existencialmente. La vida es un fenómeno metamaquinal, metacibernético y, como se verá en el tomo II, buscaré la «vida de la vida» más allá de los sistemas, de las máquinas, de los autómatas, incluyendo también necesariamente las ideas físicas de sistema, máquina y autómata.

Dicho a su vez lo que había que decir y debía decirse, debemos considerar, hasta qué punto la vida, aun siendo super-meta-maquinista, está más cerca de la *physis* organizante que la máquina artificial sin embargo estrictamente física. En efecto, si los artefactos son seres físicos, necesitan siempre un *deus pro machina* antropo-social que los conciba, los fabrique, les dé el biberón, les ponga los pañales, los mantenga; sin savia humana ni alimento social, pierden sus cualidades de máquinas, se encuentran reducidos al estado de cosas, se degradan y se arruinan. La vida, ella, no necesita ningún *deus pro machina,* ninguna envoltura superior, ningún soberano suprabiológico para vivir. La máquina artificial es la hija mongólica de formidables megamáquinas sociales constituidas por seres con grandes cerebros. La máquina viva es una huérfana, nacida en el cieno, los remolinos, los *alea,* en el juego genésico de las interacciones al azar. Desembocamos aquí en una paradoja admirable: el artefacto, máquina estrictamente física, es mucho menos física que el ser vivo. Necesita para nacer mediaciones organizadoras de la vida, de la humanidad, de la sociedad industrial. Su placenta es bio-antropo-social. Mientras que la super y meta-máquina viva, ha nacido de procesos físicos y nada más. La vida, nacida de la no-vida, sólo necesita la vida para renacer. De la misma manera el hombre, nacido de la no-humanidad, sin demiurgo creador, está más cerca, en este sentido, de la *physis* que la máquina física que él ha creado.

Así pues, henos aquí totalmente fuera de la alternativa bien conocida que nos insta a elegir entre el reduccionismo físico y el vitalismo. Aquí, al contrario, la sumersión en la *physis* es más radical que en todo reduccionismo físico-químico, y el reconocimiento de la

irreductible originalidad de la vida está tanto más fundada en cuanto que no se opone ya a la *physis*. Hay que comprender que la fuente de lo que une (la vida a la *physis)* es también la fuente de lo que separa. Para progresar en esta idea, tendremos que examinar un término misterioso, que establece a la vez el vínculo y la separación; término evocado ya en este capítulo, pero aún no tratado, y que necesitará pronto un examen: la información.

ARTEFACTO	SER VIVO
origen: *deus pro machina;* sin auto-reproducción	origen: interacciones y encuentros físicos, después ciclos de reproducción
retroacciones negativas; retroacciones positivas destructoras salvo excepción	retroacciones negativas unidas dialógicamente a retroacciones positivas; relación compleja positivo/negativo
buclaje regulador, autonomía; automatismos, sin auto-reorganización permanente	buclaje existencial, automatismo, con auto-reorganización permanente
máquina funcionalmente abierta; disociación entre el ser, el trabajo, las tareas, la finalidad.	máquina funcional y existencialmente abierta; sin disociación entre el ser, el trabajo, las tareas, la finalidad
los fines son claros, distintos, exteriores, pero se vuelven oscuros en cuanto se confunden con las finalidades antropo-sociales	los fines son oscuros, ambiguos, la máquina viva es y no es su propio fin
el desorden y el «ruido» degradan la máquina	la máquina viva no puede existir más que con desorden y ruido, en una relación complementaria, concurrente y antagonista
ser-máquina	ser existencial súper-meta-máquina
objeto físico, con algunos rasgos biológicos y psíquicos	sujeto objetivo *(autos)*
dependencia respecto de la mega-máquina antropo-social	inseparable de un todo polimaquinal que comporta ecosistemas, ciclos de reproducciones, interretroacciones individuales y sociales.
la comunicación depende del mandato	relación en principio compleja mandato/comunicación.

4. La articulación antropo-sociológica

La articulación psico-física: inteligencia de una máquina

El desarrollo de los ordenadores parece haberse hecho de lo físico a lo psíquico saltando a pie juntillas por encima de lo biológico. Las máquinas, incluso regidas por ordenadores, no han adquirido más que algunos rasgos secundarios de la organización viva. Es entonces tanto más sorprendente que los ordenadores hayan adquirido algunas cualidades no secundarias del espíritu humano:

— memoria (aunque la memoria del ordenador sea radicalmente diferente a la memoria cerebral);
— computación (no sólo cálculo, sino operaciones lógicas en el tratamiento de la información);
— percepción *(pattern recognition);*
— aprendizaje *(learning);*
— solución de problemas *(problems solving);*
— toma de decisiones *(decision taking).*

Esto es de una importancia teórica crucial a la vez para la teoría física, para la teoría de la vida, para la teoría antropo-social.

En primer lugar, nos damos cuenta de que operaciones clave del espíritu, cualidades inteligentes, rasgos de pensamiento dependen no sólo de operaciones electrónicas, sino de fenómenos de organización estrictamente físicos. Hay una física de la inteligencia (Auger, 1966) y volveré sobre ello. Pero esta inteligencia, a menudo sobrehumana por su capacidad de computación, no tiene ni la inteligencia de la vida, ni la vida de la inteligencia. Estos ordenadores no soportan el desorden, no saben tratar ni lo impreciso ni lo loco, son incapaces de fantasía, de imaginación, de creatividad. Ahora bien, son precisamente los rasgos —aparentes defectos (presencia de lo impreciso y del desorden) y cualidades evidentes ligadas a esos defectos (inventiva, creatividad)— que son comunes a la organización viva y a la inteligencia humana.

Dicho esto, está claro que una pasarela une en lo sucesivo a la organización física del ordenador y a la organización de la inteligencia humana. El ordenador demuestra que al menos algunas cualidades incontestablemente espirituales dependen de virtudes organizacionistas físicas, que pueden operar sin necesitar la organización biológica (aunque no hayan nacido más que gracias a la evolución biológica, de la cual han surgido seres vivos, inteligentes creadores de máquinas artificiales).

Que ciertos rasgos del pensamiento puedan existir en un ser puramente físico no sólo no humano, sino no biológico, es de un alcance epistemológico considerable; no existe ya esa incomunicabilidad total, esa disyunción absoluta entre el mundo del «objeto» físico y el del sujeto pensante (Gunther, 1962, pág. 330). Por primera vez en la historia del occidente moderno, los dos universos por siempre disyuntos del Espíritu y de la Materia, del Sujeto y del Objeto, han encontrado una comunicación. El espíritu, desde el siglo XVII hasta el behaviorismo incluido, fue juzgado indigno de la ciencia por la ciencia, mientras que la metafísica juzgaba a la ciencia indigna del espíritu. El espíritu no parecía tener que volver jamás a una ciencia que en su principio mismo negaba su existencia y su acción. Ha entrado por la sala de máquinas, por la puerta de servicio de los ordenadores, poniéndose de golpe en el centro mismo de la física. Esta entrada física hace triunfar al viejo materialismo para el que no existía nada que pudiera estar por encima de la *physis;* pero al mismo tiempo lo aniquila, puesto que el espíritu, para él, no podía corresponder a ninguna realidad organizadora.

La física social

El concepto de máquina nos concierne y nos asedia directamente, a la vez por la organización viva, puesto que somos seres vivos dotados de un aparato neurocerebral, por la organización misma de este aparato, es decir, la organización del espíritu (siendo concebido el espíritu aquí como la totalidad que emerge de la organización-cerebro), y, en fin, por la organización social. Hemos dado ya algunos elementos sobre la articulación socio-física (o «física social», muy diferente de la que había concebido Auguste Comte) en el capítulo I de esta segunda parte donde ha emergido, gracias a Lewis Mumford, el tema de la megamáquina social. El tema del Estado ha surgido igualmente en el capítulo III con la teoría de los aparatos. Abordaré de frente, en el tomo II, el problema propiamente sociológico de la organización.

«Somos máquinas»

A partir de aquí, un «Somos máquinas» ya no es la réplica tecnocrática, bajo la égida del ordenador, de la reducción cartesiana de lo animal a lo maquinal (entendido en sentido mecánico) y de la reducción lamettriziana del hombre al animal maquinalizado. El parentesco entre lo maquinal y lo vivo es contrario al que habían creído Descartes y La Mettrie: uno y otro enturbian de la idea de máquina todo lo que fuera inteligencia, espíritu, subjetividad. Descartes quería degradar al animal comparándolo con el hombre. La

Mettrie quería degradar al espíritu con respecto a la materia. Ahora bien, aquí regradamos al mismo tiempo la máquina, la organización física, sin degradar ni mucho menos al animal, al espíritu, al hombre. «Somos máquinas» no es para el hombre la búsqueda de una reducción, sino la búsqueda de una originación. Esta originación no está en la máquina artificial, está en la polimáquina viva, que forma parte ella misma del sistema de la máquina solar. Esta originación está en profundidad en la *physis* organizadora. No nos remite a las leyes mecánicas, sino a una lógica compleja. «Somos máquinas» nos enseña el trasfondo organizacional, práxico, productor, comunicacional de nuestro ser individual y social.

Por lo demás, al sumergirnos en la arqueología física de nuestra maquinalidad, nos sumergimos al mismo tiempo en la arqueología de las nociones clave de nuestro vocabulario trivial que empleamos continuamente de manera nunca pensada, nunca arraigada, sino siempre molar: trabajo, transformación, producción, praxis, comunicación, información, aparato, servidumbre, emancipación. Más aún: ¿cómo hablar de la producción del hombre por el hombre sin concebir este ser-máquina?

En fin, el «Somos máquinas» nos reintegra a la familia Mecano, quiero decir nuestra tierra y nuestro sol, nuestros vientos y nuestros ríos, nos reconcilia y nos une por genealogía a la leche de nuestra nebulosa, a las génesis elohísticas...

5. LA RUEDA: CÍRCULO VICIOSO Y BUCLE PRODUCTIVO

Somos máquinas —y al mismo tiempo somos nosotros los que producimos el concepto de máquina. Somos nosotros quienes hemos inscrito este concepto de máquina en el corazón de la física, somos nosotros quienes hemos constituido su generatividad. Así pues, nosotros, generadores del concepto de máquina, nos consideramos generados por máquinas bio-antropo-sociales, ellas mismas generadas a partir de las virtudes productoras/organizadoras, es decir, maquinadoras y maquinales, de la *physis.* De nuevo nos encontramos con la gran paradoja, pero ésta se inscribe en la necesidad, propia de todo conocimiento, de generar conceptos para concebir su propia generación, la cual procede de una praxis anterior al concepto que la designará. Aquí debo concebirme en tanto que sujeto histórica y culturalmente situado y fechado: proyecto el concepto de máquina en una realidad exterior y anterior, no solamente a mí y a mi cultura, sino a la humanidad y a la vida misma. Ahora bien, esta cuestión debe ser proseguida así: ¿de dónde procede el proyectante, de dónde procede su cultura, de dónde su sociedad, su humanidad, su vida, sino de una *physis* dotada de cualidades organizadoras donde apare-

cen los seres-máquina? Un bucle se forma, allí donde la máquina resulta co-producida por la presión del «objeto» (la *physis* organizadora), sobre su observador conceptuador y por la expresión del sujeto (que bebe de su capital científico-cultural). El bucle no puede constituirse más que a condición de que haya reflexión crítica sobre el conocimiento y la ciencia mismos, que haya posibilidad de distanciamiento crítico respecto de la sociedad de la que formamos parte (sociedad que es a la vez el obstáculo y el medio de la toma de conciencia del concepto complejo de máquina). A partir de aquí, podemos aplicar el concepto de máquina a la *physis,* a nuestra sociedad, al «objeto», al sujeto. A partir de aquí, este concepto de máquina, por una parte, nos funda y nos confirma retroactivamente en nuestra originación física; por otra parte, nos recuerda que su elaboración es inseparable de nuestra experiencia antropo-social *hic et nunc,* la cual no es de ninguna manera un andamio que se pueda desmontar una vez el edificio terminado, sino que sigue formando cuerpo con el edificio mismo.

A partir de ahora, el artefacto, que ha dejado de ser el modelo falsificador del concepto de máquina, se convierte en la noción placa giratoria, ya que participa estrechamente tanto de nuestro universo antropo-social más concreto y más actual, como de la *physis* en lo que ésta tiene de no biológico y antropológico. Es a la vez esencialmente físico, concebido como ser aislado, y esencialmente humano concebido en su matriz antropo-social. Es, pues, el meollo de la rotación conceptual y no el centro ideal de nuestro propósito. Nuestro propósito es, por el contrario, la rotación, el circuito, el caminar organizador del método...

Esta rotación nos lleva a fisicalizar nuestras nociones, después a socializarlas, después a volverlas a fisicalizar, después a volverlas a socializar, y así sucesivamente hasta el infinito. No nos parece que esto sea un círculo vicioso, sino una praxis productiva, precisamente porque hemos visto que el bucle recursivo de la producción de sí a condición de ser abierto, es decir alimentado, es lo contrario del círculo vicioso. En esta praxis productora, las nociones de producción y de máquina giran y deben girar. Así, pues, el concepto de *producción del hombre por el hombre* es de hecho un concepto recursivo, que implica, y necesita, la megamáquina social, que necesita e implica la apertura nutritiva sobre la naturaleza biológica y física, ya que el hombre se produce a sí mismo en la vida y con la vida, en la *physis* y con la *physis.* Marx eligió un concepto clave: producción. Vio que éste estaba en relación «dialéctica» con la «naturaleza», incluso expresó, pero no formuló, su naturaleza rotativa recursiva[1]. Ahora bien, aquí podemos formular un poco más explícitamente la

[1] Producción del hombre por el hombre ⟶ hombre ⟶ producción
(con retorno: producción ⟶ hombre)

idea ya presente en el manuscrito de 1844, de que somos productos de la *physis,* al mismo tiempo que la *physis* es una producción antropo-social. Podemos comprender un poco mejor, gracias a la idea recursiva, que esas dos proposiciones contrarias, lejos de anularse, se completan, pero a condición de que sean integradas en una praxis teórica organizadora/productora del saber.

Aquí, lo repito, no estamos más que al comienzo de la empresa. Habrá que intentar todavía muchos viajes, intercambios, elucidaciones, elaboraciones, antes de poder efectuar la articulación fundamental y recursiva físico-bio-antropo-sociológica y, más difícil aún, entre el sujeto y el objeto.

Nos falta todavía no sólo conocimiento, sino conocimiento del conocimiento (sus condiciones, sus caracteres, sus determinaciones bio-antropo-sociales): lo que nos falta es la noción misma de sujeto, que aquí no emerge más que de manera ectoplásmica, epifenoménica. Lo que nos falta es una base sociológica, ya que la sociología, lejos de ser una ciencia segura, es lo contrario, y podría demostrar esta aserción negativa, es una ciencia que no existe aún. Para existir, por lo demás, necesitaría fundarse en una biología nueva, cuando ésta no ha hecho más que empezar su revolución teórica; por lo demás, tal biología necesitaría, para llevar a cabo esa revolución teórica; una física también ella revolucionada, cuando quiera que la física está todavía en una crisis profunda que la disloca, pero no la recompone todavía. Por lo que los términos que han de articularse en el bucle recursivo del nuevo conocimiento distan mucho de estar constituidos; peor, necesitan para formarse que se efectúen las primeras idas y venidas, los primeros circuitos, los primeros esbozos de buclaje. Por lo que aquí no se trata de la fórmula «bucle» que sustituye a otra fórmula. El bucle debe formarse a través de las construcciones, reconstrucciones, articulaciones en las que la nueva ciencia antropo-social necesita para organizarse la nueva biología y la nueva física, las cuales necesitan para organizarse integrar en ellas el punto de vista de la organización mental, cultural y social del científico. Así pues, habrá que intentar hacer de manera que todo progreso en la teoría de la organización física y en la de la organización viva pueda constituir el fundamento de un progreso en la teoría de la organización antropo-social, el cual, a su vez, pueda hacer progresar el conocimiento de las determinaciones antropo-sociales del conocimiento físico y biológico, y así sucesivamente... La amplitud de esta tarea es espantosa, pero no menos espantosa que el vacío bárbaro de la organización de nuestro saber, el que se cree más adelantado: el saber científico.

PARTE TERCERA

La organización regenerada y generativa

Una de las herramientas más poderosas de la ciencia, la única universal, es el contrasentido manejado por un investigador de talento. B. MENDELBROT

La información, el más vicioso de los camaleones conceptuales H. VON FOERSTER

Hemos seguido un camino equivocado al considerar la información separadamente. Es indispensable examinar siempre el conjunto: información más neguentropía. L. BRILLOUIN

La información es la neguentropía potencial.
C. DE BEAUREGARD

Que la entropía vaya unida a la información es el descubrimiento más grande de la historia, para la teoría del conocimiento y para la teoría de la materia.
M. SERRES

CAPÍTULO PRIMERO

La organización neguentrópica

Introducción

Neguentropía. Información. Dos conceptos-enigma. Uno y otro han errado, emigrado, a veces saludados como palabras-maestras, a veces expulsados como pura mistificación, buscando oscuramente introducirse en la órbita de un concepto solar, aunque éste —la organización— permanece ignorado todavía.

Voy a intentar demostrar que la organización es lo que incluye y une la una a la otra, neguentropía e información.

Hemos visto ya, que no hay entropía sin una organización previa; veremos que no hay neguentropía sin una organización productora-de-sí, es decir, sin «bucle» generativo; veremos enseguida que no hay información sin una organización «neguentrópica».

Entropía/neguentropía: la misma, la inversa, la otra

En términos de medida, entropía y neguentropía son dos lecturas, una con signo +, la otra con signo —, de la misma magnitud, como la aceleración y la desaceleración para la velocidad, la pesadez y la ligereza para el peso. Todo sistema macroscópico puede ser leído según su entropía S o su neguentropía —S, según se considere su desorden o su orden. En este sentido (y a la inversa que en una cuenta bancaria), el + concierne al debe organizacional (desorganización), el signo — concierne al crédito organizacional.

Toda organización puede ser, efectivamente, considerada como un islote de neguentropía. Las organizaciones no activas y los sistemas cerrados no pueden evolucionar más que en el sentido de

entropía creciente. Por consiguiente, sólo tiene un sentido el signo +, que es el de su evolución. Pero todo cambia desde el momento en que se considera una organización productora-de-sí; a pesar del trabajo ininterrumpido que efectúa tal organización, la entropía no va del — al +; permanece estacionaria mientras que dura el sistema; pero este balance estacionario encubre la producción de organización que se efectúa a través de la reorganización permanente. También encubre, si se considera que el sol está en estado de entropía estacionaria, que éste no solamente produce sin discontinuidad su propio ser, sino que produce también átomos pesados y radiación, la cual nutre, en nuestro planeta, la organización llamada vida.

De modo más general, son todas las organizaciones productoras-de-sí, comprendidos torbellinos y remolinos, las que nos plantean el problema de inversión, ciertamente local y temporal, pero real, del curso de la entropía. Y es sobre todo la vida la que toma prestado de la manera más asombrosa el sentido prohibido del + al —, en sus ontogénesis y filogénesis, así como en cada instante de existencia de los organismos que, «viviendo a la temperatura de su destrucción» (Trincher, 1964), restauran, fabrican, reemplazan aquello que se degrada sin cesar.

Con todo, este carácter paradójico permaneció anestesiado durante casi un siglo. En efecto, el organismo no era percibido como un sistema físico; todavía más: la infracción permanente que parecía cometer el ser vivo de la ley termodinámica alimentaba la prueba «vitalista» de que las «leyes» de la «materia viva» ignoran las leyes degradantes de la «materia física».

Fue precisa toda la insistencia de la visión fisicista de Schrödinger para que al fin el problema de la organización viva fuera planteado bajo el ángulo de los dos sentidos de la entropía (Schrödinger, 1945). De pronto, se constituye una disociación entre lo negativo y lo positivo de la entropía que, sin embargo, sigue siendo *una* en la base, y la idea de neguentropía toma cuerpo. Pero toma cuerpo solamente para todo lo que procede de una organización activa. Si se permanece en el marco de las organizaciones no activas y los sistemas cerrados, la neguentropía continúa sin diferenciarse de la entropía, como no sea por una lectura en negativo de la misma magnitud, lectura que no tiene ningún interés porque no indica el sentido del proceso evolutivo. Por el contrario, en el marco de las organizaciones activas y productoras-de-sí, la neguentropía toma forma de proceso original que, aun suponiéndolo, se convierte en antagonista del proceso de la entropía creciente. Dicho de otro modo, el proceso neguentrópico remite a una *Gestalt* o configuración organizacional totalmente distinta de aquélla en donde reina el proceso entrópico, aunque esta configuración produce necesariamente la entropía.

Así pues, podemos definir la neguentropía en términos activos, productivos y organizacionales. En términos estáticos, toda organización es un islote de neguentropía, pero si ese islote no es alimentado con organización generativa o regenerado por la organización activa, no puede hacer más que corroerse en cada transformación. El término neguentropía es en este caso una tautología que significa que una organización es de la organización. En términos dinámicos, una organización es neguentrópica si está dotada de virtudes organizadoras activas, las cuales, en última instancia, necesitan un bucle recursivo productor-de-sí. El concepto de neguentropía, así entendido, es el aspecto termodinámico de toda regeneración, reorganización, producción y reproducción de organización. Se origina y toma forma en el bucle recursivo, cíclico, rotativo que se recomienza sin cesar y reconstruye sin cesar la integridad y/o la integralidad del ser máquina. Así pues, hay una relación indisoluble:

NEG (entropía) = GEN (eratividad)

Ahora bien, no se puede comprender la dimensión activa de la neguentropía organizacional si se permanece en los términos estáticos de la medida boltzmanniana; suponiendo que se pudiera medir la entropía de un sistema vivo durante un tiempo T, no se observarían más que variaciones oscilando alrededor de un estado de entropía estacionaria; ahora bien, el balance de entropía estacionaria, lejos de revelar un estado cero, es de hecho la suma nula resultante de dos procesos antagonistas, desorganizador el uno (entropía creciente), reorganizador el otro (neguentropía). Ocultan a la vez estos dos procesos inversos. Aquí, el balance de la entropía estacionaria oculta el proceso original y generativo, que produce y regenera el estado estacionario. Así, tenemos que distinguir la neguentropía-proceso, que se refiere a una organización dotada de generatividad, de la neguentropía-medida, que cuantifica los estados. La neguentropía-proceso es un concepto que no contradice en nada a la neguentropía-medida, la cual surge de un concepto evolutivo llamado entropía por Clausius, para significar *regresión*. La neguentropía-concepto se sitúa en el mismo nivel evolutivo que el de Clausius, del cual llega a ser el complementario antagonista *(regresión de la regresión a través de la regresión)*. La diferencia es que la neguentropía-proceso no es universal como lo es la entropía; no puede instalarse en el marco general del «sistema»; no tiene existencia más que en el marco específico y original de las organizaciones productoras-de-sí. Así pues, la neguentropía de que voy a hablar es siempre un rasgo de complejidad de los seres-máquina [1].

[1] Lo que hemos dicho anteriormente sobre las máquinas artificiales vale para el problema de la neguentropía. Estas máquinas son neguentrópicas solamente de manera

En la naturaleza hay muchos *estados* neguentrópicos fuera de la organización, como el desequilibrio entre una fuente caliente y una fuente fría; pero estos estados no llegan a ser *procesos* neguentrópicos más que si existen organizaciones que utilizan esos estados para sus producciones: así el estado neguentrópico de la radiación solar sobre la superficie terrestre llega a ser proceso neguentrópico con y por la organización vegetal que la transforma para su producción-de-sí y su regeneración permanente. Del mismo modo, la neguentropía estática del carbón y del petróleo, que se mide en términos de magnitud, no llega a ser proceso neguentrópico más que por y en las actividades de extracción, transformación y utilización antropo-social.

En fin, se puede decir incluso que la solución de la paradoja de Maxwell por Brillouin merece ser completada por la introducción de la idea de organización neguentrópica.

Se sabe cómo Brillouin encontró una solución a la paradoja del demonio por medio de la cual Maxwell introducía la posibilidad teórica de una disminución de entropía en el seno de un sistema que permanece «cerrado»[1]. Observó que el demonio necesita luz para percibir las moléculas, es decir, las interacciones entre fotones y moléculas, y por consiguiente, gasta energía. De ahí un incremento de entropía, invisible, si no se considera más que el sistema que contiene el gas, pero que se manifiesta en el conjunto sistema/entorno. Por lo que el demonio puede *a)* adquirir la información sobre las moléculas, *b)* y transformar la información adquirida en neguentropía, es el porque paga el tributo necesario de entropía.

Examinaré más adelante el problema de la equivalencia neguentropía/información que está intrínsecamente unido a esta demostración. Quiero retener aquí este aspecto del razonamiento: la paradoja del demonio de Maxwell, insoluble en el marco de un solo recipiente, encuentra su aclaración en un meta-sistema que integra al sistema recipiente y su entorno, puesto que la intervención de la luz deja de aislar al sistema recipiente. Pero lo que le falta a esta demostración es la dimensión organizacionista. Esta ausencia oculta el hecho de que el meta-sistema está constituido, no sólo por el recipiente y su entorno, sino también por el conjunto recipiente-demonio-entorno. Ahora bien, este meta-sistema es radicalmente diferente, por su naturaleza organizacional compleja, del sistema recipiente primitivo. Éste no era más que un sistema cerrado, en estado de no-organización; la presencia del demonio transforma al recipiente en una máquina artificial animada por un ser-máquina neguentrópico e incluso por un ser-máquina ideal. Así pues, la solución de la paradoja de Maxwell comporta, no sólo la intervención de la información, sino también la transformación de un sistema cerrado en máquina generativa. A partir de aquí, la neguentropía emerge a la vez como proceso activo y cualidad organizacional:

ORGANIZACIÓN PRODUCTORA-DE-SÍ PROCESOS NEGUENTRÓPICOS	ORGANIZACIÓN NO ACTIVA PROCESOS SOLAMENTE ENTRÓPICOS
degradación y renovación de energía	degradación de la energía
transformaciones y trabajo necesarios para la organización	transformación y trabajo degradantes de la organización, hasta la imposibilidad final de transformar y trabajar
meta-desequilibrio, meta-inestabilidad	tendencia irreversible al equilibrio
orden organizacional (reparto de los elementos constitutivos según la organización)	desorden organizacional (reparto de los elementos constitutivos al azar)
heterogeneidad y heterogeneización internas	homogeneización y homogeneidad internas
reorganización, regeneración	desorganización, degeneración
constitución de una probabilidad local y temporal	probabilidad física

Lo improbable probable

Cabe preguntarse qué interés puede presentar la idea de neguentropía en relación con la idea de organización productora-de-sí, de generatividad, de bucle recursivo; cabe preguntarse, en suma, si la idea de neguentropía no es organizacionalmente superflua. Voy a tratar de mostrar aquí que es completamente útil para comprender mejor las relaciones entre organización activa y termodinámica, para comprender mejor la complejidad de la organización activa, para comprender la noción de información y, en fin, para comprender el sentido complejo, siempre enmascarado, de la palabra progreso.

Ante todo, se ve que la idea de neguentropía inscribe toda organización productora-de-sí (por tanto, neguentrópica) en la improbabilidad física; hace resaltar mejor la improbabilidad «en general» de

funcional si se las considera como seres físicos aislados; son neguentrópicas íntegramente si se las considera como momentos y elementos de la producción-de-sí antropo-social.

[1] Cfr. parte primera, cap. I, ap. 1.

la actividad organizacional y la transformación de esta improbabilidad general en probabilidad temporal y local por esta misma actividad precisamente. Así, cada momento de la existencia de un ser vivo es improbable desde el punto de vista físico, en el sentido de que cada evento metabólico o reproductor corresponde a una ocurrencia rarísima entre un número inmenso de posibilidades de interacciones entre micro-estados moleculares. La organización viva constituye sus procesos fundamentales con, por y en procesos marginales del universo físico-químico: polimerización, catálisis, duplicación. Y, por ello mismo, transforma lo improbable general (físico) en probable restringido (biológico). La diferencia entre un perro muerto y uno vivo es que el perro muerto retorna a la probabilidad física; se descompone, sus elementos constitutivos se dispersan. Pero el perro muerto ha estado vivo y, entre ciertos umbrales de seguridad, alimentación, etc., disponía de una cierta probabilidad de existencia. Así, se cifra demográficamente, para los vivos, y particularmente los humanos, su probabilidad de vida en el marco de tal sociedad, tal clase, tal lugar, tal medio, tal período histórico. Y es bien evidente que más allá de una cierta edad que depende de estas variables, la supervivencia es cada vez más improbable, hasta el triunfo generalizado de la probabilidad física. No obstante, si el ser —el individuo— sucumbe siempre, el ciclo de la reproducción multiplicadora —la especie— continúa, es decir, se desarrolla, se construye una zona más duradera y más amplia de probabilidad, pero siempre entre ciertos umbrales y ciertas condiciones energéticas, geotérmicas y ecológicas. Así, la organización viva, que es la improbabilidad de una improbabilidad, la desviación de una desviación, la marginalidad de una marginalidad, logra, una vez constituida, emerger y perpetuar su improbabilidad, es decir, crear islotes y redes de probabilidad en el océano del desorden y del ruido. Y ésta es la idea de organización neguentrópica que lleva en sí esta idea de remontarse, contra corriente de la entropía, pero también, y ésta es la complejidad del concepto de neguentropía, siguiendo y alimentando a esta misma corriente.

La complejidad dialógica neguentropía/entropía

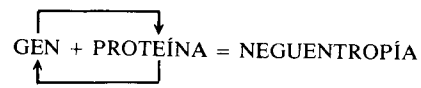
Aun cuando constituyen el carácter positivo y negativo de la misma magnitud, entropía y neguentropía corresponden a procesos antagonistas desde el punto de vista de la organización, desorganización y degeneración por una parte, reorganización y regeneración, incluso desarrollo y complejización, por la otra.

En el seno de sistemas cerrados o de organizaciones no activas, los procesos corresponden a un concepto simple de entropía, que ignora todo proceso contrario de neguentropía. Pero los procesos neguentrópicos no pueden prescindir de los procesos de entropía creciente, es decir, que la idea de neguentropía es compleja (comporta su antagonista) y vuelve complejo, a la vez, al concepto global de entropía (que incluye los dos procesos). Desde ahora ya lo sabemos: toda neguentropía organizacional se paga necesariamente con un incremento de entropía en un meta-sistema, que inscribe al sistema en su entorno y se abre, más allá, al universo; lo sabemos igualmente: la neguentropía, en la medida en que corresponde siempre a una organización activa, es decir, de trabajo, no puede más que subproducir entropía. Así, *al situarse en el punto de vista de la organización neguentrópica, la oposición entre los términos de entropía y neguentropía no basta; hay que incluirla necesariamente en una relación compleja, es decir, no sólo antagonista y concurrente, sino también complementaria e incierta.* Es preciso, pues, que encontremos el meta-punto de vista que a la vez englobe la relación neguentropía/entropía y la relación organización activa/entorno (donde la organización absorve neguentropía y derrama entropía). Es preciso que unamos a la vez la relación neguentropía /entropía que es el garante termodinámico de ésta, con la relación de reorganización/ desorganizacion permanente, propia de los seres-máquina.

La organización viva produce neguentropía a partir de una «genoteca» (información inscrita en el ADN), por una parte, y de los intercambios practicados con el ecosistema que constituye la «fenoteca»[1], por la otra. Las proteínas, que juegan el papel activo de transformaciones e intercambios, son inestables, sufren sin cesar la degradación (entropía) y son reconstituidas sin cesar por la acción fabricadora de enzimas, gracias a la acción informacional de los genes, cuya existencia depende de los intercambios y transformaciones de las proteínas. Así, en este circuito recursivo, las proteínas sufren más particularmente los efectos de la entropía, los genes corrigen más particularmente estos efectos por su rol informacional. Admirémonos de que proteína sea el anagrama de entropía (de Rosnay, 1966), y que las tres letras radicales de la generatividad sean el anagrama de las tres letras radicales de la neguentropía:

PROTEÍNA = ENTROPÍA GEN = NEG

siendo precisamente *neg-entrópico* el conjunto gen-proteína (que incluye el proceso de incremento de entropía).



[1] Términos que he tomado prestados aquí de Boris Ryback, y sobre los que volveré en el tomo siguiente (Ryback, 1973).

La relación neguentropía/entropía no podría clasificarse por una especie de compartimentación: la neguentropía reina en el interior del sistema y saca al exterior, como subproducto de su actividad, la entropía. De hecho, y ya la idea de desorganización/reorganización permanente lo pone de manifiesto, la relación neg/entrópica es extremadamente íntima. No basta con decir que la organización neguentrópica responde a la degradación que ocasiona todo trabajo, renovando su energía y restaurándose permanentemente. Es preciso comprender que la relación neg/entrópica tiene también un carácter recursivo: el proceso mismo que combate la desorganización renueva las causas. Como la reorganización permanente es en sí misma trabajo y transformación, trabaja así igualmente en su propia desorganización, la cual a su vez trabaja para esta reorganización, y así sucesivamente en un ciclo infernal que es al mismo tiempo el bucle productor-de-sí: la organización neguentrópica suscita lo que combate; renueva el mal que rebate; no puede detenerse, bajo pena de muerte.

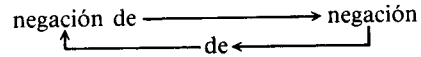
Y efectivamente, a la larga, bajo el efecto, sea acumulativo, sea brutal de *alea* y de perturbaciones externas, la regeneración degenera. La reorganización se desorganiza; así, *se envejece en la lucha contra el envejecimiento.* El ser vivo no muere sólo por accidente, no muere sólo por fatalidad estadística, está comprometido con la muerte desde su nacimiento porque debe trabajar para no morir.

El trabajo a corto plazo, es la libertad; el trabajo a largo plazo es la muerte. Hay una tragedia dialéctica en todo ser neguentrópico. El sol, nuestro meganeguéntropo vive de la agonía, como hemos visto, quemando su propia sustancia, su propio ser, hasta la muerte violenta. El ser vivo lleva la tragedia dialéctica de otra manera. Alimenta su muerte desarrollándose y dilatándose. Esta formidable complejidad, donde entropía/neguentropía, desorganización/reorganización, degeneración/regeneración, vida/muerte están tan íntima, tan gordianamente unidas y mezcladas, de manera evidentemente complementaria, concurrente y antagonista, encuentra su expresión más densa y completa en la fórmula de Heráclito: «Vivir de muerte, morir de vida.»

Toda organización neguentrópica trabaja para su muerte trabajando para su vida. Pero sabe transformar en proceso de vida el proceso de muerte. Comprender la complejidad neguentrópica es comprender la complejidad del doble envolvimiento (como el *Ying* está envuelto en el *Yang* que lo envuelve), del doble desenvolvimiento, del doble enrollamiento, desenrollamiento, entrerrollamiento de la relación neguentropía/entropía.

El examen semántico ya nos deja entrever la naturaleza de esta complejidad: si la entropía fue denominada de ese modo por Clausius para significar regresión, la neguentropía es la regresión de la regresión en y contra esta regresión. No es el inverso maniqueo

de la entropía, es su inversión, por una vuelta que se convierte en rodeo, aunque es un rodeo que continúa inscribiéndose en la corriente, la necesita y la alimenta... Además, y contrariamente al sentimiento de la mayor parte de los físicos (muy poco hegelianos sin duda), que juzgaron que era mala la connotación negativa del término que concierne a un fenómeno «positivo» como el desarrollo y el proceso de la organización, la palabra neguentropía es excelente: su negatividad es «negación de una negación» y es lo que hace que su positividad aparezca. La negación de la negación no anula lo que niega, lo transforma, en ello se forma y también en ello se deforma. Así, la positividad de la vida se funda en la negación de lo que la niega, pero sin poder prescindir de lo que la niega. Es decir, que la idea de negación de la negación, constituye un bucle recursivo, cosa que no había concebido la lógica hegeliana:

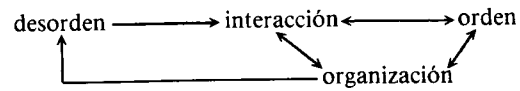


nos hace de golpe efectuar un salto de complejidad en relación a la antigua idea simple de entropía negativa. Aquí se está lejos de los sustancialismos débiles, de los ontologismos densos, de los organizacionismos simplistas.

Igualmente se está lejos de la idea lineal y luminosa, de hecho oscurantista, de progreso. El progreso nace de una regresión de la regresión y se efectúa a través de regresiones. El progreso no puede ser más que neguentrópico, es decir, vinculado en un cuerpo a cuerpo de coito y lucha a muerte con su contrario. La organización neguentrópica se inscribe en la corriente del desarrollo y de la complejización de la organización, inscribiéndose, al mismo tiempo, en la corriente de la entropía y de la dispersión. Pero esta corriente de organización, lo repito, vuelve y rodea a este último en contracorriente, como un remolino o torbellino, y vuelvo a encontrar aquí la *imagen* genésica, la forma matricial de todo lo que es organizador en la *physis* y en el cosmos.

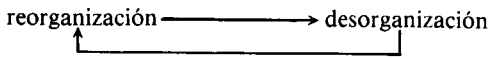
Así, toda organización neguentrópica inscribe su complejidad propia en el bucle tetralógico genésico y en la relación caos/*physis*/cosmos.

Este es, en efecto, el bucle:



que encontramos en actividad permanente en el corazón mismo de la organización neguentrópica. Es el paso del caos a la *physis* que

renace en cada instante en la relación gordiana en la que *una se alimenta de la otra y la otra de la una:*

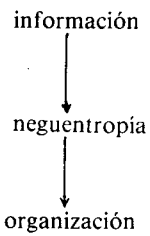


También la organización viva, aunque es hipermarginal en la evolución de los fenómenos organizados (¿quién sabe?, ¿no puede ser que haya aparecido con esta forma más que una sola vez y sobre un solo planeta?), se inscribe en lo que la *physis* y el cosmos tienen de más fundamental en su ser y su devenir como testimonian los millares de neguéntropos solares que irradian en la diáspora indefinida.

La presencia: organización→neguentropía→información

Para ser concebida y comprendida, la organización neguentrópica de la vida necesita la introducción de la idea de Información. Los seres vivos pueden ser concebidos como máquinas neguentrópicas constituidas por la organización comunicacional de reacciones químicas y que comportan un dispositivo informacional universal inscrito en el ADN de los genes.

Como vamos a ver, la vulgata informacionista reinante tiende a subordinar la organización a la información, concebida como entidad maestra de todo lo que es organizacional:



Ahora bien, y esto se nos mostrará de manera cada vez más fuerte, la organización «informacional» de los seres vivos no debe ser planteada previamente a su organización neguentrópica. Por el contrario, el carácter neguentrópico precede, produce y envuelve al carácter informacional. Schrödinger lo vio perfectamente. Pero la idea de neguentropía que tanta fiebre e interés suscitó en los años 50-60 fue olvidada y relegada. Por una parte, ocurrió que la idea atomista de información la suplantó, y por otra, le faltaba el contexto organizacionista que pudiera definirla de manera diferente que como una medida de estado.

Ahora bien, repitámoslo, hay presencia de neguentropía en la in-

mación. No debemos olvidar lo que hemos aprendido conside- do los torbellinos, los remolinos, los soles: los seres vivos no son únicos ni los primeros seres neguentrópicamente organizados. La no es más que una forma particular de la organización neatrópica.

En cuanto a la idea de neguentropía, hemos intentado mostrar aquí que debe ser subordinada a la idea de organización:

CAPÍTULO II

La física de la información

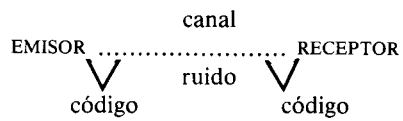
Hay que descubrir el error, y no la verdad.
C. SUARES

1. LA INFORMACIÓN SHANNONIANA

La entrada en el mundo

La información es un concepto físico nuevo que surgió en un campo tecnológico. A partir de los trabajos de Hartley (1928), Shannon define la información como magnitud observable y medible (1948), y esto llega a ser la piedra angular de la teoría de la comunicación que él elaboró con Weaver (Shannon y Weaver, 1949).

Esta teoría ha nacido de preocupaciones prácticas. La sociedad Bell busca transmitir los mensajes de la forma a la vez más económica y más fiable. Así, el marco originario de la teoría es un sistema de comunicaciones donde un emisor transmite un menaje a un receptor a través de un canal dado. Emisor y receptor tienen por hipótesis un repertorio común (código que contiene las categorías de las señales utilizables); así, el mensaje codificado es transmitido, del emisor al receptor, a través del canal, en forma de signos o señales que se pueden descomponer en unidades de información llamadas *bits (binary digitis).*



Se puede definir el *bit* como un evento que denota la incertidumbre de un receptor colocado ante una alternativa en la cual los dos resultados son equiprobables para él. Cuanto más numerosas sean las eventualidades que pueda examinar este receptor, más eventos informativos comporta el mensaje y más aumenta la cantidad de *bits* transmitidos.

Está claro que ningún receptor mide en *bits* la información obtenida en un mensaje. Es preciso, pues, hacer intervenir en la relación comunicacional un personaje nuevo e indispensable: el observador, que dispone de la teoría y mide la información, sobre la base del cálculo binario, a partir de la probabilidad de ocurrencia de un evento en relación al número total de posibilidades.

La información no está ni en la palabra, ni en la sílaba, ni en la letra. Hay letras, incluso sílabas, que son inútiles para la transmisión de la información que contiene la palabra: hay, en una frase, palabras inútiles para la transmisión de información o informaciones que contiene la frase. La teoría denomina *redundancia* a todo lo que en el mensaje aparece como superfluo. Así, es económico no transmitir la redundacia. En los anuncios por palabras o en los telegramas, dado que los signos son caros, se eliminan los artículos, se abrevian las palabras y el mensaje «soy una chica bien bajo todos los aspectos, de religión católica, que desearía conocer con vistas a un eventual matrimonio un joven preferentemente católico que tenga una situación estable» puede ser abreviado en «ch. j. b. aspt. des. con j. catl. pref. sit. estl.». Se transmite el mensaje «por favor» eliminando como redundancia las letras que exceden a p. f. La eliminación de la redundancia permite pues economizar el costo, el espacio y el tiempo en la transmisión de un mensaje. Pero, inversamente, la eliminación de la redundancia hace muy frágil el mensaje, lo reduce a su esqueleto informacional, en este viaje a través del «ruido» que es la comunicación.

La información camina a través de un canal (hilo telefónico, onda de radio, etc.). Ahora bien, en su caminar, la información encuentra «ruido». El ruido está constituido por las perturbaciones aleatorias de todas las clases que surgen en el canal de transmisión y tienden a perturbar el mensaje. Así, en una conversación telefónica, los sonidos son convertidos en oscilaciones eléctricas que, al escuchar, son reconvertidos en vibraciones de aire que corresponden a las voces originales de los locutores; ahora bien, en las líneas telefónicas y los amplificadores que jalonan estas líneas, hay movimientos de electrones al azar, causados ya sea por fenómenos electromagnéticos externos, ya sea por los amplificadores mismos; estos movimientos desordenados interfieren con las oscilaciones y, deformándolas, tienden a degradar la información; más ampliamente, todo lo que perturba una comunicación es ruido para ella: así la interferencia de dos conversaciones distintas, transmiti-

das por error en la misma línea, degrada la información de una y otra, siendo cada una «ruido» para la otra.

Si se puede formular la hipótesis puramente ideal de un canal sin ruido, ningún canal físico de comunicación puede escapar a la hipoteca del ruido, comenzando por la atmósfera a la que atraviesan las ondas de radio y el sonido de las palabras. El problema de la degradación de la información por el ruido es, pues, un problema inherente a su comunicación.

Aquí, la idea de redundancia presenta una faceta nueva; mientras que bajo el ángulo de la economía parece un exceso inútil, se convierte bajo el ángulo de la fiabilidad de la transmisión, en un fortificante contra el ruido, un preventivo contra los riesgos de ambigüedad y de error en la recepción. Así, la redundancia que aporta el pleonasmo «exceso inútil» que acabo de escribir en la frase precedente no es necesariamente inútil para la expresión de mi idea si la refuerza. A menudo se repiten las cifras, los números de teléfono o el precio de una mercancía que se le comunica a un interlocutor; una comunicación de radio será repetida y, si es muy importante o transmitida a través de un fuerte ruido, se le pedirá al receptor que repita a su vez el mensaje recibido para confirmar la corrección de la escucha. Desde ahora, el encauzamiento de la información con el máximo de economía y el máximo de la fiabilidad plantea el problema de una utilización óptima de la redundancia.

Así, la noción de información va necesariamente asociada a la noción de redundancia y a la de ruido (veremos más tarde de qué manera íntima).

La concepción shannoniana de la información gira en torno al sentido del mensaje: en efecto, la utilización de un código y de un repertorio, la necesidad de comunicar y las precauciones con respecto al ruido suponen y conciernen al sentido de lo que es transmitido. Y, sin embargo, el *bit* no es una unidad de sentido. La información shannoniana es incluso completamente muda o ciega para con la significación, la cualidad, el valor y el alcance de la información para el receptor.

Isolda espera el regreso de Tristán, sabe que una vela blanca anunciará el regreso de su amante, una vela negra su muerte; para ella, las dos ramas de esta alternativa son equiprobables. Ahora bien, ¿qué será en la información shannoniana de las alternativas de esperanza y de desesperanza de Isolda, de sus emociones y de su espera, del amor desmedido, del espectro de la muerte? Cuando del mar infinito surja una vela, blanca o negra, el observador shannoniano facturará: ¡un *bit!*

Veamos un poema, *El Río de Cassis*. Es un conjunto original y complejo, por lo tanto improbable en su sucesión de letras y de palabras, y puede ser descompuesto en un total *n* de *bits,* equivalente al número de decisiones que debería tomar el receptor para

identificar las letras o las palabras que constituyen el poema. Sin embargo, tal enumeración no nos dice nada acerca del sentido del poema: éste comportaría la misma cantidad de informaciones si las letras estuvieran dispuestas al azar, es decir, si llegaran a ser un puro ruido. La cantidad de información no nos da siquiera una indicación sobre la originalidad o belleza del poema: el aumento de *bits* no nos dice más que el aumento aritmético de la improbabilidad, lo que no está directamente unido a la calidad poética. Un poema que, con igual número de letras, comportara un número menor o mayor de *bits* no sería por ello más o menos poético.

Bajo este ángulo, la información shannoniana *no tiene sentido:* ciega para con el sentido, el interés, la verdad de la información, puede considerar como grandes cantidades de información los conglomerados de letras o palabras unidos de manera incoherente, pero altamente improbable. Esta carencia ha sido, por supuesto, remarcada y denunciada. Voy a intentar mostrar que no es tan grave como parece, pero que esconde otra carencia, mucho más importante, mucho menos observada.

La carencia de la medida shannoniana en lo que concierne al sentido, al alcance, etc., de la información no ha impedido de ningún modo la utilización de la teoría en las comunicaciones. ¿Por qué? Porque el emisor que paga para enviar un mensaje sabe que tiene alguna cosa que decir a alguien que es capaz de comprender lo que él tiene que decir. Si los caracteres de una página de periódico o de un libro son dispersados y después unidos al azar, ningún redactor jefe, ningún editor soñará dejarlos imprimir tal cual bajo el supuesto de que la cantidad de información no se ha alterado. *Esto quiere decir que el sentido funciona fuera de la teoría.* La teoría es *bussines like:* no se interesa más que por el coste de la información, lo demás le es inútil. El sentido es evacuado por la teoría porque éste se decide en la práctica antropo-social. Por lo demás, la teoría de Shannon ha planteado bien el marco relacional en el que se debe buscar y encontrar el sentido de la información. Es la relación entre el emisor del mensaje y el receptor, relación que puede ser psicológica, afectiva, profesional, etc. La cuestión del sentido es pues remitida al contexto, es decir, al meta-sistema antropo-social donde se efectúa no sólo la comunicación, sino también la producción del sentido. Por lo tanto, la ausencia de sentido de la información no sería grave si la teoría shannoniana, teoría de la calidad física de la información, fuera capaz de comunicar teóricamente con la realidad antropo-social. Ahora bien, es aquí donde aparece una carencia sobre la que volveré más tarde: *la teoría shannoniana de la información oculta el meta-sistema antropo-social que ella supone y en el que toma su sentido.* Pero sigue, sin embargo, marcada por el carácter neguentrópico de la organización antropo-social, de la que la circulación de mensajes es un aspecto. La improbabilidad afecta a la

información shannoniana, traduce, sin explicitarlo jamás, el carácter neguentrópico de la organización discursiva, productora de sentido, que constituye de hecho el mensaje. Como el inventario de *bits* no refleja más que la improbabilidad de esta organización, y no la organización misma, nos hace incapaces de discernir la diferencia, en un mismo conjunto improbable de elementos (letras, palabras), entre una disposición organizada (discurso, poema) y una yuxtaposición al azar. Mientras que es extremadamente lúcida ante la amenaza exterior a la integridad de la información y a los ruidos exteriores, la información shannoniana es ciega para con todo ruido interior al mensaje que destruiría el sentido de ella. Ciega para el sentido, no puede más que ser ciega para con la falta de sentido.

Así, la información viene al mundo en el marco de una teoría nacida de los desarrollos de la comunicación humana en las sociedades industriales avanzadas. Se desarrolla como teoría física, de ahí su fecundidad, pero ocultando su sustrato antropo-social, de ahí su carencia. En estas condiciones, la información surge de una forma discreta, casi particular. Sin embargo, aclara algunos aspectos que conciernen a la organización de la comunicación, los cuales a su vez arrojan fulgores extraños, ambiguos, sobre la recién nacida.

La entrada en la máquina

La cibernética nace atrapando la información naciente para integrarla en el universo de las máquinas. Así, Wiener fundó la cibernética uniendo el mandato a la comunicación de la información. La información tratada en los ordenadores se vuelve constreñidora y se transforma en *programa*. Es cierto que anteriormente existían, en las máquinas, dispositivos con perforaciones o dentellones que constituyen programas de hecho. Pero aquí es la información shannoniana la que se programa y, por ello, adquiere un carácter nuevo. En lo sucesivo, la información no es sólo una entidad en la que se organiza el comercio entre socios. Llega a ser organizadora y ordenadora, el mensaje-programa tiene fuerza de obligación.

A partir de ahora la información-programa sojuzga, controla, reparte, almacena, desencadena la energía. Parece haberse convertido en una noción maestra. Efectivamente, cuando se olvida el contexto y la problemática de la organización misma, cuando no se tiene como conceptos clave más que materia y energía, entonces la información viene como soberana a dominar estos conceptos y a manipularlos como esclavos. Es esta información la que va a emprender su vuelo para conquistar el mundo.

La entrada en la physis

La información parece tener que regentar materia y energía. Pero esta noción parece supra-física: la información no es localizable materialmente como la masa y la energía, no tiene dimensión: ¿qué es pues? La virtud primera de la teoría shannoniana es la de dar a la noción de información un estatus físico completo (su vicio primero es su incapacidad de concebir los caracteres antropo-sociales de la información).

Efectivamente, la información adquiere los caracteres fundamentales de toda realidad física organizada: abandonada a sí misma, no puede evolucionar más que en el sentido de su desorganización, es decir, del incremento de entropía; de hecho, la información experimenta, en sus transformaciones (códigos, transmisiones, etc.), el efecto irreversible y creciente de la degradación. Shannon definió muy explícitamente como *entropía de la información* la medida H.

De una forma sorprendente incluso, la ecuación por la cual Shannon define la información coincide, aunque con signos inversos, con la ecuación de Boltzmann-Gibbs que define la entropía:

SHANNON:	H	=	K	Ln	P
	información		*constante*	*logaritmo neperiano*	*estados igualmente probables*
BOLTZMANN:	S	=	K	Ln	P
	entropía		*constante*	*logaritmo neperiano*	*estados igualmente probables*

Algunos, como Couffignal, han sostenido que la coincidencia carece de significación: «La aplicación de la función de Shannon a la termodinámica y la información es... un azar de hallazgo de una misma fórmula matemática.» (*Concept,* 1965, pág. 351). Es cierto que se puede dar el hallazgo de dos ecuaciones de probabilidad que provengan de universos diferentes. Pero ya Brillouin pudo establecer una relación lógica entre la H de Shannon y la S de Boltzmann (Brillouin, 1956). Aclarando la paradoja del demonio de Maxwell, Brillouin muestra que «se puede transformar la neguentropía en información y la información en neguentropía» y que «el descenso de entropía puede ser tomado como medida de la cantidad de información».

Recordemos que el demonio de Maxwell necesita la luz para ver las moléculas; este gasto de energía provoca, ya lo hemos dicho, incremento de entropía en el sistema global entorno-recipiente. Así, primer punto de la demostración, el demonio adquiere una informa-

ción que él paga en entropía. Segundo punto: la información adquirida sobre la velocidad de las moléculas permite desde ahora, por simple operación binaria (abierto/cerrado), sin modificar para nada el movimiento de las moléculas, operar la selección y elección, que entrañan una disminución de entropía en el recipiente. Así, el demonio transforma la información en neguentropía.

De manera más amplia (Atlan, 1972, pág. 186), el demonio se convierte en transformador de neguentropía (la del conjunto del sistema que éste constituye con el recipiente), en información (sobre la velocidad de las moléculas), después en transformador de información en neguentropía (en el recipiente). Atlan restablece la prioridad natural de la organización neguentrópica sobre la información: la neguentropía debe transformarse primero en información para permitir a la información transformarse enseguida, por otra parte y de otro modo, en neguentropía. La equivalencia información/neguentropía se establece en el seno de la organización neguentrópica: no significa ni identidad ni simetría.

Igualmente aquí, para comprender la información, es necesario pasar del sistema de explicación donde la entropía es una magnitud univectorial simple, a un meta-sistema donde la entropía se convierte en un concepto complejo, que comporta a la vez un proceso positivo y negativo (que llegan a ser complementarios, concurrentes, antagonistas) en y por las organizaciones generativas productoras-de-sí.

De hecho, Shannon había concebido el sistema emisor/vía/receptor como un sistema cerrado, no generativo, y no como una organización neguentrópica. Había visto el principio de entropía de la información (degenerativa), pero no su principio de neguentropía (generatividad), el cual efectivamente no puede operar más que en el marco de la organización neguentrópica emisor/vía/receptor, que forma parte evidentemente de la organización antropo-social. Brillouin ha revelado las dos caras de la información. Costa de Beauregard ha insistido en el carácter neguentrópico de la información (de Beauregard, 1959). En fin, Atlan ha señalado la generación de información, que necesita la introducción del desorden, es decir, del *ruido*, en el seno del sistema. Desde ahora podemos inscribir plenamente la información en una *physis* que comporte su principio inmanente de organización y su principio de desarrollo neguentrópico.

La ciudadanía física de la información es de considerable importancia. En lo sucesivo, una relación *de principio* (lo subrayo puesto que el principio todavía no ha desarrollado sus potencialidades y a menudo permanece incluso oculto), hace comunicar en el plano científico, lo que la ciencia desunía hasta ahora imperativamente: el reino de la física y el del espíritu.

La información enraiza en la *physis* lo que hasta ahora se buscaba únicamente en la metafísica, bajo los auspicios de la Idea o del

Espíritu. No sólo se convierte en una magnitud física, sino en una noción inconcebible fuera de las interacciones con la energía y la entropía. La información siempre debe ser llevada, intercambiada y pagada físicamente: «No se puede tener nada por nada, ni siquiera una información», decía Gabor, y Brillouin añadió: «Es sorprendente que un resultado tan general haya pasado desapercibido» (Brillouin, 1959; trad. 1959, pág. 162).

La información se enraiza en la *physis,* pero sin que se la pueda reducir a los conceptos-maestros de la física clásica, masa y energía. Como Wiener dice «la información no es ni la masa ni la energía, la información es la información». Y Boulding: «[La información es la] tercera dimensión básica más allá de la masa y la energía.»

Pero ya en la formulación de Boulding hay una soledad demasiado orgullosa que encubre la idea de información. Una vez más, una estructura mental atomística y simplificadora enmascara la realidad que precisamente la información debe revelar y que le da su sentido: la organización. El concepto de organización es el concepto fundamental que hace inteligible la información, la instala en el corazón de la *physis*, rompe su aislamiento, reconoce su relativa autonomía. Los rasgos más notables y extraños de la información no pueden comprenderse físicamente más que pasando por la idea de organización: si la información, a diferencia de la masa y de la energía, es de dimensión cero, es porque es de naturaleza relacional, y el carácter relacional es un carácter fundamental de la organización que también es de dimensión cero porque es multidimensional; si la información es medida en función de su probabilidad de ocurrencia, es que es evenencial, lo que corresponde a una organización constituida por eventos y productora de eventos, es decir, neguentrópica. Por consiguiente, la información participa en la esfera de la organización neguentrópica. Y, efectivamente, la información que captaba Shannon concernía a un signo antropo-social, es decir, a una realización evenencial de carácter neguentrópico; un discurso humano, es decir, una palabra cuya organización es productora de sentido.

Así, concebir la información fuera de la organización neguentrópica es a la vez un reconocimiento insuficiente de su realidad física y una fuente de confusiones y reificaciones. *Para concebir la información en su plenitud física, no basta con considerar solamente sus interacciones con la masa y la entropía; no basta con considerar solamente el conjunto neguentropía e información, hay que considerar el conjunto información, neguentropía y organización englobando la información en la neguentropía y la neguentropía en la organización.* En este marco, pues, la información forma parte de la organización neguentrópica, la cual solamente produce y lee la información. La información experimenta el desorden y la degradación física porque participa de la organización; puede resistir el incre-

mento de entropía usando la redundancia y puede, sobre todo, transformarse en neguentropía porque participa de la organización neguentrópica, cosa que ignoraba Shannon y que fue establecida por Brillouin.

Y, en fin, la información ha podido ser aplicada con éxito, al fenómeno viviente desde hace veinticinco años, porque es una realidad organizacionista y neguentrópica.

La entrada en la vida

En el momento en que la idea de neguentropía se aprestaba a introducirse en el organismo vivo (Schrödinger, 1945), fue atropellada y deformada por la idea de información, que ocupó, al primer golpe, el puesto de mando genético. En efecto, Watson y Crick (1951) unieron en un único y gran descubrimiento la elucidación de la estructura química y de la estructura informacional de la entidad denominada gen.

Los genes son transportados por la macro-molécula de ADN dispuesta en doble hélice donde son intercaladas las secuencias de nucleótidos; estos nucleótidos difieren entre sí según la base nitrogenada que los constituye: adenina, timina, guanina, citosina. Estas bases son análogas a las letras de un alfabeto de cuatro signos que, uniéndose entre sí, constituyen el equivalente de una palabra: una secuencia de varias cuasi-palabras formando así una cuasi-frase. La organización de la molécula química portadora del gen podía ser identificada, pues, con un mensaje codificado. Se descubrieron incluso en ese «código genético» redundancias o cuasi-sinonimias. Pareció entonces que la organización genética constituía, como el lenguaje humano, un sistema de doble articulación, que comportaba, como los fonemas o las letras del alfabeto, unidades discretas desprovistas de sentido (las cuatro bases), las cuales se combinan en unidades complejas análogas a las palabras; mientras que las palabras son portadoras de sentido en el lenguaje humano, estas cuasi-palabras de la organización genética, aparentemente son portadoras de instrucciones y son por eso asimiladas a un programa. Así pues, lo que es a la vez el patrimonio hereditario del ser vivo, su principio de organización y su principio de reproducción, es de naturaleza informacional.

No se podría subestimar, pues, la importancia de la introducción de la información en la teoría biológica. Ésta barre tanto las concepciones puramente mecanicistas y energicistas cuanto el misticismo del «principio vital».

A la vez, la información da un salto organizacional formidable pasando de la máquina artificial a la máquina viva. El «programa» no solamente *maneja* el funcionamiento de la máquina, sino que *genera* a la vez la reproducción y la existencia fenoménica del ser vivo, es decir, todas las actividades organizacionales del individuo y de la especie. La información tiene, pues, un carácter *generativo* y anti-degenerativo (impidiendo, retardando el envejecimiento y la muerte) completamente desconocido e ignorado en la teoría shannoniana. Encontramos de nuevo el problema del vínculo organizacional neguentropía/información. Y adivinamos que hay una relación: INF/GEN/NEG.

Pero la extrapolación pura y simple de la noción shannoniana de información y de la noción cibernética de programa aportan al mismo tiempo un oscurecimiento al menos igual a su virtud de elucidación. En efecto, la teoría neodarwiniana asocia el surgimiento de caracteres nuevos en el seno de una especie al fenómeno misterioso de la mutación genética. Ahora bien, la teoría de la información explica así el fenómeno: la duplicación del ADN puede ser concebida como la copia de un mensaje que, a despecho de las precauciones, en absoluto está a salvo de todas las perturbaciones aleatorias o «ruidos» (accidente cuántico, rayo cósmico que perturba una transferencia del electrón); desde ese momento, el ruido provoca un «error» en la copia del mensaje; la mayoría de las veces el error se traduce en una degradación en la organización del ser vivo, lo que es conforme al teorema de Shannon; pero a veces ocurre, y éste es justamente el caso de una mutación biológica evolutiva, que el error provoca un incremento de complejidad organizacional. ¿Cómo puede, pues, el ruido, en lugar de degradar la organización, desarrollarla aquí? Un problema abierto, fabuloso, se abre y no puede ser tratado más que por la introducción del desorden o ruido en el corazón mismo de la generatividad informacional, lo que necesita una complejización de la idea y una renovación de la teoría de la información. Es en este sentido iniciador en el que, desarrollando y transformando la idea foersteriana de *order from noise,* Atlan introdujo la idea de «ruido organizador» en el corazón de la teoría de la información, y por consiguiente, de la vida (Atlan, 1970*a,* 1972*a,* 1972*b*).

La entrada en el cerebro

La información reinaba sobre el ordenador. Como el ordenador efectuaba operaciones inteligentes cada vez más desarrolladas, era natural que se concibiera el cerebro humano como un ordenador biológico.

La información reinaba sobre la vida. Era normal que ocupara el puesto de mando del organismo, el cerebro.

La idea de información debía invadir, pues, el cerebro humano (de donde había salido...). Pero la información se perdió en las estepas del Asia mental. Ciertamente, el cerebro «trataba de la información», pero no como un ordenador. El *bit* no ayudaba al cerebro a computar al cerebro. La información no podía dar la clave de la organización hipercompleja del cerebro humano. Éste guarda e inclu-

so condensa su misterio. Sin embargo, la información plantó su estandarte en el cerebro y se admitió que se convertiera en su propietaria.

La presentación en sociedad

La información que había surgido de la realidad antropo-social, vuelve a ella y comienza a infiltrarse en las ciencias sociales. Pero la penetración sigue siendo difícil e incierta. ¿Es porque las ideas atraviesan con mucha dificultad el gran desierto que separa las ciencias naturales de las ciencias del hombre? ¿No es más bien porque, aunque la noción de información había surgido de la comunicación humana, tomó desde la salida una forma y estatuto físico cerrados?

Ciertamente, ya se ha formulado la idea de que se debe situar la información en el corazón de la antropología (Katz, 1974) y de la sociología (Buckley, 1967; Laborit, 1973). Pero nada puede progresar todavía verdaderamente en el marco no sólo de un concepto insuficiente de información, sino también de un concepto insuficiente de sociedad. La carencia de la información shannoniana para concebir la realidad antropo-social confluye con la carencia de las teorías sociológicas para concebir la realidad de la información. En efecto, los conceptos organizacionales de la sociología no llegan a elevarse al nivel del ser-máquina, de la producción-de-sí, de la organización neguentrópica. No pueden más que vomitar los *bits,* por lo demás singularmente indigestos, pues el *bit* es incapaz de medir nada de nada en la organización social. La sociología descubrió, pues, la insuficiencia del *bit.* Pero el informacionismo descubrió la insuficiencia de la sociología y se hinchó de suficiencia.

El imperio informacional

La información se ha convertido en una noción con pretensiones de imperio sobre todas las cosas físicas, biológicas, humanas. En lo sucesivo, intenta reinar desde la entropía a la antropología, desde la materia al espíritu. No otorga más importancia a los islotes que no se dejan absorber que la que otorgaba el Gran Rey a las pequeñas aldeas griegas que le burlaron en Salamina. Esto no son más que demoras locales a su soberanía universal.

Es ciertamente legítimo que la información, noción con un origen no sólo físico, sino también mental y antropo-social (una comunicación entre emisores y receptores *humanos)* une un vasto campo que va de la *physis* al espíritu, teniendo como piedra angular la organización biológica. Pero una unión verdadera no podría fundarse sobre una sorprendente escisión, que la teoría shannoniana realizó y ocultó a la vez, y que la cibernetización de la información en programa agravó, entre los caracteres físicos de la información por

una parte, y sus caracteres antropo-sociales por la otra. La información triunfante es una información mutilada, unidimensionalizada, es el programa de las máquinas artificiales. Hemos visto en un capítulo precedente que la cibernética había pervertido su propia teoría al reducir las máquinas vivas al modelo esquemático e insuficiente de las máquinas artificiales, siendo que estas máquinas artificiales son producto de la megamáquina antropo-social. Es el mismo tipo de reducción mutiladora que se opera bajo la cubierta de la información.

La información que pretende el poder supremo es un conquistador bárbaro. (Todo concepto que pretenda el poder supremo es bárbaro.) Ha perdido los caracteres relacionales y evenenciales que constituían su virtud.

Ahí está, aislada. Pero es esto precisamente lo que permite reificarla, hipostasiarla, hacer de ella una entidad capaz de regentarlo todo. Esta reificación estaba en germen en Wiener. La fórmula «la información no es ni materia ni energía, es información» tenía el mérito de afirmar la originalidad, la irreductibilidad de la información. Pero ya llevaba en su tautología el riesgo de un concepto cerrado, autojustificado en sí mismo. Seguidamente, fue demasiado fácil explicarlo todo, reducirlo todo a la virtud primordial de una información *deux ex machina.* Según Buckley: «El hecho de que los... sistemas sean abiertos, en intercambio dinámico con el entorno, autoorganizadores y adaptativos, aprendan, tengan recuerdos, sean conscientes de sí mismos y prosigan metas *depende del carácter único que es la información* (el subrayado es mío) y del proceso de su comunicación entre los sistemas, sus componentes, su entorno» (Buckley, 1974).

La información reificada es, además, casi reducida a la idea de programa, noción imperativa cuyo autoritarismo sobredetermina el imperialismo informacionista.

Así pues, la información se convierte en noción maestra, palabra clave. Es dueña de la energía que manipula, encadena, desencadena (pero, ¿quién manipula la información?). El programa que rige la máquina es rey (¿dónde están el hombre y la sociedad que han elaborado el programa?). El código genético es el programa que rige la célula y, por extensión, el organismo, la vida (pero, ¿de dónde procede ese programa?, ¿quién lo ha formulado?, ¿por qué necesita productos que hace ejecutar para existir?). La información rige la sociedad *vía* normas, reglas, prohibiciones (a condición de olvidar las relaciones de dominación, explotación, solidaridad entre los grupos que determinan tanto las reglas, normas, prohibiciones cuanto que son determinados por éstas).

Así pues, la información se vuelve imperial precisamente al ocultar los caracteres multidimensionales, recursivos, retroactivos, concretos en y por los cuales hay que comprender la máquina, la

vida, la sociedad. Reivindica desde ahora el universo, en la unión de los dos reinos de los cuales se dice heredera. En el primero reinaba la Materia, en el segundo el Espíritu. La información pretende al primero por su carácter físico, al segundo por su carácter psíquico; a uno y al otro por su aptitud universal para el mandato. Su virtud, su eficacia están garantizadas, probadas, por la máquina y el ordenador. Desde el momento que el *bit* funciona allí, es que tiene un valor universal. Todo lo que es bueno para una máquina (artificial) es bueno para la naturaleza. Todo lo que es bueno para el ordenador es bueno para el hombre.

Una vez más, *vemos cómo una noción elucidadora al comienzo se embrutece cuando se encuentra en una ecología mental y cultural que cesa de alimentarla en complejidad.* Así pues, la información se vuelve cerrada por caída, siendo que es relación y evento. Se convierte en abstracción, siendo que siempre es referencial y contextual. Se vuelve reduccionista siendo que es una noción compleja unida a una realidad compleja: la organización neguentrópica.

2. Por una más amplia información

Lo que Shannon ha hecho surgir no es la información-respuesta, es la información-pregunta. Lo que aquí surge, después de esta primera panorámica, es la problemática de la información.

La noción se ha vuelto camaleónica, porque concierne a los mensajes humanos más diversos, a los programas cibernéticos, a la organización biológica; porque es capaz de metamorfosearse en neguentropía, y después volverse a transformar en información, porque puede ser concebida como noción radical, es decir generativa, en la raíz de todos los procesos organizacionales de la vida, y también como una noción epifenoménica, transportada por el viento que dispersa las emisiones de radio apenas escuchadas, las imágenes apenas vistas, los periódicos apenas leídos, los libros olvidados...; porque, en fin, se presenta, ya sea bajo el aspecto digital de una medida, ya sea bajo el aspecto de un concepto soberano que detenta los secretos de la vida, del cerebro, de la sociedad...

Es preciso, pues, que afrontemos este muy «vicioso camaleón conceptual», según la expresión de von Foerster, y esto en los tres niveles en que la problemática está abierta:

— el del *bit,*
— el de la generatividad,
— el de la articulación física/biológica/antropo-sociológica.

Las insuficiencias del bit

El *bit* es la unidad elemental de medida relativa a la información concebida como magnitud; la cantidad de información contenida en un mensaje o programa puede ser evaluada en el resultado H (por el nombre de Hartley) de la ecuación ya citada.

El *bit* no mide nada fuera de la transmisión de señales

Veamos los límites de este instrumento de medida. Para empezar, «la única información medible está estrictamente unida al encauzamiento de señales» (Sauvan). Incluso en este dominio, la medida es de alcance limitado. Se mantiene a un nivel estadístico: la probabilidad de ocurrencia de unidades discretas. Por eso neutraliza o más bien bulldozeriza lo que tienen de específico, de original, de irreductible los diversos modos informacionales: memoria, saber, saber hacer, regla, norma, programa, fantasma, etc. La información uniformemente medida de este modo no sólo está desprovista de sentido: es indeterminada.

Cuando se lleva la información fuera de la transmisión de señales, la media shannoniana desaparece. Algunos han podido pensar que la información mide la organización, dado que la organización es una divergencia con relación a la distribución al azar de los elementos constitutivos, pero incluso una organización informacional no podría ser solamente traducida, es decir reducida, en términos de información. Así, la organización del ser vivo es demasiado compleja para que la medida shannoniana no compleja tenga precisión, pertinencia, interés (lo que no impide en absoluto la posibilidad de elaborar una medida compleja, como sugiere Atlan). Así, el genoma de *homo sapiens* contiene menos *bits* que el del trigo o el del tritón. Igualmente sería vano medir la información cultural o cerebral. La numeración en *bits* de las Tablas de la Ley, del Código Civil, de los pensamientos de Pascal, del Manifiesto Comunista no tiene sentido ni intrínseco ni comparativo. Lo que importa no es la cantidad de información, es la organización de la información. Así, la originalidad de la organización genérica, como la del lenguaje humano, que es la doble articulación, es totalmente ignorada por el cálculo shannoniano. El *bit* no puede medir un grado de organización, un grado de neguentropía, un grado de vida, un grado de inteligencia. No puede más que revelar la naturaleza evenencial/relacional/improbable de la información, dimensión totalmente ignorada hasta ahora.

La insuficiencia digital

La información shannoniana es digital *(binary digit),* es decir, depende del cálculo binario para todo o nada. Este aspecto digital es irreductible: la transferencia de información, como toda transferencia física, comprendida la luz, tiene un aspecto discontinuo. Pero al igual que la luz no puede reducirse al aspecto discontinuo (corpúsculo), no se puede reducir la información a su aspecto digital. Yo pienso que el carácter digital, al ser considerado único, reduce la información a su aspecto «particular» de unidad discreta; bien parece que tenga también, complementaria y antagonista, una dimensión «continua» de la información, que sería como «ondulatoria» con relación al aspecto corpuscular. Los ordenadores digitales nos han enseñado al menos una cosa del cerebro: que no funciona como un ordenador digital. Se puede confiar a un ordenador digital la copia de la Gioconda: está, reproducida en puntos discontinuos, como una imagen de televisión, será perfecta eventualmente. Pero Leonardo da Vinci no la ha compuesto de manera únicamente digital, es decir, operando por elección puntual. Él ha vivido, sin duda, momentos de elección y de decisiones entre alternativas, pero estos momentos están mezclados con los *continua.* Y henos aquí, llevados de nuevo al misterio del aparato cerebral, cuyo funcionamiento no obedece más que a una lógica digital, pero que integra esto en una polilógica compleja. La digitalización íntegra de la Gioconda es un subtratamiento, un subproducto a partir de un modelo que se ha formado de manera incluyente pero que rebasa la digitalidad.

Aquí, nos volvemos a encontrar con el problema paradigmático de la reducción a las unidades elementales contables —aquí las unidades de información. Un reduccionismo tal ignora, enturbia, algo que es distinto, continuo, *gestáltico, analógico.* Ignora las propiedades que dependen de la acción de la totalidad en tanto que totalidad. Thom dice muy bien que la información es, en principio, una forma que no podría reducirse a su medida escalar (Thom, 1972, página 164). No sólo muchos fenómenos bio-psíquicos tienen una componente mimética (no estando limitado el mimetismo de ningún modo a las homeocromías y homeotipias de ciertas especies animales) pero, más ampliamente, todas las actividades neguentrópicas/informacionales obedecen a una dialógica entre lo digital y lo analógico, problemas sobre los que volveré en los tomos II y III. Esto para decir que la digitalidad, noción indispensable en la información, es incapaz de dar cuenta de ella por sí misma, y que considerada como el único carácter de la información, resulta mutilante.

La carencia generativa

1. La información shannoniana siempre es degenerativa. No puede más que decrecer, de la emisión a la recepción. Lo que ha sido recibido no puede ser jamás superior en información a lo que ha sido emitido. La información shannoniana obedece pues al principio de entropía creciente, y lo que permite, por un buen uso de la redundancia, es retardar eventualmente el efecto inevitable del ruido.

La información shannoniana es pre-generada siempre. Surge armada de pies a cabeza como Atenea. No se puede comprender ni su nacimiento ni su crecimiento. Y sin embargo, la información ha debido nacer: crece en el mundo, en el cual continúa para ser generada.

Hay ahí un problema clave que no sólo la teoría, sino también la lógica del entendimiento clásico impide comprender: cómo, para ser generada, la información tiene necesidad de la no-información, es decir, necesariamente de la redundancia y del ruido.

Es asombroso que un problema tan enorme haya sido casi invisible. Sólo algunos, entre ellos von Foerster y Bateson, han comprendido el rol genésico del desorden, y es Atlan el que ha planteado plenamente este problema en términos informacionales.

2. La información shannoniana llega a ser generadora de neguentropía al convertirse en programa en el seno de la máquina cibernética. Brillouin muestra incluso que se puede, sobre la base shannoniana, plantear un principio de neguentropía de la información, donde la equivalencia entre información y neguentropía permita la transformación de la una en la otra. Este principio no niega de ningún modo los teoremas de la generatividad. El lector sabe ahora que en la complejidad no hay alternativa entre estos términos de entropía y neguentropía, que hay, a la vez, complementariedad, concurrencia y antagonismo. Pero esto es decir también que hay que elaborar una teoría compleja de la información, lo que necesita, ya se verá, la puesta al día y elucidación de su principio de generatividad, que se nos plantea de manera frontal después de que la información ha sido identificada al *gen.*

La información shannoniana se ensombrece cuando uno se sumerge en su generatividad (organización neguentrópica), y se desarticula cuando uno busca sus propios orígenes (participación del «ruido» en la génesis de la información). Éstas son zonas oscuras que, desde hace ocho años, Henri Atlan se ha dedicado a explorar, y él es evidentemente quien me ha despertado a estos problemas.

3. La adopción de la temática informacional en la teoría de la vida ha contribuido poderosamente al progreso de ésta, pero este

progreso debería, para mantenerse, enriquecer y complejizar la temática informacional.

Así, a partir del momento en que gen e información son identificados, el origen de la vida, la evolución creativa de millones de especies vegetales y animales plantean cada vez más intensamente el problema del nacimiento, del crecimiento, del desarrollo de la información.

La teoría de la vida, para la que la idea de código y de programa han sido unos felices apoyos, debería comenzar a intentar caminar con sus propios pies cuestionando estas nociones: la noción de código es muy extraña mientras que no haya un verdadero lenguaje, un verdadero receptor y un verdadero emisor; tiene algo que le sobra y quizá mucho que le falta. La noción de programa es útil, pero insuficiente: ¿De dónde procede ese programa sin programador? ¿Qué significa ese programa que necesita productos cuya fabricación ordena para funcionar y reproducirse? ¿Cuál es el programa que puede variar sus respuestas en una misma situación? Se ve: *la introducción de la información en la vida, en lugar de ser solamente una aplicación cibernético-shannoniana, habría tenido que ser, comienza a ser (con el trabajo de Atlan, mucho más «revisionista» de lo que él piensa) la ocasión de una revisión y de una complejización de la teoría.*

La carencia teórica

La información inoculada en el ADN ha conservado de la comunicación humana la idea de código; introduce con la idea de programa el modelo de la máquina artificial.

Así, lo que es introducido en el gen, *a*) es una idea antropomorfa de código, *b*) una idea tecnomorfa de programa, la primera quizás excesiva, la segunda insuficiente sin duda. Esta inoculación ha tenido un aspecto heurístico, pero también un aspecto doblemente deformante: tras el remojo cibernético, se borra de la información toda complejidad antropo-social, conservando un esquema antropo-social formal (código, cuasi-emisor, cuasi-receptor); de la idea cibernética de programa se borra el programador y la inserción de la máquina artefacto en la megamáquina social, y esta máquina abstracta se convierte en el modelo de la máquina viviente.

En fin, este modelo artificial vuelve otra vez sobre la organización del cerebro y de la sociedad, olvidando de dónde había partido, olvidando que es un pequeño derivado particular, habiendo perdido en el camino todos los constituyentes antropo-sociológicos fundamentales, habiendo simplificado y falsificado la teoría de la vida. Y es así cómo la idea potencialmente civilizadora de información,

que había permitido a la teoría sociológica complejizarse, ha derivado en barbarie.

Aquí aparece la paradoja teórica crucial. La información es un concepto que ha logrado establecer una unión orgánica entre el universo físico, el universo biológico y el universo antropo-sociológico. Desde el comienzo hubo un nexo entre teoría física y marco antropo-sociológico. Poco después la información se enraizó en el corazón de la teoría biológica, y la triple articulación pareció, pues, asegurada.

Pero de hecho, no hay todavía una articulación verdadera; hay, como se ha visto, hegemonía de un concepto disociado, simplificado, mutilante.

Ahora bien, hay que reconsiderar el problema clave de la triple articulación:

physis ——— vida ——— antropo-sociología

La realidad física de la información no es aislable concretamente. Quiero decir que no hay en nuestro conocimiento y sobre nuestro planeta, información extra-biológica. La información va siempre unida a los seres organizados neguentrópicamente, los seres vivos, y los seres metabióticos que se alimentan de vida (sociedades, ideas). Además, el concepto de información tiene un carácter antropomorfo que me parece ineliminable. Para afirmar su plenitud neguentrópica, ha tenido incluso necesidad del pequeño demonio antropomorfo de Maxwell.

Llegamos a esta proposición clave: el concepto físico de información es inconcebible sin el concepto biológico y el concepto antropo-sociológico de información. Se mutila la realidad del concepto físico si se pretende aislarlo totalmente, puesto que *no existe más que en los seres físicos que tienen la cualidad de ser vivo, y no desarrolla sus potencialidades más que en la comunicación entre seres sociales que tengan la aptitud cerebral de intercambiar información.*

De ahí la necesidad de un meta-sistema teórico que, situándose en el nivel de la triple articulación, integre, transforme y exceda al concepto de información surgido de Shannon.

No se trata de rechazar pura y simplemente. La información shannoniana tiene las virtudes clave (relacionalidad, evenencialidad, improbabilidad, originalidad y, sobre todo, la posibilidad de articularse a la neguentropía). Pero es insuficiente en su forma (particular/digital), tiene enormes carencias, corre el riesgo de ser reificada y simplificada bajo su forma programática y ser desnaturalizada en fin en su forma de vulgata, o ideológica.

La información shannoniana no es más que la parte emergida de un profundo iceberg. La idea dominante que se desprende de mi interrogación crítica es que una teoría verdadera de la informa-

ción no puede ser más que meta-informacional, es decir no puede desarrollarse más que integrada, articulada y excedida en el seno de una teoría compleja de la organización. Y es en este sentido en el que ha ido naturalmente Atlan: de la información a la organización (Atlan, 1974). Aquí no puedo más que limitarme a esbozar una problemática de la información en las organizaciones y procesos neguentrópicos.

3. Genealogía y creatividad de la información

La información se nos muestra como un concepto complejo, que se hizo indispensable desde su aparición, pero que todavía no ha sido elucidado ni es elucidante. Aquí se trata, pues, en primer lugar, de intentar sondear su origen. Como veremos, el problema del origen desemboca directamente en el de la generatividad.

La génesis de la generatividad: el nacimiento de la información

La relación de equivalencia neguentropía/información corre el riesgo de encubrir el carácter antecedente y envolvente de la organización neguentrópica en relación a la información (cfr. el final del capítulo anterior).

A partir de aquí, el complejo informacional (y digo complejo, pues la información supone circulación, comunicación, dispositivo engramado, aparato) debe ser concebido, no en el origen, sino en el término de un proceso muy largo y complejo, en el que una organización neguentrópica productora-de-sí se transforma en célula viva.

Hay una distancia organizacional extraordinaria entre lo que conocemos al principio (la producción de nucleótidos y de aminoácidos en las «reconstituciones» en laboratorio de «sopa primitiva») y lo que conocemos al final (un unicelular procarioto que comporta un citoplasma y genes inscritos en un ARN) y esta distancia organizacional debe corresponder a una gran distancia temporal, quizá de más de un millar de años.

Este período se denomina prebiótico: es concebido generalmente como un proceso de interacciones y reacciones químicas entre elementos que se encuentran al azar en condiciones favorables (la «sopa primitiva» de Oparine); este proceso sería el de la asociación combinatoria de grandes conjuntos químicos cada vez más complejos, que llevarían finalmente a una organización auto-reproductora dotada de cualidades vivas, la célula. Tal concepción ignora o subestima la posibilidad del surgimiento muy precoz de una o varias organizaciones productoras-de-sí, de forma torbellinesca, y cuyos desarrollos e integraciones mutuas proto-simbióticas llevarían a una

organización comunicacional-informacional. Así pues, la idea de un período proto-biótico se vuelve muy importante, se interpone entre lo pre-biótico y lo biótico, los encadena y encabalga entre sí. A partir del momento en que se toma consciencia de que la vida no puede nacer de la aparición milagrosa de la información, se hace necesario pensar que la información nace de la complejización de una organización proto-biótica que gracias a esta complejización va a organizarse como vida.

Del mismo modo que se había subestimado, hasta los descubrimientos prehistóricos de estos últimos años, el muy largo período de hominización (hoy tasado en varios millones de años) que, de un pequeño humanoide bipedo, lleva a *homo sapiens,* porque se era incapaz de concebir el paradigma que permite enlazar y no desligar el primate y el *homo,* del mismo modo, la dominación de la información atomizada y de la vida molecularizada impide concebir el largo período proto-biótico del desarrollo de una organiación productora-de-sí, y que, al crear su organiación informacional, deviene *auto*-organizadora.

No hay que partir, pues, de un paradigma atomizante que se esfuerza por concebir el montaje de un mecano químico, sino de un paradigma de organización activa fundado sobre las propiedades recursivas, retro-activas, neguentrópicas del bucle productor-de sí.

Sabemos, desde la termodinámica prigoginiana, que ciertas organizaciones espontáneas de tipo torbellinesco se constituyen y mantienen en ciertas condiciones de inestabilidad. Dado que el sistema vivo, como dijo justamente Atlan, es un sistema en el cual los elementos no son componentes químicos, *sino reacciones químicas entre componentes* (Atlan, 1975, pág. 95), debemos imaginar, pues, que el juego empieza no sólo con los encuentros y las reacciones, sino con la formación de *torbellinos de reacciones químicas.*

Imaginemos, pues, la «sopa tibia» de Oparine, no sólo como oxidaciones, reducciones, acidificaciones, foto-reacciones, sino también como flujos que chocan y se combinan en remolino. Es efectivamente en tal sopa, hormigueante, barahundesca, donde podemos imaginar que juega la dialéctica genésica desorden/interacciones/organización, la organización no es sólo la estructura molecular de los nucleótidos y aminoácidos, sino también bucles químicos agitando transformaciones moleculares en nubes. Es en esta danza de intercambios, reacciones, transformaciones, donde son arrastradas las moléculas dotadas de propiedades duplicadoras; así se ponen en movimiento los procesos multiplicadores y se multiplican los procesos desencadenantes.

Las condiciones de inestabilidad deshacen y descomponen los torbellinos, pero también son favorables a los encuentros. Así pues, podemos considerar, a partir de procesos que se encabalgan, interfieren, se contrarian, los buclajes proto-simbióticos que cons-

tituyen un ser-máquina productor-de-sí de naturaleza nucleoproteinada. Divirtámonos con esta escena, puesto que nuestra meta es el *bit*.

El buclaje proto-simbiótico/parasitario

Las asociaciones activas se hacen, se deshacen, se rehacen en un hormigueo. Los duplicadores pueden muy bien funcionar como virus (los cuales no son otra cosa que una matriz duplicativa) en un medio favorable; extraen los elementos con su propio pulular degradando este medio; es decir descomponiendo las moléculas inestables que los «alimentan». Pueden combinarse en una relación «parasitaria» con las moléculas reactivas, pero para que éstas puedan reconstituirse o recomponerse, es precisa la presencia de moléculas catalíticas. He aquí, pues, en una simbiosis semi-parasitaria y pre-sojuzgadora, un *menage à trois:* las entidades duplicadoras se asocian a las entidades catalíticas que desencadenan la reconstitución de entidades reactivas inestables.

Esta asociación proto-simbiótica combina en bucle los movimientos secuenciales de intercambios químicos (que desde ahora prefiguran las futuras actividades metabólicas) y de duplicaciones casi cristalinas (que prefiguran el mecanismo de auto-reproducción). Si este buclaje reacciona activamente contra las dislocaciones y dispersiones, es ya la constitución de un:

Ser núcleo-proteinado productor-de-sí

El bucle recursivo de miríadas de interacciones y reacciones químicas que se constituye, por su naturaleza, y sin duda por su forma, ya está lejos del torbellino acuático. La producción permanente, la reorganización permanente, son de naturaleza química: la reconstitución de las moléculas proteinadas que se degradan; la alimentación energética se efectúa quizá por foto-reacciones, es decir, por ramificación directa ante la radiación solar. Este bucle simbiótico es ciertamente frágil. Suponiendo que el bucle se rompiera, la simbiosis se hundiría, las entidades se dispersarían. El duplicador, que es la entidad más estable (ARN o ADN), cesa de desdoblarse y se mantiene hasta que se une de nuevo, en ese hormiguear y pulular sobreactivado de encuentros e interacciones, a las entidades catalíticas y reactivas, con las que reanuda el *menage à trois.*

A partir de ahí se constituyen nuevos bucles, de los que algunos se refuerzan más que otros, y este reforzamiento se refuerza con la inserción, con ocasión de encuentros, de todo elemento cuya reacción tenga la propiedad de estabilizar y reforzar el buclaje.

Refuerzo del buclaje

Desde el comienzo juega una «selección natural» (moléculas intra-muros, quiero decir, intra-buclaje). (Eigen, 1971). Efectivamente, las moléculas menos sociables, menos dotadas, son arrojadas fuera de la gran aventura. La lógica organizacional del bucle juega desde su formación y a través de sus desarrollos simbióticos: la retroacción incesante del todo en tanto que todo sobre las partes para seguir siendo todo *protege las partes que protegen al todo.* Así, todo lo que favorezca la supervivencia del todo será conservado, integrado, desarrollado en este proceso a la vez selectivo y morfoestabilizador.

Este refuerzo de la reiteración comporta necesariamente el desarrollo de actividades productoras; cuanto más integra el sistema elementos nuevos, es decir, variedad, más deben diversificarse las capacidades fabricadoras *via* catálisis; así el bucle puede enriquecerse con elementos muy diversos, unos cada vez más aptos para los intercambios metabólicos, otros —las enzimas— cada vez más precisos y operacionales en las operaciones fabricadoras. Una dinámica de repetición, de reorganización y de producción se complejiza.

Constitución de un complejo regulador

Hemos visto que la organización-máquina más compleja que conocemos, la de los soles, es espontánea, es decir no informacional. Es la resultante global permanente de interacciones en número increíble, prodigiosamente complejas, diversas y divergentes, que se complementan en el contra-equilibrio de los múltiples antagonismos. *La regulación y la regeneración son indistintas del proceso total.* Es lícito pensar que el ser proto-biótico núcleo-proteinado organizador y productor-de-sí que se ha constituido pueda muy bien, incluso en un alto estado de complejidad, funcionar sobre la base de regulaciones espontáneas, es decir una lógica recursiva/retroactiva de interacciones concurrentes, complementarias, antagonistas. En *su origen, la vida es un micro-sol que se nutre de la radiación macro-solar.*

Pero ahora que el destino solar juega de manera casi independiente de su entorno, el destino proto-biótico se teje a través de las interacciones con el entorno. Éste le condena a la inseguridad y a la dependencia. Pero al mismo tiempo, si se continúa suponiendo la «sopa» rehogada, hormigueante de encuentros e intercambios, este entorno le suministra variedad en exceso, en aumento, lo que permite que cuando el bucle integra elementos funcionalizables, se

desarrolle y complejice. La complejización interna, es decir el aumento de la variedad de componentes y reacciones, va unida a una complejización de intercambios con el medio: el bucle ha incorporado en el futuro citoplasma proteínas variadas e inestables, enzimas de actividades muy diversificadas. El problema de la organización del metabolismo se plantea, pues, de manera cada vez más aguda. La máquina, cada vez más variada y delicada, sería cada vez más frágil si no se pudiera compensar esta fragilidad con una organización reguladora del metabolismo.

Pero ésta todavía es frágil, y hay que suponer innumerables ruinas, rupturas, fracturas; es decir, volver a cero repetidamente. Sin embargo, no hay necesariamente que volver a partir siempre de cero. Los duplicadores salen de apuros y volverán a comenzar por otro lado, más tarde. Cuanto más constituyentes capaces de intercambiar y producir hayan traído consigo, mejor será para su multiplicación. Así, no sólo hay hecatombes de protocélulas, sino también recomenzamientos selectivos, a partir de duplicadores que hayan sabido traer su galleta para después reconstituir una nueva protocélula.

Así, el «ajedrez» que se da a nivel de gran bucle puede jugar al mismo tiempo un papel selectivo en favor de los pequeños bucles de duplicadores parásitos/sojuzgadores, que en condiciones nuevas, se integran en la constitución de nuevos bucles grandes (puede que desde esta época los virus, seres puramente parásitos/explotadores, se diferencien de los duplicadores sociales que aceptan el sojuzgamiento mutuo, sin el que no hay vida posible).

Pero todo depende finalmente del problema global. Para que se dé el salto definitivo hacia la organización viva, es preciso que se constituya una generatividad organizada: es preciso que las proteínas sojuzgadas que nutren la duplicación de los duplicadores puedan a su vez sojuzgar a estos duplicadores para que las reproduzcan en su duplicación, lo que es de interés bien comprendido para estos últimos, puesto que al reproducirlas reproducen lo que alimenta su duplicación. Por lo que *es preciso que la duplicación restringida (del duplicador) se transforme en réplica generalizada (del todo).* A partir de ahí se genera y regula un proto-aparato generador y regulador, situado en las entidades más estables, los ARN duplicadores capaces de auto-reproducirse en adelante desencadenando la reproducción de los elementos degradables que van asociados a ellos.

El proceso de informacionalización

El proceso de informacionalización no sucede a lo que acabamos de decir, está íntimamente asociado a ello. Se efectúa en la interferencia prodigiosa de los factores entre sí. Del mismo modo que la hominización es un proceso total de transformación ecológica, genética, organísmica, cerebral, sociológica, de forma de vida, con creación y desarrollo de la técnica, de la cultura, *donde la constitución del lenguaje de doble articulación es un aspecto a la vez total y parcial de este proceso, del mismo modo hay que concebir la «biotización» como un proceso de desarrollos interferentes inauditos, en donde surge el dispositivo informacional de doble articulación.*

Recapitulemos: el bucle productor-de-sí se organiza extrayendo del medio los elementos químicos que necesita para sobrevivir y reproduciendo las moléculas de éstos que se degradan. Se puede suponer que cada carencia o desviación retroactúa sobre el bucle en una onda de alerta hasta que una molécula que reaccione específicamente a tal desviación o tal carencia desencadene una catálisis. Suponemos que en un primer estado del complejo regulador-regenerador pre-informacional, las moléculas que reaccionan de este modo están en sitios estables, en los arbotantes de una gran escalera de ARN.

A partir de estas interacciones:

desviación/carencia *perturbaciones* ⟶ estímulo ⟶ respuesta *desencadenamiento de una catálisis*

se crea un proceso/ciclo estímulo/respuesta, donde el estímulo mediatizado hace el efecto de una señal para una molécula o grupo molecular que responde con otra señal a la enzima, la cual desencadena la fabricación.

De este modo, las inter-retroacciones devienen comunicacionales. Pero todavía no hay un código, todavía no hay información. Paciencia. Consideremos aquí la situación en que tal alerta, carencia o necesidad desencadena tal molécula, la cual desencadena tal enzima; hay entre-gramación mutua desde el momento en que una (la base en el ARN) se convierte en señal para la otra (la enzima) y recíprocamente. Aquí es preciso pensar no sólo en las cuatro bases de ADN, sino también en los 20 radicales aminos, que constituyen las letras de otro «vocabulario». Hay que pensar que la codificación en el ARN, después ADN, tiene su contrapartida en la codificación estereoespecífica propia de la enzima. Por lo que se constituye una primera fase informacional en una dialéctica de engramación mutua, término a término.

Esta primera doble engramación pre-informacional defiende y fortifica la máquina química. Pero con los desarrollos de la complejización, las condiciones entre las bases de ARN no son lo suficiente numerosas para responder a la demanda proteica y aparece un fenómeno de saturación. Para comprenderlo, retomemos la

hipótesis de la formación del lenguaje humano (de doble articulación) en el curso de la hominización, formulada por Hockett y Asher (1964). En un cierto desarrollo de la complejidad social hominiana, vistas las crecientes necesidades de comunicación, hubo probablemente saturación fónica de un *call-system*. Es así, bajo la presión de una demanda de variedad no satisfecha, como se puede constituir el lenguaje de doble articulación, el nuestro, meta-sistema semiótico que permite combinar hasta el infinito palabras y frases, dotadas de sentido, a partir de fonemas que se han convertido en unidades privadas de sentido.

Se puede imaginar del mismo modo una presión de variedad que emanase de necesidades fenoménicas cada vez más variadas y complejas, por el conducto de proteínas cuyas combinaciones pueden variar hasta el infinito sobre un número restringido de bases «saturadas» que no supieran responder a las necesidades crecientes más que constituyendo un meta-sistema de doble articulación, y donde estas bases, que equivaldrían a las letras de un alfabeto, pudieran a su vez combinarse al infinito en el plano de la segunda articulación.

Ha bastado con que se constituya una vez, de manera inimaginable, como todo paso a un meta-sistema, esa «doble articulación», situada evidentemente en la entidad duplicadora, para que se reproduzca por sí misma, y que este «código genético», unido a la reproducción del todo en tanto que todo, asegure la multiplicación de la vida hasta el infinito, transformando su improbabilidad inicial en gran probabilidad terrestre.

Así pues, el «verbo» no está «en el comienzo». Es el fin del comienzo (protobiótico).

Así pues, el conjunto metabólico ha entrado en el circuito reproductor, el conjunto reproductor ha entrado en el circuito metabólico. Se ha constituido un bucle geno ⟶ fenoménico, a la vez productor y reproductor de un ser-máquina *auto-(geno-feno)-eco-re-organizador,* del que el complejo generativo constituye un proto-aparato informacional y el complejo fenoménico una organización comunicacional. La génesis de la información corresponde, pues, a un desarrollo metamórfico de una organización neguentrópica que deviene informacional/comunicacional. La información, en lo sucesivo necesaria para esta organización y *como esta organización le es necesaria,* emerge bajo la forma de engrama. Contiene ya, en estado indistinto y potencial, todas sus diferencias ulteriores.

De la no-información a la información

Las condiciones genealógicas de la información son de importancia teórica total, y entre ellas se encuentra una que ya hemos señalado: la información nace de la no-información. Lo que quiere decir que:

— la información nace de un proceso organizacional neguentrópico que se desarrolla a partir de interacciones evenenciales, aleatorias;

— la información nace al mismo tiempo que se constituye un complejo *generativo/regenerador:*

NEG ⟶ GEN ⟶ INF

y en consecuencia puede regenerar, a su vez, lo que la genera:

NEG ⟶ GEN ⟶ INF

Altamente improbable en su ocurrencia, la información, al inscribirse en un complejo generador de naturaleza duplicativa, se multiplica y prolifera. Se puede, pues, concebir a la vez la improbabilidad de su aparición y la probabilidad de su difusión.

Y la no-información interviene de nuevo, para el desarrollo de la información, esta vez en forma de *ruido,* es decir, de perturbación. Pero no es el ruido el que crea una nueva información, sino la conjunción organización neguentrópica/información/interacciones/ruido.

Arqueología de la información: re-generación e información generativa

Máquina y máquina. Información e información.
Programa y programa.

Se han podido asimilar las secuencias inscritas en el ADN a un mensaje formulado según un código, constituyendo un programa. Efectivamente, el patrimonio hereditario es un cuasi-mensaje que se transmite de generación en generación. Pero la idea de mensaje es un poco demasiado clara. Aquí el emisor y el receptor son el mismo que se desdobla; el mensaje es transmisor y transmitido a la vez. Éste, demasiado claro, no está tan claro.

¿Código? Efectivamente, de la constitución de un sistema de doble articulación emerge un cuasi-código.

¿Programa? Hemos visto las justas objeciones que se le pueden hacer a este término. ¿Cuál es este programa que no procede de lo exterior y superior, sino de lo interior y lo inferior? ¿Cuál es este programa que no determina las secuencias de acción estereotipadas de forma rígida, sino las variedades aleatorias del comportamiento?

Algunos rechazan incluso el término. Sin embargo, la palabra programa no es totalmente impertinente: en términos estáticos y según un encuadre estrechado, todo ocurre como si a partir de la información codificada en los genes, emanaran *via* ARN, instrucciones extremadamente precisas. Pero no podemos conservar esta idea de programa más que a condición de que sea integrada y no integrante, dominada y no dominante, es decir, que sea concebida como un aspecto y un momento de la generatividad informacional. El conjunto de un genoma representa más bien una *competencia organizacional* de donde emanan estrategias (pluralidad de comportamientos que se desarrollan y modifican en función de circunstancias aleatorias, para alcanzar finalidades), en cuyo interior la ejecución de las operaciones puntuales toma un carácter programático, en el sentido en que un programa predetermina *ne varietur* realizaciones estrictamente estereotipadas.

Entonces, «mensaje», «código», «programa» parece que reflejan y traducen bien algo de la generatividad informacional. Pero lo que dejan en la sombra parece más fundamental y fascinante que lo que aclaran.

El complejo generativo y el aparato informacional

Para aislar la información «generativa» es necesario, en primer lugar, no aislarla. La información emerge al mismo tiempo que un complejo generativo y una organización comunicacional. este complejo generativo se organiza a partir de moléculas duplicativas estables, quizá ARN antes que ADN. En las células más arcaicas que conocemos, llamadas protocariotas, todavía no hay concentración del núcleo. El complejo generativo está disperso, es policéntrico. El complejo generativo es reunido en el núcleo de las células eucariotas. Como ya he indicado (segunda parte, cap. III), se puede considerar el núcleo celular como un proto-aparato informacional, puesto que responde en gran parte a la definición ya dada de aparato: disposición original que centraliza la información, la trata y une el tratamiento de la información a las acciones: efectivamente, el núcleo es el principal depósito de información, el principal centro de comunicaciones, el principal emisor de «instrucciones»; constituye la competencia organizacional que acabo de evocar, capaz de elaborar estrategias y de transformar *a fortiori,* la información en «programa». Pero hay sojuzgamiento recíproco, y más profundamente recursividad, en la relación entre el proto-aparato informacional y el citoplasma. El aparato organiza (generativamente) la organización (fenoménica) que, a su vez, es necesaria para la organización (generativa). *Su organización organiza una organización que ella misma organiza.*

Así, no se podría ni aislar la información del parato del que ella llega a ser forma y acción, ni aislar el aparato del proceso recursivo global que es la vida de una célula. No se podría, pues, hacer del aparato el soberano de la célula ni de la información, el soberano de este soberano. Pero el misterio de la naturaleza de la información generativa no es sino más agudo.

El semblante de la información

La información está inscrita, conservada, protegida en los genes. Pero, ¿qué es esto? El ADN no es la información, sino la estructuración molecular en doble hélice en la que se inscribe la información. Las cuatro bases no son la información. La información está en las configuraciones combinatorias de las cuatro bases.

Estas configuraciones evidentemente no son aleatorias ni improbables. La relación que establece cada uno entre los elementos que la constituyen (bases nitrogenadas) es un desvío o una diferencia con respecto a la repartición probable de estos elementos en una molécula de ADN no informada.

La originalidad y la improbabilidad de la mini-configuración informacional/genética corresponde, sin más semejanza que entre la palabra gato y el ser gato, a la maxi-configuración compleja y concreta de un ser vivo. En este sentido, se trata de un sistema de signos y, al igual que la palabra gato suscita el ser gato, pero de manera solamente imaginaria, igualmente es necesario este sistema de signos para la producción y reproducción de un proceso real, de manera no imaginaria, sino práctica.

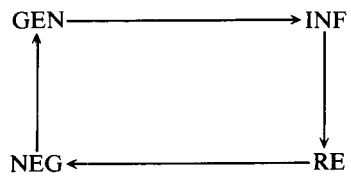
La maravilla es que, por ser signo, la información permite reproducir; por ser relación, permite organizar; por ser microconfiguración, es necesaria para la configuración general; por ser diferencia, permite diferenciar.

Pero nos faltaría una dimensión capital, si olvidáramos este carácter clave inherente a toda producción-de-sí: *la dinámica del recomenzamiento.* Es éste el sentido en el que hay que comprender sobre todo el signo *engramado;* éste es *Archivo,* es decir, inscripción portadora de la marca de la neguentropía antecedente, y aquélla, remontando del antecedente al antecedente, los arque-eventos fundadores de tal o cual carácter de la organización presente o futura.

Así pues, el signo se nos aparece como *guardián (engrama) y fuente (progrma) de neguentropía organizacional.* No se puede

leer, pues, la información más que en la dinámica del Re-comenzamiento, de la Re-producción, de la Re-organización. Está presente en cada instante, activa en cada operación, sin consumirse o dilapidarse por ello, puesto que permanece engramada, y puede servir de manera indefinida, es decir, de manera indefinidamente multiplicada, incluso multiplicadora (reproducción biológica, después reproducción de imprenta, foto, etc.)

A partir de ahí, podemos comenzar a aislar y volver a unir a la vez la información generativa: *es la configuración improbable y estabilizada, de carácter engramático (signo) y archival, la que, en el seno del proto-aparato generativo, es necesaria para la repetición o reproducción exacta y al infinito de los procesos de regeneración y de re-generación.*



El recomenzamiento

Hemos encontrado ya el problema clave del Re, en el recomenzamiento ininterrumpido del bucle recursivo, la reorganización permanente de la organización activa, la producción-de-sí permanente. Hemos encontrado otro tipo de repetición en la duplicación de los cristales. La información generativa es el nudo donde se unen la duplicación (que va a ordenar y entrañar la reproducción multiplicadora de los individuos) y la dinámica de los recomenzamientos. Su conservación (engrama) permite que se recomience siempre (al menos mientras que el engrama no sea alterado), su activación (programa) permite que el complejo generativo oriente y controle y que el ciclo completo efectúe, de forma *fiel,* y potencialmente al infinito, la Reorganización permanente; la Re-generación permanente, la Reproducción de los constituyentes que se degradan, la Re-producción periódica del ser en su integridad.

Lo que recomienza no es de ningún modo el ciclo inexorable del planeta alrededor de su sol. Ninguna ley física lo manda. Este recomenzamiento va incluso a la inversa de las «leyes» físicas, aunque permanezca en el seno de la *physis.* Este recomenzamiento, reitera, resucita, regenera un ciclo de eventos antecedentes improbables y singulares. Y la vida continúa así: renace en cada instante, es decir, resucita sin tregua eventos pasados, pero recombinados y rearreglados en el ciclo presente.

Si se considera el organismo en sus actividades fenoménicas, todo ocurre como si la engramación informacional de los eventos productores pasados constituyese una especie de «memoria» en la que bebe el aparato informacional según las necesidades, combinando de manera sincrónica resurrecciones de eventos que han surgido diacrónicamente en el pasado. Volveré a ello en la sección siguiente. Aquí quiero aclarar primero la lógica del recomenzamiento, tomando la relación onto-filogenética de ésta.

Desde hace mucho tiempo se ha remarcado que la ontogénesis de un individuo es como una recapitulación de la filogénesis, una especie de repetición analógica de los eventos organizadores del filum, y esto de manera tanto más sorprendente cuanto que una ontogénesis larga y compleja corresponde a un pasado evolutivo de la especie muy rico. Como esta repetición no es ni completa ni exacta, algunos han limitado el alcance del paralelismo onto-filogenético. Ahora bien, estos fallos del recomenzamiento, confirman que la transmisión y la reproducción de la información navegan sobre el océano del ruido; como un mensaje que ha luchado mucho contra las olas, se ha empobrecido y enriquecido a través de las mutaciones evolutivas; de ahí las nieblas, los embrollos y las componendas; la ontogénesis también, si se la lee como recomenzamiento, comporta olvidos, fallos, resúmenes, inexactitudes, deformaciones, encabalgamientos y recombinaciones. «Es perfectamente exacto que la embriogénesis recapitula, para ciertos órganos, tipos ancestrales de organización embrionaria... o incluso adulta...; pero para muchos órganos, esta recapitulación no parece sino aproximada, incompleta o inexistente» (A. Dollander, 1970, pág. 31).

Esto nos hace comprender que la relación especie/individuo, contrariamente a la concepción trivial, no es la de un todo y sus partes, de un modelo y sus copias, de un molde atemporal y general de donde procederían los individuos singulares y temporales. El observador, al contemplar la sucesión y la multitud de individuos semejantes, concibe un *pattern* de especie, pero este modelo es la proyección unidimensional, estática y estadística, en un entendimiento abstracto, de la dinámica de los recomenzamientos reproductivos.

Así, el ser nuevo se forma en el recomenzamiento, el rebuclaje ontofilogenésico y, una vez formado, es la resurrección del antecedente fundador. Tiene la identidad del antepasado, es decir, para nosotros la identidad «de su» especie. Pero, aunque idéntico, es distinto, porque su patrimonio informacional ha sufrido variaciones aleatorias en el curso de las reproducciones, y porque este individuo vive una experiencia fenoménica singular, según una lógica autoreferente; por ello, se distingue de su genitor, como su genitor se distingue de su genitor. A través, pues, de la reproducción, la generatividad informacional crea la alteridad en la identidad, y la identidad

en la alteridad. *La misma historia* y esto es la identidad de la especie se reencarna a través de las historias diferentes incluso divergentes de los individuos. Ni la especie da la existencia al individuo, ni el individuo a la especie: se la dan recíprocamente por recomenzamiento, repetición, reproducción.

Esto complejiza, de golpe, la idea de devenir y de porvenir. El devenir de la organización viva pasa por la recurrencia: la Tele, finalidad vuelta hacia el futuro, es un retorno hacia el Arque, que se encuentra catapultado sobre el presente. Pero el porvenir no es un «eterno retorno». El Arque no es el modelo inalterable, como la idea platónica: todo recomienza *de nuevo,* con una posibilidad de novedad. A veces, entra un evento nuevo en el ciclo, modificando el bucle (mutación genética), y son estos eventos perturbadores los que, al introducir la transformación en la recurrencia, hacen la evolución. El recomenzamiento es un movimiento espiral, que se aleja de su fuente cada vez que vuelve a ella.

La mnesis generativa

El signo informacional adquiere muy fuertemente su carácter de archivo en función de la dinámica de recomenzamiento. A partir de ahí, todo ocurre como si la química del recomenzamiento obedeciese a una alquimia de la rememoración. Y volvemos a no estar en el cuadro «digital» de las instrucciones programáticas, estamos también en una especie de re-juego analógico o mimético de lo que se ha jugado ya[1]. Tal analogía no nos sugiere que la información sea ya una memoria propiamente hablando, sino que lo que nosotros llamamos memoria, y que supone nuestro aparato cerebral, nos permite concebir mejor la organización del aparato generativo informacional (del que nuestro cerebro es un desarrollo epigenético) en su relación con el pasado, que conserva, traduce, *re-presenta,* reproduce.

Recordemos. El proceso ontogenético puede ser concebido justamente, como una repetición de lo que ya ha sido vivido, una reproducción de un organismo a *imagen* del organismo generador, el cual era a su vez a imagen, etc. Dicho de otro modo, la re-producción es *la producción de un doble fenoménico y material, una copia real del original.*

En este sentido, la ontogénesis puede ser concebida como una rememoración organizadora y productora. ¿Pero qué parangón se puede hacer con la memoria mental?

[1] Es por lo que se puede intentar comprender la generatividad informacional, no tanto por asimilación a la ejecución de un programa, sino por procesos análogos a los de la rememoración, procesos en los que, por lo demás, se construye ontogénicamente un cuasi-programa que tiene aspectos digitales.

Ciertamente, los archivos informacionales del ser vivo están inscritos químicamente en el ADN de un aparato nuclear, y nuestros archivos mentales están inscritos químicamente en las neuronas de un aparato cerebral, pero dos diferencias fundamentales saltan a la vista de inmediato:

1. la memoria de nuestro aparato cerebral es abastecida principalmente por los eventos que sobrevienen en nuestra vida fenoménica, mientras que la memoria generativa, ciega a estos eventos, es abastecida por los eventos organizadores de un pasado anterior al individuo;
2. la rememoración mental es imaginaria; resucita una imagen, un *eidolon* de un evento o de una forma físicos; la competencia práxica del acto mental de rememoración es totalmente nula para nosotros[1] Por el contrario, la «rememoración» genética es práxica y de ningún modo es «imaginaria».

Ahora bien, es en esta diferencia extrema donde aparece una extraordinaria semejanza: *nuestra memorización mental y la rememoración generativa son productoras la una y la otra de un doble, pero en el primer caso este doble es imaginario y en el segundo, el doble es un acto, un producto, un ser real.*

Recordemos, en primer lugar, que la analogía entre la información memorizada de nuestro cerebro y la información archivada de nuestro aparato genético va más allá de la sola engramación química. En uno y otro caso, lo que está inscrito no es un «hecho», su representación, su «imagen», su modelo, lo que está inscrito es un signo, «un esteno», una marca de recuerdo del evento. Nuestra memoria cerebral no mete en una caja las «percepciones», sino que engrama los signos, en conexión con otras inscripciones mnemónicas, que recuerdan otros eventos. En uno y otro caso, la imagen aquí, el «modelo» allá, no están más que virtualmente. Es preciso, en uno y otro caso, que haya actividad de todo el aparato, para que haya regeneración; lo hemos visto en lo que concierne a la información genética; en lo que concierne a la rememoración mental, es precisa la actividad de todo el aparato cerebral; no de todos los millares de neuronas que lo constituyen, *sino de su actividad de todo en tanto que todo.* Pues el engrama no *contiene* la imagen-recuerdo. La imagen se reforma en el momento de la rememoración, en el que el conjunto psico-cerebral recuerda, gracias a la huella engramada. Este recuerdo es una resurrección o reproducción imaginaria del evento recordado, según procesos todavía desconocidos, pero en el que se combinan en mi sentido procesos

[1] No excluye la posibilidad para otros seres, para otras vidas, la posibilidad de una mnemopraxis como el bello film de Twadovski, *Solaris.*

analógico-sintéticos y procesos digitales. Se trata de la resucitación presente del evento, como copia no real, sino imaginaria.

Como la reproducción genética, la memoria cerebral reproduce aquello que de otro modo caería en el olvido o quedaría dispersado, es decir, que genera lo improbable, lo que se desvía, la neguentropía, pero sólo en forma de imagen.

El recuerdo es una duplicación del evento, en forma de imagen. Esta imagen recordada es de la misma naturaleza que la imagen percibida: un cerebro animal o humano jamás percibe, a partir de estímulos transmitidos por los sentidos, más que una imagen, una representación de los eventos o de las cosas. *Es esta imagen percibida la que se engrama, para después volverse a convertir en imagen.* Así, la rememoración traduce la potencialidad generativa de nuestro cerebro: transformar lo real fenoménico en imagen, y reproducir, regenerar esta imagen.

Las dos reproducciones, la imaginaria (mental) y la práxica (genética) aclaran bien la naturaleza de la información generativa: ésta es, a la vez, conservación-registro (engramación, archivo) y resurrección-reproducción; la huella se vuelve entonces matriz, cuando el aparato y la totalidad neguentrópica entran en juego. A partir de ese momento *la máquina de fabricar dobles, está en marcha.* Pero, mientras que la máquina genética reproduce el ser y la existencia, la máquina cerebral reproduce el «doble» espectral, el *ghost*-fantasma de los seres, eventos, cosas (Morin, 1970). La rememoración mental es una regeneración íntegra, pero íntegramente imaginaria.

En estado de vigilia subestimamos la fuerza de esta duplicación imaginaria. Está como ensordecida por el hecho de que nuestra conciencia trata la imagen como una no-realidad, y no como un doble de la realidad. Pero de hecho, la imagen-recuerdo tiene la misma fuerza que la representación perceptiva, lo que se ve claramente en los casos límite de alucinación, donde la imagen mental dispone de la presencia y de la existencia real, así como en las experiencias de estimulación por electrodos de ciertas regiones cerebrales en que se hace surgir el recuerdo con una virulencia alucinatoria y una precisión casi perceptiva (Delgado, 1972).

Así, en la rememoración física, hay también una *duplicación.* Pero mientras que en la reproducción biológica el doble es físico y adquiere vida autónoma aparte de su genitor, la copia del recuerdo mental no puede sobrevivir fuera del que recuerda. La rememoración cerebral puede, pues, ser considerada como *una forma degenerada de producción o como una forma degrada de regeneración.* Pero es también un desarrollo metafórico de la información generativa, en un dominio y un reino nuevos, que va a expandirse de repente con el hombre, ¡el de lo imaginario y lo ideal! Y, al igual que la neurona es una célula degenerada, que ha perdido el poder práxico de reproducirse, pero gracias a la cual se puede computar, pensar, imaginar, soñar, del mismo modo la existencia de una memoria mental que engrama la experiencia fenoménica vivida por un individuo en su *Umwelt* y la regenerada por el recuerdo aportan posibilidades neguentrópicas fabulosas. Pues la información rememorada del espíritu sigue siendo regenerativa, sigue siendo reproductiva, sigue siendo, pues, información generativa, pero en este nuevo campo de generación y producción: lo ideal y lo imaginario.

La multiplicación

El mismo engrama sirve para muchas repeticiones. Tiene pues la virtud de la multiplicación, La duplicación prosigue: los duplicados se duplican a su vez y así sucesivamente: la duplicación es multiplicativa. Cada doble reproducido es reproductor, es decir, posee las virtudes generativas del original. Hay, pues, una potencialidad multiplicadora indefinida en el principio mismo de la información generativa; así es cómo se ha expandido la vida sobre la tierra. La historia humana, del aprendizaje a la escritura (que tiene ya valor multiplicativo antes de la imprenta, en función del número de sus lectores), sobre todo después de la imprenta a la radio, al cine, a la televisión, sabrá multiplicar la multiplicación informacional al mismo tiempo que sabrá diversificarla.

La memoteca

Dejemos ahora la reproducción genética y consideremos la organización misma de la existencia fenoménica de un ser celular. También son esclarecedoras las ideas de archivo y de memoria. Los archivos informacionales constituyen una *memoteca* en la que bebe el aparato de modos diversos según las necesidades y problemas que se le han señalado y que conciernen a las reorganizaciones, producciones internas, comportamientos, etc.; es decir, a todas las actividades fenoménicas. El aparato suscita entonces rememoraciones parciales o puntuales, que, por su naturaleza práxica, desencadenan las acciones o producciones que responden a las necesidades o problemas. En el caso de la fabricación interna de moléculas nuevas en sustitución de las moléculas degradadas, todo ocurre automáticamente y toma forma programática. Cuando se trata de un conjunto de actividades complejas, el aparato bebe de su memoteca en función de las estrategias y combinaciones que elabora para adaptarlas a las circunstancias, y la memoteca se vuelve mnemopraxis, produciendo lo que conviene a las estrategias que ella coelabora.

Así, la cara de la información generativa se esclarece un poco cuando se aclara su carácter de archivo. Pero este carácter de archi-

vo necesita ser aclarado él mismo en y por la praxis del proto-aparato nuclear (y recíprocamente) y la praxis de este aparato no puede ser aclarada más que en relación con la praxis total del ser. Abandonada a sí misma, la información solitaria ya no es información, sino una deformación provisional, o un mito de informático.

La cara primordial, donde emerge la información y que hace emerger la información tiene por nombre justamente gen: ¡generatividad! Es en la interacción activa sobre la información, el aparato y el ser concebido como totalidad recursiva, donde la información se vuelve generativa y la organización neguentrópica. Entonces el archivo deviene verbo, y el verbo se hace carne.

La generatividad evenencial

Hemos visto que hay una diferencia de principio entre la repetición de las leyes generales físico-químicas y la repetición del recomenzamiento de toda producción-de-sí, es decir, de toda organización neguentrópica. Lo remarcable es que la organización informacional organiza el recomenzamiento que la funda mediante producción de eventos organizadores; suscita eventos precisamente por anular o contrarrestar los eventos perturbadores, que llegan del exterior o surgen del interior sin cesar. Así, paradójicamente, la invarianza de la anatomía, de la fisiología, de los modelos de comportamiento es mantenida únicamente por eventos reorganizadores, productores, regeneradores. Una originalidad de la organización informacional, en relación a las otras organizaciones neguentrópicas, está en la producción funcional de eventos organizadores y ordenadores. La diferencia fundamental entre el ciclo de rotación de la tierra alrededor del sol y el ciclo de la reproducción biológica, es que la repetición del primero, si bien produce eventos sobre la tierra, no es producida por eventos generadores, mientras que la repetición del segundo es el producto de una regeneración evenencial.

Del mismo modo que lo improbable es transformado en y por la organización neguentrópica en probable local y temporal, del mismo modo el carácter propiamente evenencial del evento generativo (su improbabilidad, la sorpresa y la desviación que éste constituye) es transformado en carácter elemental, es decir, necesario y ortodoxo para esta organización: el evento deviene elemento, sin dejar sin embargo de ser un evento. De ahí esta doble cara de la generatividad informacional: conserva el carácter evenencial de la información shannoniana, aunque el evento ha cambiado de carácter, provisional y localmente, sin cambiar sin embargo de naturaleza. En lo sucesivo tendrá una doble cara, es decir, una cara compleja.

Como veremos (tomo II), la vida y, más allá del hombre, la sociedad, son prodigiosas construcciones de eventos, castillos y palacios hechos de torbellinos de eventos. La información organizacional reproduce los arque-eventos pasados, desencadena sin cesar eventos organizadores, productores, eventos-realizaciones y cuanto más se complejiza, más apta está, como veremos, para integrar y utilizar el evento perturbador. Ya habíamos visto que todo lo que es físicamente orden y organización tenía, bajo un cierto ángulo, un carácter de evento. Aquí la relación es extremadamente íntima, ininterrumpida: el ser vivo, surgido de eventos singulares en cadena, es un organismo constituido por eventos, un individuo abocado a vivir una vida evenencial, y se produce evenencialmente: ¡de todo esto nace el *orden* de la vida, la *lógica* de lo viviente, las *leyes* biológicas. Y efectivamente, se puede hablar de leyes genéticas, demográficas, ecológicas, organísmicas, conductistas. Y las sociedades humanas, de textura igualmente evenencial, no solamente obedecen a leyes sociológicas, sino que producen leyes que se hacen obedecer.

Así vemos destacarse esta notable propiedad: *la información generativa genera el evento, no genera más que el evento, pero lo transforma en orden y organización, sin que sin embargo deje de ser evento.*

El camaleón conceptual

No sólo existe la palabra código para expresar la naturaleza de la información, ni la palabra programa para expresar la generatividad de ésta. No se trata de rechazar estos términos. Se trata de no encerrarse en ellos. El programa sólo enmascara la estrategia, la competencia, el aparato, la totalidad recursiva; enmascara la dinámica del recomenzamiento, la regeneración, la reorganización. Si no hubiera más que la idea de programa en la generatividad, no habría, nunca habría habido vida. Esto es un genodrama, es decir, una representación, aleatoria cada vez, que se re-interpreta, se revive, se rememora en un desarrollo en el que se mezclan e interpenetran a la vez el ritual inexorable, la comedia del arte, la recitación convencida del texto. Es en este proceso donde hay que situar el juego de la información, y no en los ensamblajes y manipulaciones de la máquina artificial. La información, en su naturaleza generativa, no es fácil de cercar. Es poliscópica; en su radicalidad ya es camaleónica. Cambia insensiblemente de color según la coyuntura en la que se encuentre, según la mirada del observador: signo, engrama, programa, archivo, memoria son aspectos, algunos todavía embrionarios, todos todavía indistintos los unos de los otros.

Ya vemos esbozarse otras caras: saber, puesto que en la memoteca se encuentra inscrito el saber que una línea tiene de sí misma y del mundo; saber hacer, puesto que su praxis comporta métodos, técnicas, estrategias que permiten que un ser vivo se construya y vi-

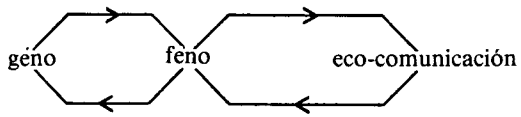
va. Estos diversos aspectos y otros más van a diferenciarse, a desplegarse en y a partir del aparato informacional epigenético que existe: el cerebro humano.

4. La información circulante

Los seres vivos están organizados de forma comunicacional. No se puede disociar la actividad fenoménica de una célula del proceso de comunicación, donde la circulación de elementos químicos juega el papel de cuasi-señales, desencadenantes o inhibidoras, según el circuito ADN/ARN/proteínas.

Hay que pensar que la menor célula comporta billones de unidades moleculares y que la comunicación entre estas unidades, entre la esfera generativa y la esfera fenoménica (que se encabalgan) se confunde con la actividad permanente de reorganización, producción, intercambio, transformaciones de una microfábrica química formidable que estaría ocupada sin cesar en producir sus edificios, sus máquinas y su personal. La comunicación de la información desencadena o inhibe fabricaciones y transformaciones que mantienen y producen la unidad, la heterogeneidad, la homeostasis, la originalidad, la improbabilidad, *la vida* del ser celular.

La información es, pues, «circulante» (Laborit, 1975) en la organización fenoménica. Se desarrolla, según modas nuevas, con la constitución del organismo multicelular, donde, con la complejización, interfieren diversas redes de comunicación (sanguínea, nerviosa). La comunicación no es solamente intraorganísmica. Todo ser vivo, comprendido el unicelular, interpreta como señales los eventos del entorno. Desde el comienzo tenemos:



La comunicación con el exterior, la eco-comunicación, que en un principio era muy embrionaria, va a desarrollarse. Los organismos cada vez más evolucionados, los seres cada vez más cerebralizados, van a discernir cada vez más los eventos de un ecosistema cada vez más diverso, y traducir cada vez más los eventos en informaciones concernientes a la nutrición, al peligro, etc. Así, el ser fenoménico —el individuo— sacará sus informaciones de una *ecoteca* complementaria, concurrente y antagonista de su *genomemoteca.*

Con la aparición y el desarrollo de la comunicación sexual y de la comunicación social, los individuos mismos emitirán señales para indicar su presencia, buscar compañero o congénere, advertirles de los peligros que sobrevienen.

Las comunicaciones sociales se desarrollan un poco en todas las ramas evolutivas y, sobre todo, en los insectos: hormigas, termitas, abejas. El cerebro, aparato epigenerativo, verdadera máquina de captar, almacenar, tratar la información, se desarrolla en los vertebrados, peces, pájaros, mamíferos. Los ecosistemas, es decir las unidades complejas espontáneamente organizadas a partir de las interacciones entre los seres vivos que pueblan un nicho ecológico (cfr. tomo II, cap. 1), se convierten en universos comunicacionales extraordinariamente complejos.

Así, los múltiples desarrollos interferentes de la vida (desarrollos de los individuos, de su aparato cerebral, de sus comportamientos; desarrollo y complejización de la sociabilidad y de las sociedades, desarrollo y complejización de los ecosistemas) constituye un desarrollo de la comunicación formidable y múltiple.

Los soportes y los sistemas de comunicación se multiplican y complejizan. Las señales emitidas o intercambiadas ya no son solamente químicas, sino sonoras, visuales, cromáticas, gestuales, mímimas, rituales. La comunicación ya no tiene un valor solamente constreñidor de incitación o inhibición; también transmite llamadas, sugerencias, alertas.

Como la información es captada cada vez más por el enemigo que se vuelve cada vez más inteligente, como el enemigo extrae de nuestros rastros, marcas, olores, etc., informaciones para descubrirnos, entonces se desarrollan conjuntamente el camuflaje, la añagaza, la astucia y el arte de detectar el camuflaje, la añagaza, la astucia. En adelante, la información se vuelve equívoca y ambivalente: advierte y traiciona; informa eventualmente a quien no hay que informar: al enemigo, al concurrente. Gran «progreso» en la historia de la vida; la entrada del fraude en la comunicación. En adelante, la victoria ya no pertenecerá solamente a la fuerza y la destreza, sino también a la astucia, después a la mentira *(homo sapiens),* al sociologizarse e ideologizarse, la mentira humana se expande, fructifica, triunfa, puesto que está adornada con las virtudes de la verdad. Cuanto más se informalice el universo, más será de este modo, hasta que la sobresaturación de mentira y de hipocresía desencadene una inversión de la tendencia, como quiero esperar.

Cuanto más se desarrolla la comunicación, la información se multiplica más, se gasta más, se dispersa más aleatoriamente por todos los horizontes, a la búsqueda de un receptor esperado y a menudo desconocido.

Así, la información circulante se expande, se multiplica, se po-

limorfiza, en un circuito feno-eco-organizacional cada vez más vasto, cada vez más diverso, cada vez más aleatorio, cada vez más complejo.

Es preciso comprender que la información generativa y la información circulante están unidas, quiero decir que la información circulante es información generativa transformada, que tiene forma de señales, que circula *grosso modo* según el esquema shannoniano, con el addendum correctivo de que a menudo no tiene emisor, pero que el receptor extrae informaciones del entorno transformando los eventos que proporciona el ecosistema en signos o señales que su aparato cerebral trata desde entonces de forma *ad hoc.*

La información generativa y la información circulante pueden transformarse la una en la otra, pero la transformación de una información circulante o de señales en información generativa no es posible más que si ésta encuentra un aparato capaz de registrarla y tratarla.

La información generativa está mucho mejor protegida del ruido que la información circulante. La información genética está almacenada en las muy estables cadenas nucleares de ADN; la información cerebral es almacenada por la marca química estable: la información antropo-social es almacenada en libros, cintas magnéticas, protegidas ellas mismas contras las alteraciones y los peligros. Por el contrario, la información circulante debe viajar a través de las nubes, a través de los ruidos. También los problemas clásicos de la transmisión en el ruido, es decir, de la no llegada (ignorancia) y de la mala llegada (error) de información viajera, son *problemas vitales.*

Los ruidos que intervienen en la circulación intracelular e intraorganísmica de la información son fuentes de error que al acumularse conducen a la senectud y a la muerte. Los ecosistemas son zarabandas de verdaderos y falsos ruidos, falsas informaciones que inducen a error aún más que los ruidos. Los problemas vitales del error son, desde luego, problemas mortales. Ahora bien, la vulnerabilidad al error, talón de Aquiles de toda organización viva, habría sido fatal, si la vida no hubiera dispuesto de la astucia de Ulises, es decir, de la aptitud para tratar el error a su medida, de jugar con él, de inducirle al error.

La generatividad y la circulación son dos momentos de la información. En la circulación, la información puede ser operacional, es decir, que puede transformarse en neguentropía, pero a condición de que un aparato generativo le ofrezca las condiciones de esta transformación: *sólo una información bien recibida o un error bienvenido pueden transformarse en neguentropía.*

La generatividad y la circulación son dos momentos de la información. Es decir, en otros términos, que el problema de la información, de toda información, debe ser situado en el contexto de la totalidad geno-fenoménica de los seres neguentrópicos/informacionales *donde la organización es siempre un fenómeno de comunicación, donde la comunicación es siempre un fenómeno de organización.*

Es preciso situar el problema de la información no sólo en el circuito geno-fenoménico, sino también en el geno-feno-ecológico. La información y la comunicación se han desplegado, del ciclo reproductivo al individuo, de la célula al organismo, del individuo a la sociedad, en el seno de los ecosistemas hormigueantes donde todo y todos se reencuentran. Al desarrollarse, lejos de su doble escala originaria, la información tiende a liberarse, es decir, a perder fuerza de constreñimiento; tiende a complejizarse —a jugar estratégicamente con la ambigüedad, el error, a usar la astucia; tiende a diversificarse (saber, saber hacer, normas, reglas, prohibiciones); tiende a enjambrarse, a diseminarse, a diasporar... Hasta la aparición del enorme cerebro de *homo sapiens,* de un nuevo tipo de sociedad, dotada de un complejo generativo informacional propio (la cultura), en fin, del enorme aparato de Estado de las Megamáquinas sociales, de la era histórica.

5. El despliegue antropo-social informacional

Si hay un dominio donde se marquen bien a la vez una continuidad evidente y un formidable cambio entre el universo biológico y el universo antropo-social, es el de la comunicación y la información.

En efecto, al considerar el campo antropo-social, nos chocan estos caracteres innovadores:

1. Un aparato cerebral de una hipercomplejidad inaudita, que comprende más de veinte billones de neuronas, que dispone de una memoria enorme, dotada de potencialidades lógicas, constructivas, imaginativas y oníricas prodigiosas. No es solamente un súperordenador que trata de información (muchas de sus realizaciones computacionales son menores que las de los ordenadores). Es un aparato cuyas posibilidades generativas imaginarias e ideales son potencialmente universales. Es como una máquina de Turing capaz de producir y reproducir todo, no biológicamente, sino noológicamente (ideas, sueños, fantasmas, mitos) y, con la ayuda de las manos, tecnológicamente (útiles, máquinas, objetos, habitaciones, monumentos).

2. Un lenguaje de doble articulación, el único sistema de doble articulación que se ha constituido en la historia y el desarrollo de la

vida, aparte del código genético. Las aptitudes del espíritu humano y las posibilidades que ofrece el lenguaje, permiten construir, hasta el infinito, edificios noológicos muy variados y complejos, relatos, discursos, mitologías, teorías, ideologías, etc.

3. Una estructura social geno-fenoménica, la primera y la única entre todas las sociedades vivientes que ha constituido un complejo generador/regenerador de su propia complejidad: la cultura.

En las sociedades humanas más arcaicas (sobre todos estos problemas, cfr. Morin, 1973, págs. 87-91, 98-100, 181-189), la cultura constituye un complejo generativo informacional casi procarioto, es decir, que todavía no dispone de ningún *núcleo* institucional; es extendida por todos los cerebros de los miembros de la sociedad, estando concentrados sus misterios, más o menos acumulados algunos (los ancianos, el rey/jefe, el padre/brujo).

La cultura es efectivamente el complejo generativo matricial que perpetúa la neguentropía, la complejidad, la originalidad, la identidad de cada sociedad transmitiéndose de generación en generación, es decir, reproduciéndose de forma casi invariante a través de los cerebros. La antropología cultural no había logrado dar la unidad de una organización generativa a lo que presentaba como un baratillo de sabores, reglas, prohibiciones, etc. Ahora bien, dado lo que hemos dicho del camaleonismo de la información, a la vez una y diversa, podemos comprender que la cultura es para la sociedad arcaica su memoteca y su genoteca, su fuente de neguentropía, que suministra informaciones para todas las operaciones técnicas, prácticas, sociales, míticas. Así, la cultura arcaica es memoria colectiva de los *saberes* (concerniente al entorno, el clima, la fauna, la flora, el mundo, el hombre); del *saber hacer* (las técnicas de caza, fabricación de útiles, construcción de casas, preparación de comidas, operaciones mágico-religiosas); de las *reglas, normas* y *prohibiciones* que rigen la organización de la sociedad y son guías de códigos o programas para los comportamientos individuales y colectivos.

4. El formidable surgimiento del aparato de estado propio de la megasociedad histórica. Esta metamorfosis en comparación con las sociedades arcaicas es para la organización antropo-social el equivalente de dos metamorfosis biológicas clave: el paso de la célula procariota a la célula eucariota y el paso del organismo unicelular al multicelular.

El aparato de Estado y sus aparatos dependientes (ejército, religión) se entrelazan. Los aparatos provinciales y locales se disponen en satélites. Después, los aparatos van a surgir y pulular en la vida económica (bancos, *staffs* de las empresas, trusts, holdings) y política (aparatos de partido) hasta la muy moderna simbiosis del aparato de Partido y de Estado.

Queda, sin embargo, relativamente independiente del Aparato, una nube cultural (usos, costumbres, saberes, creencias, visiones del

mundo) que crea esferas culturales con los aspectos profesionales y especializados. Pero el aparato de Estado concentra en sí la potencia generativa de las reglas sociales. (Todos estos problemas, que evocamos aquí al pasar por el concepto de información, serán considerados frontalmente en el tomo II.)

5. El desarrollo de las aglomeraciones urbanas donde el juego de la comunicación informacional se efectúa de manera cada vez más estocástica; la presión del desarrollo de los intercambios e interacciones entraña la creación de la escritura, del cálculo, de la copia manuscrita, del correo y, después, de la imprenta, el libro, el periódico, la rotativa, el offset, el telégrafo, el teléfono, el cine, la radio, el disco, la banda magnética, la televisión, etc.

La evolución moderna comporta un verdadero despliegue informacional, crea soportes y vehículos cada vez más variados, multiplica la información de forma casi ilimitada e instantánea por un coste de energía cada vez más restringido[1].

Y, en sus últimos avatares, la información se dispersa y degrada. En efecto, por una parte hay multiplicación de «informaciones» en el sentido periodístico del término, de las que en principio ninguna lleva trazas explícitas de prescripción o inhibición, es decir, que aparentemente no sirven para nada más que para «informar» (desde luego, a un nivel estático y global tales informaciones se insertan en la organización de la sociedad, o mejor dicho, en su sistema cultural de normas, valores, intereses, etc.); por otro lado, hay multiplicación de neguentropía lúdica, novelesca, fabuladora, etc., a través de los *media*. Estas pululaciones informacionales se expanden, sin comportar necesariamente efectos, sin comportar siquiera necesariamente receptores, pueden pura y simplemente dispersarse, desvanecerse e incluso, recibidas, olvidarse inmediatamente después de la absorción... ¿Cuántas palabras, discursos, cantes, poemas, fábulas estarán dispersos de este modo por los éteres del planeta tierra? Repitámoslo, este sistema de comunicación sin duda forma parte de la organización social y corresponde a estrategias de diseminación, que, como toda diseminación, juegan con el azar y comportan una enorme merma por dispersión.

Podemos preguntarnos si, más allá de cierto umbral, la multiplicación fabulosa de las informaciones no provoca un incremento de entropía interna que desborda el incremento de la neguentropía informacional. Esta multiplicación de informaciones sin duda debería contribuir, en principio, a acrecentar la variedad y, por tanto, la complejidad de una organización fundada en la comunicación. Pero a condición de que en ella pueda haber precisamente co-

[1] «Toda la vida moderna descansa sobre la posibilidad de multiplicar las informaciones por un precio mínimo» (Brillouin, 1959, pág. 154).

municación, articulación, entre las miriadas de informaciones que se derraman en tromba. Pero supongamos que hay sobrecarga de heterogeneidad y de número, que ya no haya coordinación ni articulación en la enorme nube de *bits* que se entre-agitan como las moléculas de un gas, entonces la diversidad se transforma en dispersión, desorden, incoherencia, absurdo. Puede que esto sea lo que ocurre en nuestra sociedad, con estos quanta de informaciones más numerosas que la arena de las playas y que las gotas del océano, que brotan en miriadas de libros, periódicos, revistas, radios, televisiones; que se entrecruzan y derriban de forma browniana, que caen en lluvia, se evaporan y se dispersan. La más grande de esta nebulosa, no solamente se disuelve en ruido, sino que comprendida la enorme masa de «informaciones» en el sentido periodístico, *hace ruido,* es decir diluye, desarticula, confusiona toda posibilidad de comprender el mundo y la sociedad. A partir de ahora, podemos preguntarnos si ese ruido no es nuestro ruido de fondo sociológico, peor aún, *si no es éste el ruido que sube de nuestra cultura, que ya está descompuesta, necrosada, en largos tejidos generativos*[1].

Y se comprende que Shannon haya detectado la información en este sector de la comunicación moderna que está sometido de forma aparentemente inexorable al incremento de entropía. La teoría shannoniana ha sufrido el peso de su propio contexto: *tomaba la información en su punto más alejado de la generatividad.*

Sin embargo, la información más dispersa, la más libre de todo constreñimiento o sugestión, la más degradada, todavía puede regenerarse, si encuentra el contexto neguentrópico *ad hoc.* Al igual que los fotones que a menudo chocan con un electrón y se transforman transformándolo, del mismo modo una información dispersa puede golpear de repente una ideología en su punto de ruptura y radioactivar un proceso intelectual. ¡A menudo es la última gota de información la que derrama los vasos! He aquí todas esas películas vistas, consumidas como divertimento; han producido neguentropía imaginaria, han mantenido los fantasmas; nos han permitido vivir por procuración, y después no quedan ya más que algunos recuerdos residuales. Pero he aquí que esa película de pequeños vagabundos bandidos huérfanos, que vi a los catorce años en la sala vacía de la Bellevilloise, desvía el curso de mis sueños y los orienta hacia la revolución...

[1] Mientras que la información se transforma en «ruido» en lo que se llaman las informaciones, las redundancias propagandísticas eliminan la información como ruido. Excluyen efectivamente como ruido parasitario todo lo que es evento, novedad, sorpresa; nunca ocurre nada más que el esquema previsto por la doctrina y la confirmación de su propia verdad.

La esfera noológica

La esfera noológica, constituida por el conjunto de los fenómenos llamados espirituales, es un universo muy rico que comprende ideas, teorías, filosofías, mitos, fantasmas, sueños. La idea aislada y el gran sistema teórico, el fantasma y el mito, no son «irreales». No son «cosas» del espíritu, son *la vida* del espíritu. Son seres de un tipo nuevo (P. Auger, 1966; J. Monod, 1970), existentes informacionales de dimensión cero, como la información, pero que tienen los caracteres físicos fundamentales de la información e incluso ciertos caracteres biológicos, puesto que son capaces de multiplicarse extrayendo neguentropía de los cerebros humanos y, a través de ellos, de la cultura que los irriga; nuestros espíritus, y más ampliamente nuestras culturas, son los ecosistemas donde encuentran, no sólo alimento, sino fortuna, y riesgo.

Los grandes sistemas teóricos son organizaciones de ideas concatenadas, jerarquizadas, dotadas de su generatividad y su regulación propias, capaces, pues, de regenerarse y resistir a las agresiones exteriores. Las ideologías pueden permanecer latentes o, desviándose, ocultas en un pequeño aislamiento minoritario; pero, de repente, la ruptura de una retroacción negativa o cualquier otro evento favorable, permite su multiplicación epidémica.

Tal idea, en su encuentro oportuno con tal espíritu, va a provocar de forma inesperada una mutación ideológica. Tal idea se introduce en el patrimonio cultural, y su inserción modifica en cadena todo un dispositivo ideo-generador que, al reorganizarse de forma nueva (como un ADN después de la mutación genética), modifica, por ello mismo, todo un aspecto del ser fenoménico de la sociedad.

Del mismo modo que la vida presenta seres muy diversos, desde los virus hasta los elefantes, desde las secuelas milenarias hasta las efímeras, al igual hay fantasmas que se dislocan tan pronto como han sido formados y grandes mitologías religiosas que perduran durante milenios, tan fuertemente enraizadas en la toba antropo-social que extraen regularmente neguentropía, a despecho de las transformaciones radicales de la sociedad. Por el contrario, el sueño y el fantasma son torbellinos de neguentropía imaginaria, que se dispersan casi de inmediato en vapores. Precisamente porque es de una diversidad extrema, muy poco portador de redundancia (de ahí el carácter misterioso, sibilino de cada información que aporta), el sueño es efímero, su variedad se desploma en desorden en el movimiento de su edificación, se disipa en ruido, e incluso al despertar, cuando aún nos acordamos de ellos, nos parece muy a menudo no ser más que ruido, ensamblaje al azar de imágenes incoherentes...

Sin embargo, la imaginación brota en el encuentro, antagonista/

complementario de lo imaginario y de la idea. Y es la imaginación la que, en y por la turbulencia fantasmática, inventa y crea. Brillouin ha dicho justamente: «El pensamiento (imaginante) crea entropía negativa» (Brillouin, 1962, pág. 220). El borbotón de cultura de la creación es el borboteo onírico donde entrechocan pulsiones, obsesiones, recuerdos, ideas, deseos. A veces, es incluso en la gran fiesta onírica donde nace la idea buscada en vano en las duras vigilias. El pensamiento siempre es bipolarizado entre el núcleo duro donde están cristalizados sus paradigmas y la ebullición imaginaria...

El mundo loco del fantasma se disuelve sin cesar; pero ha alimentado los grandes mitos, los dioses, los espíritus de las religiones arcaicas e históricas que son como la imaginación paradigmáticamente cristalizada, que regenera sin cesar ritos y consagraciones. Estos mitos y religiones no son más que «superestructuras», *forman parte del tejido físico y práctico de las sociedades.*

En fin, desde la aparición de las megamáquinas sociales, el fantasma y el mito se han desplegado, embriagando a los espíritus, desencadenando las conquistas; los dioses han sido combatidos con furia por humanos interpuestos —y la Ilíada es mucho más profundamente verídica, como libro de historia, que los tratados que nos hacen la economía de los dioses o que tienen a la economía por dios. Lo imaginario, el sueño, se metarmorfosea sin cesar en neguentropía de oro, de diamante, de mármol, de bronce, se vuelve palacios, mausoleos, torres. Sobreviven algunos delirios en el desierto de Egipto, puesto que una formidable potencia energética los ha transformado en pirámides de piedra. Una parte enorme de la praxis social toma forma de ritos, cultos, ceremonias, funerales. La era burguesa sólo es prosaica, y el furor onírico se ha investido en el dinero, el provecho y reúne los delirios milenarios de ambición y de poder. Los obeliscos renacen cada vez más altos, en las torres Eiffel y los *World trade Center.*

El sueño ha programado la praxis social, lo que ignoran los ingenuos para los que la economía no es más que economía y el sueño no es más que sueño; ignoran las transmutaciones de la neguentropía, las conversiones de lo imaginario a lo «real», de lo «real» a lo imaginario, del fantasma a la praxis (el avión), de la praxis al fantasma (el cine). La sociedad manipula peor sus mitos de lo que sus mitos la manipulan a ella. Lo imaginario está en el corazón activo y organizacional de la realidad social y política. Y cuando, en virtud de sus caracteres informacionales, se vuelve generativo, es capaz, a partir de ahí, de programar lo «real» y, al neguentropizarse de manera práxica, *se convierte en lo real* (Castoriadis, 1975).

Un universo de información

La esfera noológica, avatar último, nos permite finalmente concebir en su unidad, su pluralidad, su plenitud, el concepto de información.

La información puede ser *descompuesta* en *bits,* pero *compone* seres y existentes informacionales: seres vivos, aparatos generativos, seres noológicos.

De la termodinámica donde surgió la entropía negativa a la cultura donde floreció la poesía sublime, de las bases nitrogenadas de nucleótidos inscritos en la doble escala desoxiribonucleica, hasta los sueños y fantasmas del espíritu humano, vemos desplegarse la unidad, la diversidad, el camaleonismo de la información.

Pero en todas partes, en el ser vivo, en los ecosistemas, en la sociedad animal y, en fin, en el universo antropo-socio-noológico, está el mismo concepto físico fundamental: *la equivalencia potencial entre neguentropía e información* en el seno o a partir de seres organizados geno-fenoménicamente.

La información puede transformarse siempre en organización neguentrópica, pero solamente en la esfera de una organización neguentrópica informacionalmente organizada que pueda transformar recíprocamente a la neguentropía en información.

La información, incluso la olvidada y perdida, puede regenerarse, a condición de permanecer inscrita si encuentra el aparato generativo *ad hoc.* Si se encuentra la inscripción perdida, y se reconstituye el código, como Champolion descifrando los jeroglíficos gracias a la piedra de Rosetta, entonces el mensaje, dormido durante milenios, se despierta. Los manuscritos del Mar Muerto reviven; las inscripciones de los Mayas hablan. Y estos textos arrancados a la muerte van incluso a conocer una nueva vida, una nueva neguentropía, entrando en nuestras bibliotecas, siendo reproducidos, impresos, traducidos, fotocopiados, comentados. Sobre un modo nuevo, el de la cultura histórica (y no más el de la creencia mítica) continúa el mismo proceso: *el de la transformación de información en neguentropía y de neguentropía en información.*

6. La pequeña y la gran relacionalidad

Recordemos: desde Shannon resulta que la información no es ni una cosa, ni un concepto puramente formalizador. La información es un concepto físico relacional, y es en este sentido en el que tiene una dimensión cero. El error ontológico es localizar la información

en el signo que la inscribe o en la señal que la vehicula. La gran virtud de la teoría shannoniana es haber definido la información como una relación evenencial en situación. Toma existencia en la relación emisor/receptor, en el momento del acto de la recepción. Toma existencia en el evento regenerador, es decir, la relación activa entre el gen, el complejo generativo, la actividad celular completa.

La información siempre es, pues, activamente relacionada y relacionante. No es un concepto autosuficiente y cerrado más que en la ideología informacionista. De hecho, es el menos cerrado de los conceptos que se han encontrado aquí. De ahí las enormes dificultades para intentar discernir su forma. Ha sido preciso relacionarlo, no sólo con las nociones de organización y neguentropía, sino también con la de aparato, e interrelacionar entre sí estas nociones. Aparte de esta multirrelacionalidad, la información, o bien es medida de una improbabilidad hueca, o bien es una entidad hueca. Para comprender la información, debemos hacer oscilar esta noción entre la totalidad activa de la organización neguentrópica —pues si no se ensombrece y se ahoga— y el engrama o el *bit* —pues si no la información se seca y pierde vida.

La relación información ▽ neguentropía / organización

Resumamos: la noción de información no toma su fundamento y sentido más que con respecto a la noción de organización neguentrópica. No basta con considerar solamente información y neguentropía en conjunto, es preciso considerar en conjunto información/neguentropía y organización, la neguentropía siempre en relación con la organización, y la información siempre en relación con la neguentropía.

La información no circula solamente en una comunicación organizada, circula en una comunicación que tiene siempre carácter organizacional; y, sobre todo, la información no es únicamente comunicacional, es también generativa en el seno de un complejo generativo. La información debe concebirse, pues, en el seno de una organización de doble carácter, generativo y fenoménico.

Recordemos, pues:

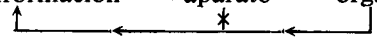
1. La organización neguentrópica precede genealógicamente a la información.

2. La organización neguentrópica se convierte en informacional cuando se constituye en ella un complejo o aparato generativo que comporta engrama/archivo y competencia estratégico/programática que permite la repetición/reorganización, resucitación/reproducción.

3. A partir de ahí, se constituye una organización geno-fenoménica, de carácter informacional/comunicacional, cuyos prodigiosos desarrollos biológicos (organísmicos, ecológicos, sociales) y antropo-sociales hemos visto.

La organización informacional permite la utilización, la manipulación, la transformación, el control, etc., cada vez más complejo, preciso y económico de la energía. Si una organización comunicacional gasta mucha energía por ser neguentrópica (reorganización permanente), la misma organización economiza mucha energía por ser informacional, pues la información no solamente fija energías muy pequeñas para conservarse, sino que para circular consume energías muy débiles y sus controles permiten dosificar las energías puestas en juego. La economía de la comunicación contraequilibra el gasto de la neguentropía.

4. La información sólo puede ser activa y reproductiva en la actividad de un aparato generativo. Este aparato no puede ser activo y reproductivo más que en la actividad global de la organización comunicacional. Hay, pues, no sólo interdependencia, sino relación recursiva entre información ⟶ aparato ⟶ organización del todo.



La información es la que permite que la neguentropía regenere la organización, que permite que la información regenere la neguentropía. Así, en el doble circuito geno-fenoménico, para regenerarse y reproducirse, la información necesita los productos que ella genera.

5. La información necesita siempre una organización neguentrópica para tener existencia y efecto. Una inscripción no existe como *información* más que si es leída. La lectura de una señalización de tráfico necesita una actividad mínima del espíritu del lector (gasto energético, actividad neguentrópica) y una iluminación mínima, luz del sol durante el día, iluminación de los faros por la noche, es decir, una fuente de energía. Es decir: *una inscripción necesita ser iluminada y leída,* no es tan trivial como parece; el texto que usted lee necesita la lámpara, sus ojos y su espíritu para que lo que es inscripción de información se convierta en información sobre la inscripción.

6. La información permite que la organización neguentrópica cree neguentropía o incremente su información.

7. Toda información degenerada puede ser regenerada si encuentra cabeza descifradora y matriz generativa. Dicho de otra forma:
   — «la información es en todo caso neguentropía potencial» (C. de Beauregard, 1963),
   — la información es siempre potencialmente generativa.

8. La gran equivalencia neguentropía/información no es, pues, una relación de identidad, sino una relación de transmutabilidad mutua en condiciones energético/organizacionales/neguentrópicas dadas.

La transformación de la información en neguentropía quiere decir que el desarrollo de la información permite el desarrollo cada vez más complejo de la neguentropía y viceversa.

La transformación de neguentropía en información ha permitido, en primer lugar, el archivado; después ha permitido, la memoria, el registro, de todo saber, de todo saber hacer, hasta la experiencia científica que «representa una transformación de neguentropía en información» (Brillouin, 1959, pág. 110).

9. El engrama, el código constituyen los aspectos discontinuos que permiten considerar y manejar las unidades de información. Bajo este ángulo, la información no tiene más que un solo aspecto: discontinuo, discreto, digital. Ahora bien, concebida en su actividad relacional, la información toma un carácter continuo y presenta aspectos analógico/miméticos completamente rebeldes a la atomización digital. Ocurre hoy con la información lo que ocurría con la luz en la era newtoniana, en la que el carácter corpuscular, el único que se concebía, excluía el carácter ondulatorio.

La relación información ⟶ *aparato*

Repitámoslo: no se puede concebir la organización informacional sin referirse a un *aparato* generativo. Como acabamos de decir «la organización se vuelve informacional cuando se constituye en ella un aparato generativo», y «la información no puede ser activa y reproductiva más que en la actividad de un aparato generativo».

Por segunda vez, surge el problema, siempre crucial, del aparato. Es exactamente el mismo problema que se nos apareció con ocasión del examen de la organización comunicacional. Y es justamente hipostasiando la información como la cibernética oculta el aparato. Ya lo he abordado una primera vez (segunda parte, cap. III), más bien bajo el ángulo de la comunicación. Aquí lo abordo más bien bajo el ángulo de la información.

El aparato es la disposición original que concentra y *capitaliza* en sí la memoria, la computación, la programación, la elaboración de estrategias de la organización del *todo en tanto que todo;* su aptitud para transformar la información en programa, es decir, en acción, centraliza en sí un poder de constreñimiento organizacional.

Hemos visto que el aparato emerge en los seres celulares. En los protocariotas hay policentrismo y todavía no hay concentración de las operaciones informacionales. Se efectúa una relativa centralización con la formación del núcleo y, como he sostenido anteriormente, se puede considerar que el núcleo de los eucariotas constituye un proto-aparato. En este proto-aparato celular, la organización de la

vida fenoménica (metabolismo, intercambios) y la organización de la reproducción están indiferenciados.

Muchos organismos multicelulares, como los vegetales, se auto-organizan sin aparato neuro-cerebral, sin redes nerviosas tan siquiera; esta auto-organización es producto de las interacciones entre los innumerables proto-aparatos de las células que constituyen estos seres vegetales. Es en el reino animal, y muy netamente en la descendencia surgida de los peces y que va hasta los reptiles, pájaros, mamíferos, donde se constituyen dos aparatos diferenciados: uno, el aparato sexual, estrictamente generativo, destinado a la reproducción; el otro, el aparato neuro-cerebral, aparato epigenético o, según el vocabulario aquí propuesto, geno-fenoménico. Fenoménico porque está destinado a los problemas fenoménicos del individuo y particularmente a la organización de sus relaciones con el entorno; *geno* porque es apto para generar y regenerar información, transmutar neguentropía en información e información en neguentropía, capaz evidentemente de elaborar estrategias de comportamiento. Sabemos que ese aparato neuro-cerebral va a desarrollar prodigiosamente su capacidad en los mamíferos y los primates, hasta la aparición del aparato hipercomplejo: el gran cerebro de *homo sapiens,* que comporta más de veinte billones de neuronas.

Las sociedades arcaicas, y ésta es su originalidad fundamental en contraste con las sociedades animales, se han constituido un *complejo generativo,* la cultura, que existe y funciona a partir de las interacciones entre los aparatos cerebrales de los individuos que constituyen una sociedad dada. El evento capital, inseparable de la formación de las megamáquinas sociales, es el de la constitución de un aparato geno-fenoménico central: el Estado, y después el surgimiento y desarrollo, en la vida social, de múltiples aparatos geno-fenoménicos en el seno de las organizaciones militares, religiosas y, posteriormente, económicas (bancos, *staffs* de las empresas, holdings, trusts) y sociales. Un evento clave de la historia mundial es, con el nacimiento del partido social-demócrata alemán a finales del siglo pasado, la aparición del primer *aparato* de partido moderno.

Ahora bien, no he podido evitar señalarlo ya, si hay desarrollos de la organización comunicacional y formaciones después de los desarrollos de aparatos de la esfera biológica a la esfera antropo-social, estas relaciones entre aparato de Estado y sociedad son de naturaleza completamente distinta de aquellas que, en la totalidad recursiva integrada de la célula, unen el proto-aparato nuclear al citoplasma. En una megasociedad (imperio, nación) ya no hay Todo Uno como en la célula o el organismo; hay seres humanos de los que cada uno, aun cuando sojuzgado por tareas mecánicas o especializadas de ejecución, dispone de las mismas competencias estratégicas y creadoras que las de los amos y dirigentes; hay agrupaciones heterogéneas, etnias, clases, dispuestas según las relaciones de jerarquía, de opre-

sión, de subordinación. A partir de ahora, todo aparato social monopolista y, en primer lugar, el aparato de Estado plantea un problema social y político clave de potencia, de poder, de dominación, de servidumbre.

Todo poder de Estado dispone de poder programador/ordenador sobre la sociedad (poder de regular, legislar, decretar), del poder estratégico (elaborar y decidir las políticas a seguir) y del poder de mando/control. El Estado llamado «totalitario» va más lejos: concentra en sí la memoria oficial (el poder de escribir la Historia del pasado y de dictar la historia del presente), el control de todos los medios de expresión y de comunicación de la información; el monopolio del saber verídico al menos en lo que concierne a la sociología y la política, y eventualmente en materia de ciencia y de arte; el control directo de todos los aparatos económicos y demás.

Así, hay una problemática en cadena de los aparatos sociales en primer lugar, de los aparatos monopolistas más particularmente, del aparato central del Estado muy singularmente y, en fin, del aparato central hipermonopolista del Estado llamado totalitario, que ocupa el grado supremo en la capitalización monopolista de la información.

Esta problemática está doblemente enmascarada, tanto en su base propiamente sociológica como en su base organizacional cibernética: la teoría sociológica ignora la organización comunicacional y el poder informacional; la cibernética y la teoría de la información ponen de relieve, en fin, el poder de la Información (la Información «dueña de la energía»), pero al ocultar los aparatos, ocultan el poder de los aparatos y el poder por los aparatos[1].

La idea clave de que el poder está en la producción debe ser leída y comprendida, no en el sentido restringido, economicista del término de producción, sino en su sentido organizacionista/informacional. No es el poder sobre los «medios» de producción, es el poder sobre la producción de la producción, es decir, la generatividad social: no es solamente la propiedad de las cosas, de los bienes: la apropiación está en la apropiación de los medios de apropiación; el sojuzgamiento de los medios de sojuzgamiento; el control de los medios de control *el poder informacional de aparato.*

Se ve aquí la exactitud y el error de Marx: Marx buscaba lo que en la sociedad era generador, y había antepuesto, antropológicamente,

[1] Como veremos en el tomo II (socio-organización), no hay que plantear como alternativa el poder anónimo de los aparatos (el Estado, el partido, el trust) y el poder concreto de los individuos o de los grupos que ocupan los puestos de poder (reyes, jefes, directores). *Se poseen el uno al otro:* los poseedores y amos son instrumentos del poder anónimo, el cual es también su instrumento. Esta relación recursiva oscila entre dos polos; en un polo el «capricho» o lo «arbitrario» del poderoso que manipula su poder; en el otro polo está el poder anónimo del Aparato que «posee», en el sentido casi taumatúrgico del término, al Mandato que éste encarna.

la noción de *ser genérico* y, sociológicamente, la noción de *producción,* con una rectitud admirable. Pero el único fundamento que ofrecía la física de la época era de naturaleza energética: el trabajo; de igual forma, había visto en la sociedad el poder de clase, no el poder de aparato.

Ahora bien, la teoría del Aparato geno-fenoménico de una sociedad concebida como organización informacional/comunicacional, no puede sino renovar y enriquecer el problema sociológico de la dominación y del poder. Nos lleva a detectar el problema clave de la monopolización de la información. El poder está monopolizado desde el momento en que un aparato, y por lo mismo una casta o clase de aparato, monopoliza las formas múltiples de información, une directamente el poder y el saber (quien reina detenta la verdad), el bastón de mando y el cetro, lo sagrado y lo político. La explotación y la dominación coinciden en la relegación de los explotados y dominados a tareas puramente energéticas de ejecución, a su exclusión de la esfera generativo/programadora. No tienen derecho más que a la señales que les informan de lo que deben hacer, pensar, esperar, soñar.

7. La pequeña y la gran relatividad

La pequeña relatividad: Información/Redundancia/Ruido

Lo absoluto y lo relativo en el marco shannoniano

Información, redundancia y ruido son distintas y antinómicas en el marco de la teoría shannoniana: la comunicación de una información de un receptor a un emisor que disponen uno y otro de un repertorio y un código común.

Así, el mensaje «buenos besos», en tibetano, es ruido para mis oídos, mientras que es información para el tibetano. La lengua china, que es redundancia para ochocientos millones de chinos, para los que constituye el código común, es ruido para mí. Se ve, pues, que información y redundancia se enmaraña en los ruidos en el momento en que no hay un código común entre receptor y emisor, puesto que la clave de su distinción reside en ese código.

En cuanto al ruido, no sólo concierne a los desórdenes «objetivos», como el ruido técnico, sino también a los fenómenos, eventualmente organizados, que no son perturbaciones más que con respecto a un mensaje dado. Dos comunicaciones interferentes pueden constituir ruido la una para la otra. Escuchando mi radio, los chasquidos son ruido físico, pero las interferencias entre mensajes múltiples emitidos en la misma longitud de onda provocan un enmara-

ñamiento mutuo que afecta a cada uno de ellos. Del mismo modo, cuando dos conversaciones diferentes se encuentran en la misma línea telefónica, se degradan la una a la otra.

Así pues, fuera de un cuadro relacional en el que el *quid,* el *quod,* el *hic* y el *nunc* están muy delimitados y determinados, las nociones de información, redundancia, ruido, pierden sus claridades y distinciones, se enmarañan, incluso se permutan.

Es preciso añadir otra forma de relatividad que aparece incluso entre poseedores comunes de ese código que es el lenguaje ordinario. Tomemos dos militantes, A y B, de partidos adversos, que siguen por la televisión un debate entre sus líderes respectivos. Cada uno de estos perfectos militantes sabe que toda observación honesta sobre la realidad política confirma el análisis y la acción de su partido, infirma todo lo que viene del partido adverso, y que todo lo que contesta a su partido es una innoble calumnia. También para A, el mensaje de su líder será abundancia en el sentido de que confirma la excelencia de su causa; el mensaje del líder enemigo será para él, a la vez, redundancia (no aportando nada nuevo) y ruido (charlatanería, ineptitudes, errores), ruido que tendrá al mismo tiempo la función redundante de confirmar su hostilidad al partido B. Ocurrirá exactamente lo mismo para B, pero a la inversa. Se puede ciertamente calcular en *bits,* en función de la ocurrencia de fonemas, la información emitida por uno y otro líder pero, de hecho, la información recibida es casi nula en la situación no imaginaria que acabo de evocar. Esto nos indica que de hecho las situaciones reales de comunicación no dependen solamente de ese código y este repertorio común, que es el lenguaje: dependen también de otro tipo de código, unido a la ideología, la cual depende de una paradigmatología, *siempre implícita, siempre escondida, siempre presente y siempre dominante.* En las situaciones reales, la lógica misma del receptor es intermitente; puede pasar de una lógica empírico-racional a una lógica mágico-afectiva; su decodificación puede variar, de la decodificación de la letra al desenterramiento del sentido escondido, etc.

Ciertamente, información, redundancia y ruido siguen siendo nociones claramente definibles en las comunicaciones e informaciones simples, como «Llegaré en el vuelo 807 Air France martes 12» o «Mamá murió», pero cuando se llega a las verdaderas comunicaciones, en las que los seres al mismo tiempo que comunican, no comunican, en las que las perturbaciones vienen de otros lugares además del «canal», como de la cultura, de la personalidad, del complejo de ideología, de la lógica, de la magia, etc., anudadas en cada espíritu; cuando no se olvida que todo mensaje humano lleva en sí una multiplicidad compleja de mensajes potenciales, que todo mensaje es de hecho multi-connotado y multi-desenterrable, en fin, que la connotación, y no la denotación, puede ser el verdadero mensaje,

entonces información, redundancia y ruido se ensombrecen, pierden su claridad y distinción. Para operar de forma óptima la comunicación compleja necesita que los interlocutores dispongan del mismo saber, participen de la misma visión del mundo, obedezcan a la misma lógica y a la misma estructura paradigmática. Por lo demás, esto es lo que ocurre de hecho en el organismo vivo: cada célula, incluso especializada, dispone íntegramente del mismo mensaje genético que cualquier otra célula. Y ésta es la razón de que la comunicación se efectúe en ellas de forma óptima y compleja. Pero en los seres humanos, tal óptimo resultaría anti-óptimo, pues suprimiría la ambigüedad y el malentendido en la comunicación, que son una de las primeras fuentes de progreso y de invenciones —aunque sigan siendo fuente de errores y regresiones. Y es esta fecundidad general del malentendido la que ilustra, en el propio plano del desarrollo científico y, precisamente, de la teoría de la información, la frase de Mendelbrot citada como exergo de este capítulo: «Uno de los útiles más potentes de la ciencia, el único que es universal, es el contrasentido manejado por un investigador de talento», siendo evidentemente el espíritu del «investigador de talento» el aparato generativo necesario para que el «ruido» se transforme en creación.

Lo que acabamos de decir no contradice el cuadro shannoniano; lo sitúa. Información/redundancia/ruido tienen efectivamente un sentido absoluto en una situación relativa. Pero, si se considera el carácter limitado y pobre de las condiciones que permiten definir sin equívoco los tres términos, nos vemos llevados a invertir la visión, y lo más importante para una teoría compleja de la información resulta la relatividad de los conceptos de información/redundancia/ruido. Esta relatividad es fundamental; su distinción clara no es más que local y condicional.

La relatividad de la información organizacional

Cuando se aísla el código genético del circuito organizacional y del devenir temporal, entonces información/redundancia/ruido tienen una sentido claro y distinto: la información remite a un «mensaje»; la redundancia remite a las sinonimias y puntuaciones que comporta el mensaje, más ampliamente a la organización del mensaje, que es la misma, *ne varietur,* para todas las células de un organismo y todos los organismos de una especie y, más ampliamente todavía, al «código» genético mismo, que es común a todos los seres vivos desde la bacteria hasta el elefante.

En este sendido, la organización que produce la actividad informacional, al hacerse probable *hic et nunc,* se manifiesta para un observador *hic et nunc* esencialmente por sus rasgos de repetición, regularidades, reproducciones, multiplicaciones y parece obedecer a un

pattern invariante, el de la «especie». Así, lo que bajo el ángulo de la producción neguentrópica, de la reorganización permanente, se percibe esencialmente como organización informacional y como tal sigue siendo evenencial, singular, improbable, bajo el ángulo exterior de la observación, se percibe, en un marco espacio-temporal dado, como una organización esencialmente redundante. De ahí la relatividad, según el marco de referencia, entre información y redundancia.

La reproducción puede ser considerada, bajo un aspecto, como un fenómeno de redundancia (multiplicación de lo mismo) y, bajo otro, como un proceso de transmisión de la información. Puede y debe ser considerada también bajo el ángulo del ruido: la diseminación se confía al azar, a los vientos, a las fuerzas de dispersión, es decir al «ruido», de lo que se desprende, además, un despilfarro formidable. Así, desplazando el ángulo de vista del observador, se ve una vez más, cómo las nociones de información/ruido/redundancia se ablandan, se ensombrecen, se osmotizan, se relativizan en el mismo fenómeno.

El problema del ruido cobra una amplitud todavía más paradójica cuando nos preguntamos, ¿de dónde nace la información?, ¿cómo crece?

El origen de la información nos remite a la regla universal de la colaboración del desorden en el nacimiento y progreso de la organización. Como he intentado tener presente, la información nació del desarrollo aleatorio de una organización neguentrópica constituida por reacciones químicas (lo que deja intacto el misterio de su emergencia). Una vez nacida y engramada en el seno de un complejo generativo, la información no ha podido crecer y desarrollarse más que con la colaboración de los *alea* y del desorden, es decir, del «ruido». Y es esto lo que nos revela de forma a la vez ciega (pues no lo puede explicar) y cegadora (pues hace de ella el fenómeno central y evidente) la teoría genética: la mutación, por la que ocurre una modificación hereditaria, y, por tanto, un cambio evolutivo, no puede concebirse más que como la consecuencia de un «ruido» (rayo cósmico, accidente cuántico, otra causa desconocida) que provoca un «error» en la copia del mensaje hereditario en el momento de la duplicación. *Así, la información sólo puede nacer a partir de una interacción entre una organización generativa y una perturbación aleatoria al ruido. Ergo la información no puede desarrollarse más que a partir del ruido.* Y desde luego, en el nacimiento de una información, siempre se precisa una actitud organizacional de carácter neguentrópico que se «supere» a sí misma transformando el evento en novedad, el «error» en «verdad».

Correlativamente, hay que suponer que, bajo el efecto del ruido, como indica Atlan (Atlan, 1972), la reduncancia se transforma en variedad. Esto se puede considerar como la expresión informacional de un principio muy general: *toda complejización organizacional se*

traduce en un incremento de variedad en el seno de un sistema: el incremento de variedad puede ser concebido como un comienzo de la dispersión que se equilibra con una organización más flexible y más compleja.

Todo progreso de la información generativa se traduce en un progreso de diversidad y heterogeneidad, por la aparición y expansión de novedad, allí donde había repetición de lo mismo. Así, entramos en un nuevo ciclo relativista: bajo la influencia desencadenante del «ruido», una complejización informacional transforma la redundancia en variedad y esta variedad se encuentra inscrita e integrada inmediatamente en el proceso de la repetición (para el observador exterior se convierte en una aparente redundancia). Vemos, pues, que es preciso que dialecticemos el conjunto de la relación ruido/información/redundancia, en un proceso donde el ruido no sea solamente destructor, sino eventualmente cooperador, donde la redundancia, bajo el efecto del ruido, pueda o bien disolverse en ruido, o bien transformarse en variedad e información.

Así, si se considera su devenir, la información nace en el ruido, navega en el ruido, muere por el ruido, en ruido, y bajo otro aspecto emerge rompiendo la redundancia, y después se estabiliza como redundancia relativa. Así pues, no sólo hay relatividad entre información/redundancia/ruido, sino que *estas nociones se entre-generan,* lo cual se comprende fácilmente desde el momento en el que se las desustancializa y se las sumerge en la organización neguentrópica, donde se plantean y se resuelven las paradojas de su mutua relatividad.

La redundancia y el ruido relativizados

La relatividad de la información con relación a la redundancia y al ruido significa, al mismo tiempo, la relativización de éstos.

La redundancia puede parecer un concepto muy pobre si, ciñéndose a designar todo lo que es orden repetitivo, confunde en una envoltura global la regularidad repetitiva de las leyes fisicoquímicas y la regularidad repetitiva de los fenómenos biológicos que, no sólo no son reductibles a las primeras, sino que en cierto sentido son antagonistas de éstas. Pero el concepto resulta más interesante si indica que la organización no puede progresar más que mediante soportes estabilizados, siendo mantenidos los soportes de estabilización neguentrópicos por las actividades permanentes de reorganización y regeneración. Así entendida, la redundancia nos indica que *lo nuevo no puede inscribirse más que sobre lo ya conocido y lo ya organizado;* si no, lo nuevo no llega a ser nuevo y retorna al desorden. Indica al mismo tiempo que la inscripción duradera de lo nuevo permite la

constitución de una nueva redundancia, la cual está presta, a su vez, a acoger a un nuevo nuevo.

El ruido, por su parte, se convierte en un concepto enriquecido. Su aspecto pobre y confusionista engloba todos los desórdenes, cualesquiera que sean, perturbando la comunicación de la información. Pero este aspecto confusionista se convierte en relativista desde el momento en que se comprende que es útil disponer de un concepto que no sólo incluya los desórdenes «objetivos» o absolutos (como el ruido térmico), sino todo aquello que, incluso no desordenado, constituye una perturbación aleatoria con respecto a una organización informacional dada.

Más interesante todavía es descubrir que el ruido, que destruye la información, es también un ingrediente necesario para su generación. En fin, vamos a descubrir cada vez mejor (tomo II) que todo lo que es organización viva funciona *a pesar de, contra y gracias al ruido.*

La gran relatividad: la observación y el observador

La pequeña relatividad información/redundancia/ruido, que acabamos de ver, consuma la ruina del observador ideal del determinismo laplaciano, no solamente a escala del universo, sino a la de las observaciones locales, puesto que información, redundancia y ruido son inestables, transformables, permutables, en función del ángulo de observación y del saber del observador.

Vamos a ver que el observador está físicamente invadido en mucha mayor medida de lo que podríamos creer:

— en el nivel de la relación entre el conocimiento de la organización y la organización del conocimiento;
— en el nivel de la praxis transformadora que constituye toda observación;

El conocimiento de la organización y la organización del conocimiento

El desorden de la ignorancia y el orden del conocimiento

La entropía, que había puesto de relieve un cierto número de caracteres asombrosos propios de los objetos físicos, desvela con Brillouin, cuando se une a la información, un último carácter, pero que concierne al sujeto humano: la entropía se convierte en la falta de informaciones de un observador sobre el sistema que considera;

a la entropía máxima corresponde la ignorancia máxima. Dicho de otro modo, la entropía, en su acepción más clásica, mide:

— no sólo el desorden o ausencia de organización en el seno de un sistema físico;
— sino, a la vez, la reducción de las posibilidades de información de un observador sobre su observación; *la entropía se convierte, pues, en la medida de nuestra ignorancia.*

La entropía significa ignorancia; inversamente, la información hace regresar el desorden al espíritu: en efecto, el *bit* transforma, en el espíritu de un observador/receptor, un desorden puro (una equiprobabilidad de ocurrencia entre dos eventos) en orden puro, y a este orden se le ha llamado *saber.* Esta aportación de orden le permite completar, enriquecer, incluso complejizar su visión del mundo.

Mientras que el observador mide lo real, lo real da la medida del espíritu del observador.

A partir de aquí se plantea la cuestión epistemológica: ¿Son recíprocos estos dos aspectos de la entropía/información, uno psíquico que remite al observador, el otro físico que remite al objeto? ¿La ausencia de toda posibilidad de informaciones en el espíritu de un observador refleja el desorden real del mundo o sólo los límites de su entendimiento? A partir de aquí la cuestión se precipita...

El principio de equivalencia

Para comprender la correspondencia entre la organización del conocimiento y el conocimiento de la organización, es preciso recordar en principio que la relación neguentropía/información no es de identidad, sino de equivalencia en el marco de una organización neguentrópica *ad hoc.* A partir de ahora, ya no se trata de buscar el «reflejo» de lo real en el espíritu del observador, ni el «reflejo» del espíritu en lo real: la organización del conocimiento es quizá una traducción, pero no es el «reflejo» de la organización física. Se trata de buscar la naturaleza de la eventual transacción que se efectúa, *vía* el principio de equivalencia neguentropía/información, entre lo físico y lo psíquico.

Ahora bien, este principio de equivalencia no puede concebirse verdaderamente más que si concebimos la *physis* según la relación «tetralógica» fundamental desorden/interacciones/orden/organización. *A partir de aquí hay correspondencia y traducción posible* entre el juego físico:

desorden/interacciones/orden/organización (física)

y el juego psíquico:

ruido/información/redundancia/organización (psíquica)

Así, para el observador el ruido es, psíquicamente, ignorancia (y por ello lo desconocido, el misterio), y físicamente desorden; para el observador, la redundancia es psíquicamente certidumbre, físicamente orden (invarianza, ley, repetición, *pattern,* regularidad, estabilidad); para el observador, la información es psíquicamente saber adquirido, a partir de los eventos, conocimientos arrancados al ruido, y físicamente juego evenencial y diversamente aleatorio de las interacciones.

Y del mismo modo que el juego físico encuentra y produce su organización en los sistemas físicos, el juego psíquico encuentra y produce su organización en los sistemas teóricos. Del mismo modo que en el tetrálogo físico hay permutaciones y transformaciones sin cesar (de la organización en desorden, del desorden en organización, etc.), igualmente, en el tetrálogo ruido/redundancia/informaciones/sistemas de ideas hay permutaciones y transformaciones: la información nace a partir de interacciones entre organización y ruido, hace nacer redundancia en el seno de una organización *ad hoc*, muere en ruido, como esta organización misma. Conocimientos tenidos por ciertos —redundancia— pueden ser alterados y se desintegran en ruido ante la irrupción de conocimientos nuevos, a partir de lo cual se forma una nueva redundancia; así, la teoría se rompe y emerge otra teoría; el conocimiento se transforma en ignorancia en el movimiento mismo en que la ignorancia se transforma en conocimiento...

Un progreso del conocimiento no es solamente una conquista de la información sobre el ruido, de la redundancia sobre la información. El progreso del conocimiento opera de hecho una redistribución de la redundancia, de la información, del ruido. El descubrimiento de una gran «ley» natural, por ejemplo, permite acrecentar la redundancia, integrando un gran número de informaciones en un determinismo y un *pattern* asegurados; permite arrancar nuevas informaciones a la incertidumbre de los fenómenos; reduce, pues, el domonio del ruido o la ignorancia; pero al mismo tiempo, el gran descubrimiento hace que se desplomen sistemas enteros de redundancia (la desintegración del sistema de Ptolomeo operada por la revolución copernicana, después la relativización del sistema de Copérnico operada por la relatividad einsteniana, etc.), hace surgir «nuevos problemas», es decir, nuevos sectores de ignorancia. ¡Paradójicamente incluso, y volveré a esto, los mayores progresos del conocimiento moderno consisten en descubrimientos de limitaciones infranqueables del conocimiento! Así pues, se adivina que el progreso del conocimiento no puede ser más que el progreso dialéctico de lo cierto, de lo incierto y de lo desconocido, que el progreso del conocimiento es

al mismo tiempo el progreso de la ignorancia. Lo que es verdadero de toda organización lo es también de la organización del conocimiento: cuanto más compleja sea, más apta es para acoger e integrar el desorden. La teoría compleja permite abarcar y articular en su visón del mundo, el desorden, el orden y la organización, a la vez, es decir, ruido, redundancia e información. Se está lejos del ideal puramente redundante del determinismo absoluto.

Los traductores neológicos

Acabamos de ver que hay un principio de equivalencia, no solamente entre información y neguentropía, sino también entre el juego psíquico de las categorías ruido/información/redundancia/organización (del conocimiento) y el juego (físico) de las categorías desorden/interacciones/orden/organización. Este principio nos permite pues, considerar las transacciones y traducciones psicofísicas.

Es preciso hacer intervenir aquí a los mediadores noológicos o ideas; estos seres informacionales realizan las traducciones del orden físico-termodinámico al orden psico-informacional y viceversa, particularmente entre el conocimiento de la organización y la organización del conocimiento. Así, la *physis* puede ser traducida en ideas; sus organizaciones y encadenamientos físicos se traducen en encadenamientos de ideas que, embuclándose sobre sí mismos, constituyen sistemas teóricos. Estos sistemas informacionales son *ipso facto* organizaciones neguentrópicas. Son físicas en el sentido en que están unidas a los micro-estados y a los procesos físicos de nuestros cerebros, los cuales son aparatos generativos. Así, nuestras ideas sobre lo real no son ni un reflejo de lo real en el cerebro, ni un puro reflejo de los esquemas de nuestros cerebros, son seres informacionales mediadores que permiten la comunicación y la traducción de la *physis* a la *psique* e inversamente; como todo lo que es traducción, las operaciones ideológicas se hallan sometidas a error; algunas incluso no son sino errores... Pero los seres noológicos son tan indispensables para nuestros espíritus como las bacterias de nuestros intestinos son necesarias para la transformación de los alimentos.

La transformación física y la praxis de la observación

Hemos constituido ahora la estructura para acoger el gran descubrimiento de Brillouin, que incluye al observador en una transformación física y a la observación en una praxis psíquica: *toda relación de observación es una relación práxica en la que la neguen-*

tropía puede transformarse en información y la información en neguentropía.

Brillouin (1956) ha destacado el carácter transformador, no sólo de toda experimentación, sino de toda medida. Se desprende, en efecto, del principio de neguentropía de la información, que toda observación que comporte medición modifica físicamente el sistema global que constituye el fenómeno medido, el dispositivo de medida, el observador; la información se hace pagar, y este simple coste modifica ya la realidad física.

Al plantear como entidades no comunicantes al observador y a la observación, la física clásica había ignorado el papel de las experiencias de medición en la definición del fenómeno. Esta incidencia podía ser despreciada, desde luego, dado el coste infinitesimal de la información en esta experiencia, al menos hasta la aparición de la microfísica. Pero no basta con considerar únicamente el problema de energía y entropía en calderilla. Es preciso considerar las consecuencias teóricas y prácticas de la transacción que se ha operado.

El precio de la información

La primera consecuencia teórica y práctica concierne al precio de la información. Todo lo que se gana en información (psíquica) puede ganarse en organización (biológica, antropológica, noológica, sociológica), pero una parte se paga en desorden (físico). Todo incremento de la información hace crecer, pues, tanto a la organización como al desorden en el mundo.

Suponiendo que deseáramos la observación exhaustiva de un objeto, nos veríamos arrastrados por la espiral infinita de las interacciones de las que participa este objeto y de las que procede; si se trata de un ser vivo, sería preciso tomar las miriadas de interacciones entre los micro-estados constitutivos y las miriadas de interacciones ecológicas asociadas a las primeras, lo que sobrepasa en complicación todas las posibilidades de concepción de un espíritu humano (Ashby). En términos brillouinianos, una observación exhaustiva necesita una información infinita, la cual requiere una energía infinita, la cual costaría una neguentropía infinita, lo que traería consigo la dilapidación de todo el universo. Niels Bohr decía que, en el límite, sería preciso matar a un perro para saber cómo vive (Bohr, 1958). Brillouin hubiera podido decir que sería preciso movilizar tal cantidad de energías, de conocimiento y de organización para saber cómo vive ese perro, que el universo, y con él el perro, se habría desintegrado.

El conocimiento llevado al absoluto es autodestructivo. Esta proposición vale para toda observación, para toda ciencia, concierne a

todo objeto, a todo fenómeno, a todo ser y, por supuesto, al universo en su conjunto[1].

El problema de las limitaciones de nuestro conocimiento no podrá ser abordado de manera frontal más que después de un examen de las condiciones bio-antropo-sociológicas del conocimiento (tomo III). La importancia reside aquí en la clarificación original que Brillouin aporta a este viejo problema uniendo, de forma gordiana, el enraizamiento físico del conocimiento a un enriquecimiento del conocimiento (que se convierte en una noción a la vez física y psíquica), y a una limitación del conocimiento (que pierde toda pretensión de exhaustividad). Aquí solamente me limitaré a indicar que es preciso completar el esclarecimiento físico con el esclarecimiento psíquico simétrico: el enraizamiento psíquico del conocimiento nos aporta también sus limitaciones y sus incertidumbres que provienen, evidentemente, de los límites bio-antropo-psico-socio-culturales propios de todo conocimiento; entre estos límites podemos distinguir ahora lo que es inherente al carácter informacional del conocimiento: proviene del hecho de que lo real no toma cuerpo, forma y sentido más que bajo la forma de mensajes que interpreta un observador conceptuador. De la realidad no tenemos más que traducciones, nunca la V.O. Hay, pues, una incertidumbre original, típicamente «informacional» acerca de la realidad de nuestra realidad y acerca de lo que, en la Realidad, no tiene forma ni informaciones, es decir, es intraducible en mensajes...

De hecho, estamos condenados a no conocer más que un universo de mensajes, y más allá de esto, nada. Pero al mismo tiempo tenemos el privilegio de leer al Universo bajo la forma de mensajes. Somos nosotros los que fabricamos estos mensajes, por el influjo de impulsos, cuya verdadera naturaleza ignoramos, aunque tengamos un código para nombrarlos. Estos mensajes crepitan sobre nuestros telescriptores mentales; son ruidosos, con interferencias, con agujeros negros: caminamos, erramos en el bosque de los símbolos, «que nos observan con miradas familiares...».

La observación-praxis

El carácter práxico de la relación de observación entraña consecuencias capitales.

Se creía y se continúa creyendo que la experiencia científica co-

[1] Y esto nos confirma, por vía de consecuencia, que la mejor organización no es la organización perfecta, puramente redundante, si existiera, sino la organización imperfecta, que comporta sus sombras, sus carencias, su desorden fundamental, pero que sabe cómo vivir con el desorden, contraparasitarlo, que sabe, en suma, organizarse en la relación y la relatividad inciertas, lejos de lo absoluto.

noce su objeto aislándolo, es decir, sustrayéndolo al ruido que proviene de su entorno. Ciertamente provoca un relativo aislamiento inhibiendo ciertas interacciones, pero provoca por sí misma, nuevos *tipos de interacciones.* La experiencia científica tampoco es solamente una operación de abstracción, es decir, de aislamiento de un fenómeno fuera de su contexto real (lo que oculta las interacciones ecológicas que forman parte del fenómeno), es el desencadenamiento de un nuevo tipo de interacciones entre el fenómeno y esta vez el experimentador, interacciones de las que éste permanece inconsciente. La experiencia sustrae, pues, un objeto de su contexto físico real, un ser de su ecología biológica real, pero lo introduce en un nuevo contexto real, de carácter antropo-sociológico, del que son parte integrante las ideas abstractas.

Los objetos experimentados van a ser integrados por fuerza en las categorías del experimentador. Los seres vivos, moscas, cobayas, ratas, perros, chimpancés, van a sufrir horribles torturas y a morir con indecibles sufrimientos (lo que será totalmente desatendido en la observación, y ocultado en la teoría). Y sobre todo, de experiencia en experiencia, la ciencia experimental produce una información transformable que permite el desarrollo de esta manipulación universal que se llama técnica.

Brillouin nos introduce en la raíz práxica de la ciencia occidental, que se funda en la medición, y sobre todo en la experiencia, y constituye por eso una producción de informaciones que está lejos de ser neutral.

La proposición de Brillouin concierne a la información adquirida por la medición y la experiencia. ¿No se la puede generalizar a toda observación, a todo conocimiento, incluso cuando no comporta ni medición ni experiencia? En efecto, toda observación acerca del mundo que vaya acompañada de pensamiento y reflexión, corresponde a modificaciones en los micro-estados cerebrales y correlativamente a nuevos arreglos y disposiciones en nuestro sistema de ideas que, en tanto que seres informacionales, son también seres físicos. Esto es despreciable energéticamente, *pero no organizacionalmente:* siendo que las modificaciones neuro-noológicas son al mismo tiempo transformaciones en las ideas y teorías las cuales pueden desencadenar modificaciones en la acción y el comportamiento, se desemboca en transformaciones en cadena de información en neguentropía y de neguentropía en información en la praxis cultural y social.

Así, toda información, todo conocimiento, toda idea, de acuerdo con el principio de equivalencia y de generatividad de la información comporta no solamente una mini-modificación física, sino también, eventualmente, una potencialidad de desarrollos práxicos en cadena a través de transformaciones de información en neguentropía, de neguentropía en información, y así sucesivamente. Una palabra

bien colocada, dicha en un buen momento, puede hacer nacer o destruir un mundo.

Así pues, no hay ni habrá jamás un observador puro (está siempre unido a una praxis transformadora); ni conocimiento absoluto (éste se debería pagar a un precio infinito que lo destruiría). Pero con la pérdida del absoluto, ganamos en comunicación y complejidad. Pues lo que establece Brillouin de positivo y de nuevo es el circuito de comunicación entre lo físico y lo psíquico, la posibilidad de traducción/transformación de lo psíquico/informacional a lo físico/termodinámico/organizacional. Esta comunicación es, pues, al mismo tiempo, inseparable de una praxis dialéctica entre el observador y la observación. Y es cierto que, al establecer la relación, Brillouin estableció la relatividad, es decir, también lo incierto y lo aporético. Pero, y nosotros lo volveremos a ver a menudo, incertidumbre y aporía pueden y deben constituir progresos del conocimiento complejo, no pudiéndose fundar ésta, si se reflexiona sobre ello, más que en las regresiones del conocimiento simple. Lo que entrevemos ya, a través de esta relación traductora, transportadora, transformadora, relativizante, entre lo psíquico y lo físico, entre el observador y su observación, es una primera emergencia de la relación entre el sujeto y el objeto, pues todo conocimiento, para un observador, es a la vez subjetivo (autorreferente), al remitir a su propia organización interior (cerebral, intelectual, cultural), y objetivo (auto-referente), al remitir al mundo exterior. Podemos entrever que jamás hay que buscar al objeto excluyendo al sujeto, que no es fuera de la praxis, sino en una meta-praxis,que es nuevamente una praxis, donde hay que buscar el conocimiento, que nunca es fuera del ruido donde hay que buscar la complejidad.

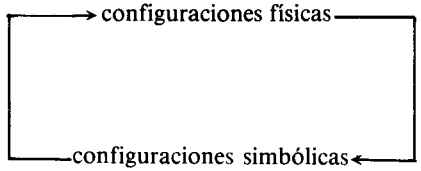
La relatividad generalizada y el bucle del conocimiento físico

La teoría de la información y, por ello toda teoría del conocimiento, puede ser considerada como un apéndice de la teoría física, ya que toda información puede ser traducida en términos físicos de entropía/neguentropía. Pero podemos cambiar la proposición y considerar toda ciencia física como un apéndice de la teoría de la información, puesto que el universo físico es leído por el observador conceptuador en términos de redundancias (invariancias, leyes, regularidades), informaciones (incertidumbres e improbabilidades diversas) y ruido (*alea,* contingencias, desórdenes).

En lo sucesivo, la traducción posible entre configuraciones físicas y configuraciones simbólicas, abre la cuestión: ¿la realidad primera del conocimiento está en el carácter material de las configuraciones físicas o en el carácter ideal de las configuraciones simbólicas? Atlan ha planteado el problema en su intensidad aporética:

«Los símbolos llamados abstractos no serán más que símbolos más generales de aquellos que constituyen los microestados físicos de un sistema..., es decir, que todo símbolo abstracto debería poder ser reducido a un conjunto de micro-estados físicos... Esto se asemeja a una profesión de fe del materialismo más extremo pero, como los micro-estados físicos son percibidos como símbolos, nos vemos empujados a la vez hacia las posiciones del materialismo y del idealismo más puros, lo que nos parece, por otra parte, el estado más compatible con la voluntad de tomar en consideración *todos* los aspectos de nuestra experiencia del mundo» (H. Atlan, 1972, pág. 185).

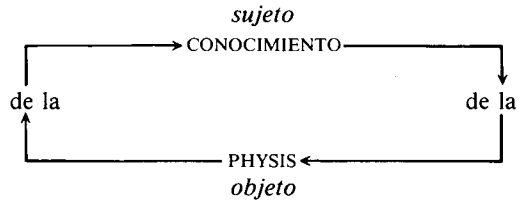
Más que plantear el problema en términos de alternativa idea/materia, podemos intentar unir en bucle estas dos proposiciones antagonistas:



Se puede concebir mucho mejor este bucle, de que toda información, sea cual sea, es traducible a términos físicos, los cuales, cualesquiera que sean, son traducibles a términos informacionales. Por tanto, tenemos un complejo rotativo con doble entrada:

— la entrada físico-termodinámica del fenómeno,
— la entrada psico-informacional del observador/conceptuador.

La primera es referente al objeto, la segunda al sujeto. Las categorías del sujeto y el objeto se comunican, pues, aunque sigan siendo antagonistas:



Todo conocimiento de la física remite, pues, a una física del conocimiento; esto correría el riesgo de girar hasta el infinito, si este movimiento mismo condujera a la búsqueda del meta-sistema donde el

observador se observa observando su observación, es decir, observa al mismo tiempo la relación organizacional y práxica que crea entre él y esta observación.

Se nos impone de golpe, una vez más y con mayor fuerza que antes, la necesidad fundamental de un conocimiento de doble foco, el objeto y el sujeto, de un conocimiento en bucle, donde el conocimiento físico necesite tanto del conocimiento antropo-social como éste del conocimiento físico. Y del mismo modo que todo objeto debe estar integrado en su realidad física, todo sujeto debe estar integrado en su realidad antropo-social; la integración del observador en una comunidad científica, lejos de neutralizar el sujeto y de anular la subjetividad (como en la ciencia clásica, donde el consenso de los científicos tiene valor de objetividad), le sitúa por el contrario en una cultura y en una sociedad. Y por supuesto la realidad antropo-social necesita ser integrada ella misma en la evolución biológica, la cual necesita ser integrada en la evolución organizacional de la *physis,* la cual remite de nuevo al observador-sujeto y así sucesivamente...

Y de ese modo la relación recursiva primera, que une la física del conocimiento al conocimiento de la física, nos llama de nuevo al imposible y fabuloso viaje espiral, en el que corremos todos los riesgos de girar y de dispersarnos, pero donde vemos la única posibilidad de producir método.

Conclusión: Información e Información

La información es una noción muy contestable y justamente contestada cuando constituye la última conquista y realización del paradigma de simplificación.

Esta información es reducida, por una parte, a la magnitud que mide la ecuación de Shannon y, por otra, es elevada a la soberanía física. Pretende ocupar el enorme vacío dejado en la ciencia después de la expulsión del Espíritu y la Idea, que se han convertido en vagabundos metafísicos. Desde entonces esta información-soberana, coronada en su carroza cibernética, explica la Naturaleza, la Vida, la Sociedad, y al igual que el Espíritu y la Idea dominaban y modelaban la materia, ésta somete y manipula las energías.

De este modo se constituye una nueva pareja amo-esclavo, la pareja información-energía. Presenta un espejo abstracto de vida, de sociedad: ahí quedan excluidas todas las formas, todas las existencias, todos los seres, toda complejidad está ausente, toda organización está subordinada a ellos. Esta pareja información-energía es de hecho la traducción física operacional de la dominación social: la de un poder que monopoliza la información generativa y programa la acción de los ejecutantes reducidos a las tareas energéticas.

Tal es la vertiente sobre la cual se expande y se desarrolla la información informacionista, que llamo así porque cierra la información sobre sí misma para hacer de ésta una noción cerrada, primera, terminal. Es la vertiente de la simplificación/manipulación no sólo tecnocientífica, sino también socio-política. Es sobre la otra vertiente, sobre la que he intentado acoger e irrigar una información surgida de la misma fuente, pero que se ha vuelto distinta.

Hay incluso una inversión de perspectiva entre las dos versiones de información. Allá, la organización es una noción informacional; *aquí, es la información la que es una noción organizacional.* Allá, la información se articula en una termodinámica que ignora la organización; aquí, la información se inscribe en la dialéctica termodinámica/organización. Allá, la información reina intemporalmente sobre la *physis;* aquí, la información surge tardía y localmente en la historia de la organización.

Allá, la información confirma la visión atomizante en la que se inscribe. Aquí, no sólo se inscribe en un relacionismo y una relatividad, sino en el principio del bucle. Efectivamente, es en la organización recursiva productora-de-sí, donde he inscrito la información. De ahí esta definición original: *lo que a partir de un engrama o signo, permite generar o regenerar neguentropía por contacto, en el marco o en el seno de una organización neguentrópica* ad hoc.

A partir de aquí, la información es inseparable de la actividad de la totalidad en tanto que totalidad. No obstante, no se diluye en una confusión holística. Por el contrario, *se convierte en uno de los conceptos cuajados en la idea de organización neguentrópico-genofenoménica de naturaleza informacional/comunicacional.* A partir de ahora, la información se vuelve inseparable de un complejo generativo que toma forma de *aparato.* Veremos en el tomo siguiente cómo la información es necesaria, no como concepto supremo sino como concepto unido, para comprender la organización genofenoménica de la vida o auto-(geno-feno)-eco-re-organización.

La información que no es ni mito ni *bit,* es decir, convertida en algo complejo, es muy difícil de captar, puesto que ya no puede ser aislada ni inmobilizada verdaderamente. Oscila entre lo poca cosa (un signo, una señal) y la placa giratoria; es muy difícil de captar porque participa a la vez de la discontinuidad digital y de los *continua* de los cuales algunos son de carácter analógico: es muy difícil de captar desde que uno se sumerge en su radicalidad, puesto que ésta no se puede disociar del aparato en el que se inscribe, el cual no puede disociarse del conjunto geno-fenoménico; es muy difícil de captar porque se metamorfosea: latente bajo la forma de engrama se actualiza bajo la forma de señales; puede ser archivo o programa, saber o saber hacer; puede transmutarse en neguentropía (organización, accción, realización), que puede volverse a transmutar en información; puede dispersarse y desvanecerse, puede conservarse indefinidamente, puede generar y regenerarse en las condiciones *ad hoc* (aparato generativo, fuente de energía y núcleo registrador). Es muy difícil de captar porque, nacida del ruido, puede crear redundancia *via* organización, y muere en el ruido... En suma, es muy difícil de captar porque nos hace correr tras sus saltos y transformaciones. Pero también muy difícil porque es una noción física que no tiene existencia fuera de la vida, y que no se despliega más que en y por la esfera antropo-social. Es, en fin, muy difícil de captar porque es inseparable de un observador-conceptuador.

La complejidad de la información y la dificultad de aislarla están unidas. Las incertidumbres y las confusiones son siempre las primeras pruebas que debe soportar la complejidad que se busca; más aún, la complejidad no se liberará nunca totalmente de la incertidumbre y no accederá nunca al universo de las ideas claras y distintas, puesto que por el contrario, ha abandonado este universo por el de claro en el oscuro, del oscuro en el claro, de lo múltiplemente relacionado, de lo no totalmente separable y aislable, de lo siempre abierto... Con la información compleja estamos también en un nudo gordiano teórico indesmallable y crucial. En los caracteres camaleonescos, poliscópicos, metamórficos que bullen bajo el concepto de información, hay riquezas enormes que querían tomar forma y cuerpo. Aunque todavía poco elucidado y elucidante, este concepto ya es indispensable y las lagunas e incertidumbres que comporta nos conducen no a rechazarlo, sino a interrogarlo.

Para comprenderlo es preciso exorcizar las sombras platónicas, aristotélicas, cartesianas que todavía dan vueltas en el insconsciente del concepto de información. Ciertamente, la idea de información está próxima a la idea platónica de reminiscencia, pero la idea platónica es una forma eterna por encima del tiempo, de los *alea,* de los fenómenos, mientras que en la generatividad informacional se trata de una reminiscencia de eventos fundadores, nacidos de *alea,* en el curso del tiempo, en el corazón de los fenómenos: en los orígenes tampoco está la Idea inmarcesible y su Orden perfecto, sino las interacciones en desorden del bucle tetralógico. De igual modo hay oposición entre la información aristotélica, molde redundante impuesto a la materia amorfa, y la información que participa de un proceso complejo de generación de las formas, que aquí todavía se hallan en el desorden y el ruido.

En fin, la información post-brillouiniana se inscribe a contrapié del dualismo cartesiano que había escindido el pensamiento occidental, entre el cientificismo físico, donde todo está reducido a las susodichas propiedades materiales, por una parte, y al idealismo o espiritualismo metafísico, por otra, que tomaba a su cargo lo que corresponde a la organización y a la información, pero de manera

sobrenatural, todo lo que correspondía a la complejidad, pero de manera simplista.

Ahora bien, la emergencia misma del concepto de información en el corazón de la *physis* recurre de súbito a la inversión del movimiento que desunía en universos repulsivos el principio (materialista) físico y el principio (idealista) psíquico; será precisa la más alta energía teórica para que con su colisión los dos principios se desintegren uno y otro, y para que de esta desintegración nazca un nuevo concepto de *physis*.

A la espera de esto debemos plantear la información como un *concepto de doble foco y de múltiples entradas*.

Ya lo hemos visto: la información compleja tiene necesariamente doble foco: uno físico, que es el del objeto, y otro psíquico, que es el del sujeto. Es a partir de los intercambios entre estos dos focos como puede haber traducción, transformación (de neguentropía en información y viceversa), praxis.

Al mismo tiempo, la información es un concepto de múltiples entradas: física (entropía, neguentropía, organización), biológica (geno-feno-eco-organización comunicacional), antropo-sociológica (aparato cerebral del *homo sapiens,* cultura, ideas, lenguaje, sociedad). Su fundamento es físico, su *arque* es biológica, su extensión y su diversificación son antropo-sociológicas. Así pues, podremos, *a la vez,* inscribir la información en un bucle pequeño (comunicacional) y en uno grande (físico-bío-psico-antroposociológico).

Es entonces y solamente entonces cuando el concepto de información puede desplegar sus alas y atravesar el universo de la entropía al antropos, del objeto al sujeto, no para subyugarlo, sino para reconocer su misterio.

Mientras que la ideología informacionista pretende explicarlo todo, la información compleja pone de relieve y aporta a la vez el misterio. Aporta el misterio, como todo concepto complejo, que aclara y no enmascara lo que en la realidad es inaccesible, inconcebible e indecible. La información que nos abre el universo de la comunicación, nos encierra en él en el sentido en que aprendemos que somos ciegos a lo incomunicable.

Al mismo tiempo, la información nos conduce al umbral de un misterio que quizá sí sea elucidable. Se trata del misterio de la relación entre in-formación y forma. Hay una formidable zona oscura entre el engrama/archivo, que es un signo arbitrario (localizado químicamente en el ADN nucléico y en la neurona cerebral), por una parte, y por la otra, la resurrección íntegra de una forma existencial, sea sobre el modo de la reproducción genética, sea sobre el modo de la rememorización mental. Como ni el ser nuevo está ya preformado, ni el recuerdo está puesto en caja como una foto, la resurrección y la regeneración de las formas permanecen in-

comprensibles para nosotros. Nos hace falta una dimensión y un orden de realidad desconocidos. Nos hace falta esta «termodinámica de las formas» necesaria, según Thom, para una verdadera teoría de la información (Thom, 1974, pág. 179). Más ampliamente, nos hace falta esta ciencia de las formas cuya necesidad volvemos a sentir una vez más, que ya fue señalada de manera diversa por d'Arcy Thomson (1917), el gestaltismo, Spencer Brown (1972), el mismo Thom (1972).

Sin embargo, a pesar de sus dificultades y de sus carencias, la información compleja nos permite entrever ya la importancia de dos categorías de problemas fundamentales para toda organización biológica, que se agravarán y se ampliarán más en la esfera antropo-social.

El primer problema es el del error. Todas las concepciones preinformacionales de la organización viva y de la organización antropo-social subestimaban la radicalidad del error, que no parecía ser más que un simple epifenómeno en un universo donde todo se organiza y se mueve solamente en función de «necesidades» y de «intereses». Ahora bien, las necesidades y los intereses pueden equivocarse cuando la organización se funda en la comunicación de señales y en el archivo de informaciones.

El error es el problema clave para todo lo que es informacional/comunicacional, es decir, para una organización y una acción cuyo primer alimento es la información. El error en la estrategia de los anticuerpos, como en la estrategia de la guerra, es lo que pierde y lo que mata salvo cuando un error cometido sobre otro error resulta salvador. Y ya comienza a dibujarse el primer rostro de la idea de la verdad, que es el contraerror (cfr. t. III). Así entendido, la idea de verdad, aunque y porque es biodegradable, se convierte en vital.

El segundo problema clave es el del Aparato. El aparato generativo es inconcebible en tanto que no se conciba la organizaciń informacional/comunicacional. Ahora bien, presentimos que una teoría de los aparatos puede ayudarnos a esclarecer un problema político-social clave. Aquí estalla la última oposición al informacionismo: éste, no solamente oculta el aparato, sino que contribuye a toda dominación de aparato y no puede segregar como ideal sociológico más que una sociedad «informacional», donde la información, bajo la cobertura de racionalidad y de funcionalidad, rige la comunicación. Por el contrario, la visión compleja de la información nos lleva a tener esperanzas en una sociedad comunicacional donde la información opere *para* la comunicación [1].

Concluyamos: como las ideas de organización activa, de ser-máquina, de producción-de-sí, de bucle recursivo, de neguen-

[1] Es en este sentido comunicacional («auto-gestionario») en el que se desarrollan las ideas de Laborit, a pesar de que le llame informacionista (Laborit, 1973).

tropía, de las que una vez nacidas, participa de modo indisociable la información meta-brillouiniana forma parte de la nueva generación de conceptos, los conceptos complejos de múltiples entradas, de dos focos, que nos permiten articular quizá lo que de otro modo está disjunto, es repulsivo, hermético. Estoy persuadido de que el combate con armas diferentes que va a oponer ahora el tipo de verdad que es la articulación compleja al tipo de error que es la disyunción simplificante, se sitúa al nivel paradigmático donde *también* va a jugarse el futuro de la humanidad.

CONCLUSIÓN

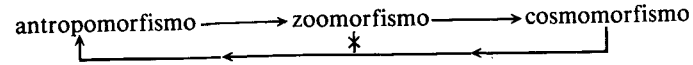
De la complejidad de la Naturaleza, a la naturaleza de la complejidad

Por primera vez formamos parte de este mundo, nuestro vasto y terrible universo. CARL SAGAN
Lo simple es siempre lo simplificado. BACHELARD

1. LA NATURALEZA DE LA NATURALEZA

Del universo encantado al universo atomizado

El universo llamado «animista» estaba poblado de genios y de espíritus concebidos de manera antropo-zoomórfica, y los seres humanos estaban concebidos ahí de manera cosmomórfica, es decir, hechos del mismo tejido que el universo. Esta visión «encantada» reconocía —mitológicamente— la presencia de la generatividad de seres animados y animantes, de existentes en el seno del universo e implicaba una comunicación en bucle entre la esfera de la *physis,* la esfera de la vida, la esfera antropo-social:



La física occidental no sólo ha desencantado el universo, sino que lo ha desolado. Ya no hay ni genios ni espíritus, ni almas, ni alma, ni dioses; hay un Dios, en rigor, pero *en otra parte;* ya no hay seres,

ni existencias, exceptuando los seres vivos que habitan ciertamente en el universo físico, pero que proceden de otra esfera. La física puede definirse, de hecho, por privación: lo que no tiene vida. La Naturaleza se devuelve a los poetas. La *physis,* junto con el cosmos, a los griegos.

La aventura de la física clásica puede y debe ser vista bajo el ángulo de su admirable ambición: aislar los fenómenos, sus causas, sus efectos; arrancar a la Naturaleza sus secretos; experimentar para sustituir la afirmación y la racionalización por la prueba y la verificación. Pero en su desarrollo, se han operado deslizamientos y permutaciones de finalidad: el medio —la manipulación— ha llegado a ser también fin y, al manipular para experimentar, se ha experimentado para manipular; los subproductos del desarrollo científico —las técnicas— se han convertido en los productos socialmente principales. Al arrancarle sus secretos a la Naturaleza, la física ha desnaturalizado al universo. La reducción y la simplificación, necesarias para los análisis, se han convertido en los motores fundamentales de la investigación y de la explicación, ocultando todo lo que no era simplificable, es decir, todo lo que es desorden y organización.

El principio de simplificación ha reinado sobre el universo. Las cosas, totalmente y por principio, han sido aisladas de su entorno y de su observador, privados el uno y el otro de toda existencia, que sería perturbadora. La concordancia de las observaciones eliminó al observador, y el aislamiento experimental eliminó el entorno perturbador. Las cosas se hicieron objetivas: objetos inertes, inmóviles, inorganizados, *cuerpos* siempre enmudecidos por leyes exteriores. Tales objetos, privados de formas, de organización, de singularidad, son terriblemente irreales en este grado de abstracción; pero han sido apresados por la medición y la experiencia y esta acción es terriblemente real.

La simplificación progresó por reducciones simples y sucesivas; la idea de cuerpo se redujo a la idea de materia, que se convirtió en mental, última, «indivisible»: el átomo. A finales del siglo XIX, el de un momento reificado de la *physis,* siempre unido a la organización (ya que las partículas aisladas apenas son materiales). La materia fue finalmente reducida a esa unidad, que tenía fama de elemental última, «indivisible»: el átomo. A finales del siglo XIX, el universo físico es homogeneizado, atomizado, anonimizado.

Este universo ha perdido su realidad, pero esta física es realista en sus mediciones, operaciones, manipulaciones. La *poiesis* ha sido remitida a la poesía, pero la física puede prescindir de la generatividad desde el momento en que, finalmente, ha aislado, desgajado y manipulado, en todo elemento material, su generatricidad: la energía. A partir de ahora la nueva generatividad del universo físico se convierte en manipulación antropo-social. La ciencia y la técnica generan y gobiernan, como dioses, un mundo de objetos.

Los conceptos de la física no describen ya las formas, los seres, las existencias, sino que han llegado a ser totalmente prensores, una especie de garras, que permiten precisamente manipularlo todo como si fueran objetos. No son antropomorfos, sino antropocéntricos, puesto que permiten la dominación del hombre sobre el universo. La ciencia es totalmente inconsciente del carácter práxico, metafísico, antropocéntrico de su visión de la esfera física. El doctor Jekyll ignora que es Mr. Hyde.

Ahora bien, actualmente este universo desmigajado está en crisis. Este universo objetivo ha perdido sus objetos primeros, que se han diluido en el caos microfísico; este universo homogéneo ha perdido su unidad, deriva por tres continentes sin ninguna comunicación conceptual; por una parte, el universo megafísico, por otra, el universo microfísico, y entre los dos como sobre una alfombra voladora, privado en lo sucesivo de cualquier base, la «banda media» a escala de nuestras percepciones y observaciones. Este universo material ha perdido su fundamento. Así pues, la ciencia reina no sólo ha desintegrado la Naturaleza y la *physis,* sino que ha desintegrado su propio terreno, no conoce más que fórmulas matemáticas.

Pero continúa progresando en la manipulación. De igual modo, la enorme crisis de la visión del mundo está oculta por el enorme éxito de la praxis científica.

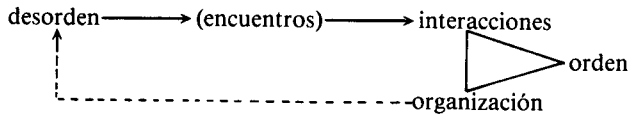
Sin embargo, es de la crisis de esta ciencia de donde salen los nuevos datos y nociones que nos permiten reconstruir un nuevo universo. Como veremos, las nociones que ponen en crisis la visión simplificante del universo son las mismas que permiten concebir un universo complejo. Las nociones que aniquilan una física aniquilante permiten regenerar una *physis* generativa.

La physis *regenerada*

A partir de la crisis de la física clásica, aunque en un cuadro conceptual finalmente regenerado (y que explico en la segunda parte de esta conclusión), podemos regenerar un universo que no sea como el antiguo universo «encantado». Es un universo reunificado, cuya unidad es más profunda que la antigua homogeneización de la física clásica, puesto que es la unidad de cosmos, *physis* y caos, unidad de singularidad, de génesis, de generatividad, de fenomenalidad. Este universo sigue siendo *Uno,* aunque astillado, múltiple, policéntrico y diverso; produce por sí mismo desorden, orden, organización, dispersión y diversidad. La unidad del universo es, pues, la unidad compleja. Este universo no excluye lo singular por lo general, no excluye lo general por lo singular: por el contrario, lo uno incluye a lo otro: el universo produce sus leyes generales a partir de su propia singularidad. Es un universo enriquecido: la materia no es

la esencia última de este universo, es un aspecto que adquiere consistencia con la organización. Es un universo reanimado, en movimiento, en acción, en transformación, en devenir. No hay nada en el universo que no sea temporal, no hay ningún elemento, desde la partícula hasta el componente más estable, de un sistema estable, que no pueda ser concebido como evento, es decir, como algo que adviene, se transforma, desaparece. El mismo cosmos es un Evento que tiene su continuidad en cascadas de eventos donde han surgido las partículas; se han formado los átomos, donde se alumbran los soles, mueren las estrellas, nace la vida. Toda organización activa es un entrelazado de eventos desorganizadores y eventos reorganizadores. La organización comunicacional/informacional no está hecha más que de los eventos que produce, capta, utiliza, resucita... *El evento,* como dice Whitehead, *es la unidad de las cosas reales.* Es la unidad concreta que da la naturaleza, no la unidad abstracta que da la medida. El universo de la física antigua no podía soportar el tiempo, o más bien éste no podía aportarle nada más que degradación. El nuevo universo es consustancial con un tiempo rico y complejo: no es ni el tiempo simple de la degradación, ni el tiempo simple del progreso, ni el tiempo simple de la secuencia, ni el tiempo simple del ciclo perpetuo. Es, de una manera a la vez complementaria, concurrente y antagonista, todos estos tiempos diversos, permaneciendo siempre el Mismo. La Historia entra en el universo: éste tiene una y varias historias, que por billones se hacen y se deshacen en las estrellas y las galaxias.

Finalmente, este universo está dotado de generatividad, es decir, que los encuentros e interacciones entre sus eventos/elementos en nuestro espacio-tiempo, permiten concebir, con el necesario ingrediente del desorden, la constitución del orden, las morfogénesis organizadoras de seres y existencias, los desarrollos diversificadores y complejizadores. De ahí el «tetrálogo» o «tetragrama» formulado en el capítulo I:



Este tetrálogo no es la ley del universo en cuatro artículos; no es la traducción del nombre impronunciable, del caos inconcebible; es el ensamblaje de nociones recursivamente unidas, *de las que no se puede prescindir* si se quiere concebir, no solamente la idea de ser, de existencia, de materia, sino la emergencia misma de lo real. Es decir, al mismo tiempo que todo tiene necesidad de ser generado, incluso lo real, incluso el cosmos, incluido el orden: que todo lo que

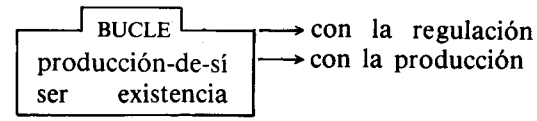
actúa, es decir, gasta, necesita ser regenerado. Las antiguas mitologías sabían que el universo tiene necesidad de ser regenerado, y sus ritos se esforzaban por contribuir a esta regeneración. El orden majestuoso de Newton y de Laplace, ahora lo sabemos, es generado y regenerado sin cesar por las formidables calderas solares. Es decir, en fin, que todo lo que es genésico, generador, creador no podría prescindir del desorden. El desorden es ineluctable, irreductible. Al igual que no se puede disociar en el hombre su rostro de *homo demens* de su rostro de *homo sapiens,* no se puede —y esto no es fortuito— disociar en el cosmos sus caracteres «dementes» (caos, hemorragias, derroche, desperdicios, turbulencias, cataclismos) de sus caracteres sensatos (orden, ley, organización). Los primeros quizá no necesiten de los segundos, pero los segundos necesitan siempre de los primeros; todo lo que se crea y se organiza, gasta, disipa. El universo es más shakespeariano que newtoniano: lo que en él se representa es a la vez una bufonada sin nombre, un cuento de hadas, una tragedia desgarradora, y no sabemos cuál es el escenario principal...

La physis *generalizada*

En adelante, disponemos de un principio inmanente de organización propiamente físico. De golpe, la *physis* vuelve a encontrar la plenitud genérica que los presocráticos le habían reconocido. Es esta *physis* reanimada y regenerada la que se puede *generalizar,* es decir, reintroducir en todo lo que está vivo, en todo lo que es humano.

Hemos visto que esta generalización se realiza con los desarrollos evolutivos de la organización. Hemos seguido la lógica genésica, uno de cuyos hilos conduce a la vida:

Al principio era la Acción
después vino la interacción
después vino la retroacción
después vino la organización



Después vino la información y la
comunicación
es decir la organización
geno-fenomenal

geno-fenoménica
donde el Sí deviene *Auto*
donde el ser y la existencia
deviene *Vida*

Desde el comienzo se dibuja un principio de evolución desorganizada, por cismo-morfogénesis, en que aparecen ramificaciones, desviadas con respecto a la rama de que se desprenden, que se convierten en normas nuevas, de donde surgirán nuevas desviaciones. Desde el comienzo se desarrolla una dialéctica de lo probable y de lo improbable y la vida va a aparecer en algún lugar de este enmarañamiento, fruto de una cadena organizacional, que constituye sus soportes de probabilidad a partir de otras tantas improbabilidades, sus reglas de normalidad a partir de otras tantas desviaciones, sus focos centrales a partir de otras tantas marginalidades.

Como hemos visto, la organización activa nutre una improbabilidad física que se transforma en probabilidad local y temporal. Así se crean, se perpetúan cuasi-leyes regionales y temporales; se puede hablar biológicamente de «leyes» genéticas, demográficas, ecológicas, organísmicas, behavioristas; son, en su carácter estático, de probabilidad desigual las unas en relación con las otras, pero permiten en numerosos dominios, previsión y predicción. De igual modo, ya lo veremos, la sociedad humana comporta sus leyes, unas implícitas, procedentes de su propia organización, las otras emanando explícitamente del aparato hacedor y sancionador de las leyes —el Estado. Ahora bien, como hemos visto, la repetición biológica, la regularidad sociológica ponen de relieve no una misma ley física universal, como la ley de la caída de los cuerpos, sino de su generatividad y regeneración propias, donde la *repetición de lo improbable* se convierte en la regularidad probabilitaria *hic et nunc.*

La vida no es solamente un desarrollo de la organización física. Es un fenómeno físicamente integrado. El enraizamiento físico de la vida, en el marco de la antigua física, era trivial e insignificante: era su obediencia a las leyes que conciernen a los movimientos y a los cuerpos.

Aquí vemos que se trata de una integración, nutrida por el tetrálogo desórdenes/interacciones/orden/organización, en la lógica de la organización y de la producción-de-sí. Antes de ser concebida en términos biológicos, la vida debe ser concebida en términos físicos y termodinámicos (Prigogine, 1947; Trincher, 1965; Morowitz, 1968; Katchalsky, 1965) como polimáquina. La polimáquina compleja llamada vida se presenta, bajo un ángulo, como sermáquina (individuo), bajo otro ángulo, como ciclo maquinal en el tiempo (reproducción), bajo otro ángulo, como complejo polimaquinal en el espacio (sociedades, eco-sistemas, biosfera). La organización de la vida es de carácter eco-dependiente, de ahí la extrema

fragilidad de sus condiciones de existencia, la extrema calidad de su organización, que le permite informarse y comunicar, y su extrema solidaridad con todos los fenómenos físicos de los cuales depende.

La biosfera es una fabulosa totalidad de fenómenos y de seres a la vez complementarios, concurrentes, antagonistas. Esta biosfera no sólo está bajo la dependencia geoclimática de la corteza terrestre. Está bajo la dependencia y en la ciudadanía del Gran-Ser Motor-Máquina, e integra en sí, maquinizándolas, miriadas de organizaciones atómicas.

Es del todo insuficiente considerar el universo solar solamente como matriz ecológica, donde la vida se alimenta de una radiación fotónica que nutre a las plantas, las cuales nutren a los hervíboros, que nutren a los carnívoros cuyos cadáveres nutren la tierra, la cual nutre a las plantas que nutrió el sol... La vida es aún más profundamente solar. Es solar, en primer lugar, porque todos sus constituyentes han sido forjados en el sol, y están concentrados sobre un planeta escupido por el sol, bajo el efecto de la radiación ultravioleta y de las tormentas electromagnéticas de origen solar. Es solar, sobre todo, porque es la transformación de un resplandor fotónico, surgido de formidables giros y torbellinos solares, en un torbellino electrónico que embucla a máquinas productoras-de-sí con billones y billones de intercambios entre átomos surgidos del sol. Por esta razón, la vida en general, y el ser vivo en particular, no están perdidos solamente en un rincón de una barriada cósmica, entre micro y mega-física: forman parte de un continuo activo donde se traban en torbellinos el Ser solar megafísico y una innumerable muchedumbre micro-física que es, a su vez, hija del sol. Somos un pequeño apéndice del sol que tras un remojo marino, un tiempo de cocción química a fuego lento y unas descargas eléctricas, *ha tomado vida.*

Así la vida puede y debe aparecérsenos bajo dos aspectos físicos, según el punto de vista del observador/conceptuador. Por una parte, es una punta avanzada en la evolución de la organización activa que, al hacerse informacional-comunicacional, franquea una frontera y se convierte en vida, bajo la forma de seres-individuos autoorganizadores. Por otra parte, nos aparece como la emergencia automatizable, en la superficie de la corteza terrestre, de una formidable solidaridad solar, donde miriadas de bucles se encadenan los unos a los otros, desde los bucles solares hasta los bucles interatómicos, en una formidable poli-maquinaria, micro-mega-mesofísica. Las dos visiones, que se excluyen entre sí cuando se obedece al principio de simplificación, se necesitan la una a la otra en la visión compleja. Testimonian conjuntamente el enraizamiento y la integración física de la vida. Así pues, antes incluso de abordar la complejidad biológica *sui generis* (tomo II), era preciso añadir a la cesta de la vida naciente lo que le roban siempre vitalistas y reduc-

cionistas: una extraordinaria *complejidad física,* no solamente la de un ser-máquina/informacional/comunicacional, sino también la de la conexión cósmica y la de la conexión microfísica donde la vida toma, entonces y solamente entonces, existencia a la vez autónoma y solar.

Por tanto, podemos vincular la prehistoria organizacional de la vida, la dimensión física de la vida, el enraizamiento solar de la vida. Todo esto estaba completamente oculto en los tiempos de la biología cerrada (vitalismo) y lo sigue estando todavía hoy cuando se considera la vida solamente bajo el ángulo de los procesos físicos clásicos y según el solo cordón umbilical químico-molecular. El verdadero cordón umbilical va en torbellino, de remolino en remolino, se remonta hacia el sol. Nacida en una placenta marina, la vida deja de ser huérfana. Tiene un padre/madre Hermafrodita, que la nutre de la miel que irradia de sus entrañas; ella es prima de innumerables seres físicos, unos efímeros, como torbellinos eólicos, remolinos líquidos, llamas, otros de hálito muy largo como estrellas...

Hemos penetrado en el interior físico y en la matriz física de la vida. Pero la verdadera vida todavía está ausente. A partir del primer ser vivo, el devenir de la organización cambia de órbita, la cualidad de existencia cambia de naturaleza. No se trata solamente de generalizar los conceptos físicos aquí avanzados, hace falta una generación de nuevos conceptos. La vida no es el incremento o la multiplicación de cualidades físicas, es su paso a un nuevo soporte. Si vamos al encuentro de nuestros actores desorden/organización/orden, comienza un nuevo juego en el cual intervienen nuevos actores. Necesitaremos, pues, de una meta-teoría, una meta-física, no en el sentido extra-físico en que este término es concebido, sino en el sentido de *meta* que significa, a la vez, rebasamiento e integración.

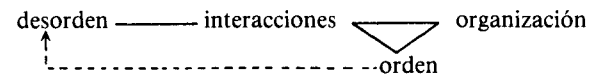
La naturaleza física del hombre

El ser humano no es físico por su cuerpo. Es físico por su ser. Su ser biológico es un sistema físico. Somos súper-sistemas, es decir, que producimos emergencias sin cesar. Somos súper-sistemas abiertos, es decir, que ningún ser vivo tiene más necesidades, deseos y expectativas que nosotros. Somos sistemas cerrados en extremo, ninguno es tan cerrado en su singularidad incomunicable. Somos máquinas físicas. Nuestro ser biológico es una máquina térmica. Este ser-máquina es a su vez un momento en una mega-máquina que llamamos sociedad, y un instante en un ciclo maquinal que llamamos la especie humana. En nuestra sociedad se plantea de forma humana, es decir, inhumana, el problema crucial de todo ser-máquina: la organización del trabajo. Estamos comprometidos en una praxis productiva ininterrumpida, que produce nuestras vidas, nuestros útiles, nuestras ciudades, nuestros monumentos, nuestros

mitos, nuestras ideas, nuestros sueños... Somos seres organizados de forma comunicacional/informacional, y es en nuestra sociedad donde se plantea de forma humana/inhumana, central y trágica, el problema del Aparato y el problema del sojuzgamiento. Como todo ser vivo, somos un poco existencia solar y, desde el alumbramiento de nuestra consciencia, nuestros cultos han adorado al sol. Somos los hijos del sol, este caos hecho máquina que, arrojando sus llamas, estallando el fuego, abocado a la deflagración, reanuda sin interrupción su ciclo regulador, instituye su orden, el orden planetario que lo rodea con su sabia e impecable rotación. El sol nutre nuestro orden, nutre la repetición maquinal de nuestras reproducciones y regeneraciones, nutre el orden de la sociedad. Al mismo tiempo, nutre nuestros delirios, nuestros avatares, los desórdenes del hombre *sapiens/demens,* los desórdenes de la sociedad y de la historia. La hemorragia irreversible de su radiación nutre nuestro devenir.

He dicho que el cosmos es como el hombre, *sapiens/demens.* Esto quiere decir que el hombre *sapiens/demens* estaba cerca de lo que es genésico y genérico en el cosmos. El hombre *sapiens* es el ser organizador que transforma el *alea* en organización, el desorden en orden, el ruido en información. El hombre es *demens* en el sentido en que está existencialmente atravesado por pulsiones, deseos, delirios, éxtasis, fervores, adoraciones, espasmos, ambiciones, esperanzas que tienden al infinito. El término *sapiens/demens* no sólo significa relación inestable, complementaria, concurrente y antagonista entre la «sensatez» (regulación) y la «locura» (desajuste), significa que hay sensatez en la locura y locura en la sensatez.

Es más, en el momento en que la humanidad aparentemente se ha despegado de la naturaleza, es decir, a partir de las sociedades históricas que, nacidas hace algunos millones de años en Asia, se han expandido por el globo bajo la forma de naciones y de imperios, y es en esta partida hacia lo que parece lo más humano de lo humano, lo más social de lo social, lo más intelectual de lo intelectual, donde de repente se desencadena un estallido termodinámico. El tetrálogo



reanuda su plena actividad volcánica.

Tras decenas de millares de años de regulación (sociedad arcaica), la historia es como la irrupción del desorden físico en la repetición biológica. La historia humana aparece como una gran turbulencia cosmogónica, niágara de eventos, torrente tumultuoso de destrucciones y de producción, una praxis loca, un derroche inaudito de energía, con transmutaciones increíbles de la neguentropía

imaginaria a la neguentropía práxica. Conquistas, invasiones, construcciones, saqueos, incendios, avasallamiento, masacres, grandes trabajos, deseos locos, odios y furores, excesos existenciales y pestilenciales y, en este delirio, mientras que siempre y por todas partes las máquinas deseantes y delirantes continúan produciendo y reproduciéndose, están las ideas, seres informacionales proliferantes, que son las más locas, las más bárbaras, mitos, creencias, ideologías, religiones.

Ahora bien, este desencadenamiento no ha podido efectuarse más que en y por la existencia y acción de lo que debería ser el regulador y el estabilizador, el aparato de Estado. La irrupción de la Razón de Estado no es solamente la de la racionalidad hegeliana o weberiana, es la del *hybris* de potencia y avasallamiento.

La historia humana tiene algo de bárbara, de horrible, de asombrosa y de atroz que evoca la cosmogénesis. Como con la cosmogéneis, podemos meditar hasta el infinito acerca de la ambigüedad de un proceso en el que la muerte, las rupturas, la desintegración, el derroche, las destrucciones irreparables tienen un tronco común y al mismo tiempo un antagonismo inespiable, con nacimientos, con desarrollos y metamorfosis. La referencia a la cosmogénesis nos indica, sin duda, que la historia humana es genésica. El caos y el *hybris* se han despertado en ella: todo acontece como si, después de la emergencia de las megamáquinas históricas, hubiera comenzado una nueva génesis monstruosa, uraniana... Estamos todavía en la antropogénesis, estamos en una sociogénesis incierta, la edad de hierro planetaria y no a las puertas de la edad de oro. Ahora bien, sabemos ya, tras habernos sumergido en el organizacionismo físico, que nuestra tragedia se produce de forma central en el nivel de la organización comunicacional/informacional de la sociedad, el de la organización del trabajo y el del sojuzgamiento, el de la potencia y el de la naturaleza de los aparatos geno-fenoménicos, en primer lugar el aparato de Estado. Sabemos además, tras la exploración del problema de la información, que el error y la ignorancia pesan y van a pesar más que la fuerza en el destino de la humanidad.

Así, el viaje aparentemente insensato a la génesis de la génesis, a los horizontes de los horizontes, a la organización de las organizaciones nos lleva de nuevo, cual boomerang, al punto de partida mismo de nuestra interrogación y de nuestra pasión por el ser y el devenir de la humanidad.

Es preciso, pues, que concibamos la esfera antropo-sociológica, no solamente en su especificidad irreductible, no solamente en su dimensión biológica, *sino también en su dimensión física y cósmica.* A partir de aquí, la Naturaleza se reunifica y vuelve a tomar vida. La Naturaleza no es solamente *physis,* caos y cosmos juntos. La Naturaleza es lo que religa, articula y hace que se comunique en profundidad lo antropológico con lo biológico y con lo físico. Es preciso, pues, que volvamos a encontrar la Naturaleza para volver a encontrar nuestra Naturaleza, como lo sintieron los románticos, auténticos guardianes de la complejidad durante el siglo de la gran Simplificación. A partir de aquí, vemos que la naturaleza de lo que nos aleja de la Naturaleza constituye un desarrollo de la Naturaleza y nos acerca a lo más íntimo de la Naturaleza de la Naturaleza. *La Naturaleza de la Naturaleza está en nuestra naturaleza. Nuestra propia desviación, con respecto a la Naturaleza, está animada por la Naturaleza de la Naturaleza.*

Pero la Naturaleza de la Naturaleza no podría encerrarse sobre nosotros y engullirnos.

La physis *abierta*

En el momento en que la *physis* compleja-reanimada, regenerada, generativa, convirtiéndose por ello en generalizada— envuelve y engloba todas las cosas, incluido el devenir antropo-social, incluido el espíritu humano y, precisamente ser compleja, se abre en ella una brecha que no se puede cerrar. Efectivamente, desde el comienzo de nuestro viaje por la *physis,* desde la irrupción del desorden, el observador ha surgido y ha permanecido presente. Este observador, en su visión, lenguaje, conceptos, saber, cultura, sociedad, engloba a su vez la *physis* que lo engloba.

Hemos visto en múltiples niveles que ningún concepto físico puede ser totalmente aislado de la esfera antropo-social:

a) Los conceptos fundamentales de organización, sistema, máquina actualizan un buen número de sus potencialidades en los niveles biológicos y antropo-sociales; así pues, es necesario un esclarecimiento retroactivo de lo bio-antropo-sociológico a lo físico para despejar bien estos conceptos físicos.

b) Un concepto físico como la información no puede ser concebido fuera del ser biológico donde toma forma y del ser antropo-social donde desarrolla sus potencialidades.

c) Ningún concepto físico puede ser radicalmente abstraído de su conceptuador, al igual que ningún fenómeno físico puede ser radicalmente abstraído de su observador.

El problema clásico y fundamental, planteado por el hecho de que no haya «cuerpos no pensados» (Berkeley), está presente aquí. Todavía es demasiado pronto para abordarlo de frente. Pero no podemos seguir escapando a su actual aparición en el corazón de la ciencia. El retorno del observador es un descubrimiento científico capital del siglo XX. No sólo ya no hay observador privilegiado en los universos de Einstein, de Bohr, de Heisemberg, de Hubble, sino

que hemos visto, en el sistemismo, en el organizacionismos, en la *physis,* que la posición del observador, su ángulo de mira, su encuadre, determinan la naturaleza de la observación y modifican el fenómeno observado. Hemos visto que persiste una incertidumbre inexpugnable con respecto a la naturaleza real de un concepto de base como es el desorden. Hemos visto que todo observador está limitado por su situación *hic et nunc,* en un universo incierto y ambiguo.

Este mundo, que escapó hace tiempo al modelo determinista de Laplace, nos impide incluso soñar con un observador ideal (demonio), con un punto de observación ideal, con un código de interpretación ideal. Finalmente, Brillouin nos ha hecho renunciar a la idea de una observación, no sólo exhaustiva, sino que no comporta su praxis. Pero el observador de los físicos, de Heisenberg a Brillouin, seguía siendo un observador abstracto, y *todavía no un sujeto humano dotado de un espíritu conocedor, sumergido en su praxis científica intelectual, cultural, social.*

d) A partir de ahí emerge en el hinterland del observador, al mismo tiempo que la idea de sujeto, la idea de praxis social. Todo conocimiento es una praxis física, que es a la vez una praxis antropo-social. Nuestros conceptos físicos no están unidos solamente a una visión del mundo, sino que se inscriben en una praxis antropo-social unida a esta visión del mundo. Ya no hay, pues, conocimiento físico puramente «desinteresado» ni puramente físico.

La inversión

Además, en el momento en que todo puede entrar en la physis generalizada, incluida la ciencia social y la ciencia del espíritu, esta *physis* cae, por su propio movimiento, en la ciencia social y en la ciencia del espíritu; no sólo no puede encerrarse en sí misma y hacerse autosuficiente, sino que sabe que no existe y que no toma forma más que en un espíritu humano que la concibe y forma parte de una praxis antropo-social.

Dicho de otro modo, en el momento en que la ciencia del hombre se convierte en una ciencia física, la ciencia física se convierte en una ciencia del hombre. La simplificación no puede más que excluir una de estas proposiciones en provecho de la otra. Se trata, por el contrario, de elevarse a un meta-sistema de pensamiento en el que estas dos proposiciones se hagan complementarias, aunque sigan siendo concurrentes y antagonistas, en el que cada una sea relativizada y criticada por la otra en una confrontación, con intercambios, y finalmente en un «bucle» recursivo, puesto que cada una de estas proposiciones, si se las sigue a fondo en la lógica de su

complejidad como yo he seguido aquí a la física, exige la proposición antagonista.

Hemos visto que la termodinámica es inseparable de la revolución industrial, que la cibernética, nacida en las salvas antiaéreas de la II Guerra Mundial, corresponde a una nueva generación de máquinas artificiales, que la información nace de las telecomunicaciones de la Bell Company, que estas determinaciones históricas y sociales no son neutras. Hemos visto que no es solamente la idea de máquina social la que debe referirse a la idea física de máquina, es también la idea física de máquina la que debe referirse a la realidad del maquinismo en la megamáquina social. Más amplia y fundamentalmente, el vínculo que hemos podido descubrir entre la carencia conceptual de la física y su triunfo como medición y manipulación, al revelarnos el rostro oculto de la manipulación, en el corazón mismo de conceptos como el de energía, nos obliga a unir la idea de ciencia, aparentemente la más desinteresada, la más universal, la más objetiva de todas, a la praxis histórica del mundo occidental.

Y esto, lejos de anular al observador/conceptuador, le obliga aún más a considerarse como *sujeto,* es decir a preguntarse qué papel juega, dónde se sitúa dentro y en relación con su sociedad, de qué medios dispone para concebirla y concebirse. Aquí no se trata ciertamente de transmutar el antiguo fisicismo en un sociologismo, de sustituir la antigua vulgata imbécil de la ciencia pura, que cegaba al científico respecto de la praxis social que opera en él, por una nueva vulgata débil, que barre las ideas verificables como productos ideológicos del capitalismo. Desde mi perspectiva ya no se puede pasar de una simplificación a otra. Se está constreñido a la complejidad, es decir, al duro trabajo de elaboración de una ciencia que a partir de ahora tiene una doble o múltiple entrada (de la que siempre hay una entrada física y una entrada antropo-sociológica), un doble foco (el objeto y el sujeto).

Primera espiral

Este es el sentido en que, en el curso de este primer volumen, me he esforzado por efectuar intercambios productivos entre *physis* y antropo-sociología, a través de un primer buclaje, un primer encaminamiento en espiral. De esto ha resultado, me parece, una doble y solidaria aportación de complejidad:

1. Una aportación de complejidad de la esfera física a la esfera biológica y a la esfera antropo-sociológica. En principio hemos descubierto en nosotros, seres vivos, humanos, sociales, una dimensión, una profundidad, una amplitud física insospechadas que, en lo sucesivo, restituyen en términos completamente modernos a la

physis al lugar que tenía en *De natura rerum*[1]. Hemos descubierto nuestro *vínculo* físico central (solar) y nuestro *lugar* físico periférico.

Aún más: la *physis* enriquecida aporta a la ciencia antropo-social conceptos de base a la vez mejor fundados y más complejos que aquellos de los que disponía, y le permite complejizar sus conceptos triviales. Así, la idea de sistema se ha vuelto a la vez fundadora y compleja. Las ideas de trabajo y de sojuzgamiento encuentran sus fundamentos. El concepto desconocido (o solamente político) de Aparato emerge en su potencia formidable. A decir verdad, la aportación central es ésta: *descubrimos que para empezar a concebir la idea de organización viva y* a fortiori *la idea de organización antropo-social, nos hace falta un basamento conceptual formidable e insospechado, una muy compleja infraestructura o intratextura teórica, concerniente a la idea física de organización.* Así este viaje que parecía transportarnos a los delicados fondos de la *physis* nos conducía de hecho a los fundamentos de toda teoría antropo-social: esta aparente excursión a las antípodas del presente concierne, de hecho, a nuestros problemas más actuales. Como en todo movimiento de bucle, lo que nos aleja del punto de partida es a la vez lo que nos aproxima a él.

2. Una aportación de complejidad antropo-sociológica a la teoría física:

— mediante el esclarecimiento antropo-social de los conceptos físicos de desorden, sistema, organización, máquina, información;

— mediante la posibilidad de un examen crítico de estos conceptos que sea algo distinto de las meras verificaciones empíricas y lógicas;

— mediante la inserción permanente del observador conceptuador y, por consiguiente, aunque de una forma etérea e incierta, del sujeto en toda observación/concepción del objeto.

3. Una aportación mutua de complejidad. Por extraño y confuso que esto haya podido parecer para muchos, por superficial que esto me parezca a mí mismo, los ejemplos biológicos, antropológicos y sociológicos que he dado en el curso de mis desarrollos sobre las nociones de organización, apertura, máquina, información, etc., tenían una doble función: por una parte, permitían esclarecer los conceptos cuya complejidad no se despliega plenamente más que en los niveles bio-antropo-sociales, por la otra, permitían indicar que estos conceptos nos conciernen y pueden contribuir a la elucidación de nuestra esfera antropo-social. Al mismo tiempo, esto traducía mis esfuerzos para dar a estos conceptos el doble o múltiple fundamento, la doble o múltiple entrada que les era necesaria y para esbozar, a través de este vaivén, los movimientos circulares que deben formar el bucle.

4. La producción de complejidad por la complejidad. Finalmente, y sobre todo, es en estos movimientos circulares donde surge la aportación de la complejidad a la complejidad, es decir, el proceso de múltiples rostros donde la complejidad percibida, reconocida, integrada empíricamente, *está a punto de transformarse en principio.*

[1] Lucrecio, *De la Naturaleza de las cosas de la Naturaleza.*

2. La complejidad de la complejidad

La complejidad se impone en principio como imposibilidad de simplificar; surge allí donde la unidad compleja produce sus emergencias, allí donde se pierden las distinciones y claridades en las identidades y las casualidades, allí donde los desórdenes y las incertidumbres perturban a los fenómenos, allí donde el sujeto-observador sorprende a su propio rostro en el objeto de su observación, allí donde las antinomias hacen divagar el curso del razonamiento...

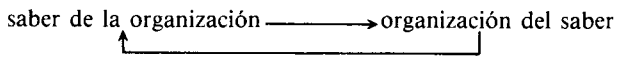
La complejidad no es la complicación. Lo que es complicado puede reducirse a un principio simple, como una madeja enredada o un nudo marinero. Ciertamente, el mundo es muy complicado pero, si no fuera más que complicado, es decir enredado, multidependiente, etc., bastaría con operar las reducciones bien conocidas: juego entre algunos tipos de partículas en los átomos, juego entre 92 tipos de átomos en las moléculas, juego entre cuatro bases del «código genético», juego entre algunos fonemas en el lenguaje. Creo haber mostrado que este tipo de reducción, absolutamente necesaria, se vuelve cretinizante cuando se hace suficiente, es decir, pretende explicarlo todo. El verdadero problema no es, pues, convertir la complicación de los desarrollos en reglas de base simple. *La complejidad está en la base.*

Ya lo hemos visto, no hay en ninguna parte, ni en la microfísica, ni en la macro-física, ni siquiera en nuestra banda media mesofísica, una base empírica simple, una base lógica simple. Lo simple no es más que un momento arbitrario de abstracción arrancado a las complejidades, un instrumento eficaz de manipulación que lamina una complejidad. La génesis es compleja. La partícula es hipercompleja (y ya no es el elemento simple en última instancia). La organización es compleja. La evolución es compleja, la *physis* es insimplificable y su complejidad desafía totalmente nuestro entendimiento en su origen, su textura infra-atómica, su despliegue y devenir cósmico.

Es decir, que *todo* es complejo: la demostración de la complejidad física vale *ipso facto* para la esfera biológica y la esfera antropo-social, y nos exime de demostrarlas.

La complejidad emerge, hemos dicho, como oscurecimiento, desorden, incertidumbre, antinomia. Es decir, que lo mismo que ha provocado la ruina de la física clásica, construye la complejidad de la *physis* nueva. Lo que vale decir al mismo tiempo, que el desorden, el oscurecimiento, la incertidumbre, la antinomia fecundan un nuevo tipo de comprensión y de explicación, el del pensamiento complejo.

Como hemos visto, el pensamiento complejo se forja y se desarrolla en el movimiento mismo en que un nuevo saber de la organización y una nueva organización del saber se alimentan entre sí:



La reorganización conceptual

La repoblación organizacional de la *physis* ha entrañado una repoblación conceptual. Términos anémicos o trivializados se han hecho musculosos, se han desarrollado: organización, sistema; nociones marginadas se han rehabilitado y promovido: desorden, evento, ser, existencia; otras, introducidas por la cibernética, la teoría de sistemas, la teoría de la información han sido examinadas, despojadas, vitaminadas; se han enriquecido por la destecnocratización, han tomado su sentido uniéndose a la noción central de organización: trabajo, entropía, neguentropía, información. Se han construido conceptos por sí mismos: el concepto de producción-de-sí, el de bucle recursivo/generativo, el de ser-máquina. Otros han hecho estallar la crisálida cibernética que les aprisionaba: la idea de organización comunicacional/informacional y la idea de Aparato generativo. Estos conceptos no se han constituido como entidades cerradas, no son nociones simples que se sobreañaden a otras nociones simples. Pertenecen a otro orden. No son conceptos espaciales que cercan un dominio: dibujan unas líneas de fuerza, no aislan las esencias; ponen en juego las relaciones; interactúan entre sí. Los conceptos atomizantes son sustituidos por macroconceptos que unen en sí nociones hasta entonces distintas e incluso antagonistas (yo traduzco estas uniones con el signo /). Incluso se han constituido cadenas de constelaciones conceptuales inseparables: así, la sola noción de *organización* u organización activa, comporta *ipso facto* las siguientes nociones clave: producción/transformación/praxis, ser máquina, producción-de-sí, bucle recursivo/generativo, apertura/recerradura, existencia... en la base de la *physis* no hay un primero, soberano, sino un proceso conceptual productor en bucle.

Estos conceptos tienen al menos una doble identidad. Están siempre abiertos sobre un *Umwelt,* un entorno que es su *eco* y que les hace eco. Están siempre abiertos a un más allá, un *meta* del que son cada vez menos disociables, puesto que son cada vez más complejos. Veremos cada vez más que la dimensión ecológica debe estar presente en toda observación y en todo pensamiento, que todo debe ser ecologizado, y que todo debe ser visto como meta-sistema y meta-perspectiva.

Estos conceptos de doble identidad (identidad ecológica e identidad interna) son también conceptos de doble/triple entrada: física, biológica, antropo-sociológica, como ya hemos visto en todas las nociones organizacionales clave: sistema, máquina, información. La información es particularmente remarcable: es un concepto físico que no aparece (al menos en el estado actual de nuestro saber) más que con el ser vivo y que no se despliega más que al nivel antropo-social.

Estos conceptos de múltiples entradas son todos también conceptos de doble foco: comportan todos el foco-objeto y el foco-sujeto (el observador/conceptuador).

En lo sucesivo, los objetos ya no son sólo objetos, las cosas ya no son cosas; todo objeto de observación o de estudio debe en lo sucesivo ser concebido en función de su organización, de su entorno, de su observador.

Una tal unión de nociones, hasta ahora disjuntas, nos hace aproximarnos al núcleo principal mismo de la complejidad que está no solamente en la unión de lo separado/aislado, sino en la asociación de lo que estaba considerado como antagonista. En este sentido la complejidad corresponde a la irrupción de los antagonismos en el corazón de los fenómenos organizados, a la irrupción de las paradojas o contradicciones en el corazón de la teoría. El problema del pensamiento complejo es a partir de ahora pensar conjuntamente sin incoherencias dos ideas que sin embargo son contrarias. Esto no es posible más que si se encuentra, *a)* el meta-punto de vista que relativiza la contradicción, *b*) la inscripción en un bucle que haga productiva la asociación de las nociones antagonistas, que se han hecho complementarias.

Así, podemos diseñar un principio de pensamiento *en la transformación de una disyunción o alternativa, irreductible al terreno del pensamiento simplificante, en una unión o unidad compleja.*

En cada etapa de nuestro caminar nos hemos vuelto a encontrar este problema. En cada etapa, hemos debido asociar conceptos repulsivos, articular conceptos disyuntivos. No se trataba de acertijos con conceptos ornamentales. Se trataba de una necesidad de inteligibilidad de unos conceptos primarios y fundamentales. Así:

• Desorden/Orden, Desorden/Organización (y así sin interrupción, para todo problema de orden y de organización, con la mediación necesaria de términos de interacciones/encuentros);

• Caos/*Physis,* Caos/Cosmos;

• Uno/Múltiple, Uno/Diverso, Uno/Complejo (la noción de diversidad siempre había sido aniquilada por el principio de orden de la ciencia clásica; lo diverso era siempre el epifenómeno que debía disolverse en provecho de lo uniforme);

• Singular/General, Individuo/Genérico (hemos visto que el paradigma «no hay ciencia más que de lo general», que excluía toda individualidad y toda singularidad, debe ser radicalmente superado: el objeto primero de toda ciencia, el mundo, es singular en su origen, en su globalidad, en sus desarrollos, y esto es lo que fundamenta la generalidad de las Leyes de la Naturaleza, leyes universales de nuestro Universo singular);

• Autonomía/Dependencia, Aislamiento/Relaciones (así, debemos, a la vez, poner el acento sobre la individualidad autónoma y aislable de un ser existencial, y al mismo tiempo, sobre el hecho de que es un momento/evento/elemento de un sistema de sistema de sistema, en una polimáquina, ella misma unida organizacionalmente a su entorno, él mismo unido organizacionalmente a su entorno y así sucesivamente, de ahí la necesidad de *método,* de unir y de aislar a la vez, a la que volveré un poco después);

• Evento/Elemento;

• Organización/Antiorganización, Organización/Desorganización (vía Reorganización);

• Constancia (o Invarianza)/Cambio (estados estacionarios, homeostasis) y seguidamente:

• Equilibrio/Desequilibrio (Meta-desequilibrio), Estabilidad/Inestabilidad (Meta-inestabilidad);

• Causa/Efecto, Casualidad/Finalidad;

• Apertura/Cierre;

• Información/Ruido, Información/Redundancia;

• Normal/Desviante;

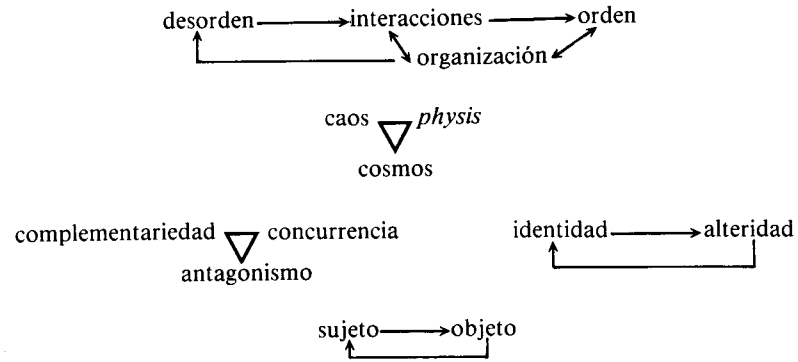
• Central/Marginal;

• Improbable/Probable (todo lo que es organizacional, desde la formación de estrellas hasta el nacimiento de la vida, del nacimiento de la vida a la aparición del *homo sapiens* y así sucesivamente, puede ser considerado a la vez como desviación que llega a ser central, marginalidad que llega a ser normal, improbabilidad general que se transforma en probabilidad local y temporal).

Para concebir el principio de complejidad no basta con asociar las nociones antagonistas de manera concurrente y complementaria. Es necesario considerar también el carácter mismo de la asociación. No es solamente una relativización de estos términos los unos con relación a los otros; es su integración en el seno de un meta-sistema *lo*

que transforma cada uno de los términos en el proceso de un bucle retroactivo y recursivo.

El bucle, aquí, es de hecho un poli-bucle hecho del buclaje de bucles fundamentales:



Será preciso que concibamos la naturaleza del buclaje de estos bucles, lo que intentaré en el estadio propiamente epistémico de este trabajo (tomo III).

Desde ahora, la idea de bucle lleva en sí el principio de un conocimiento ni atomístico ni holista (totalidad simplificante). Significa que no se puede pensar más que a partir de una praxis cognitiva (bucle activo, que hace interactuar productivamente nociones estériles cuando están disjuntas o son solamente antagonistas. Significa que toda explicación, en lugar de ser reduccionista/simplificante, debe pasar por un juego retroactivo/recursivo que se convierte en generador de saber. El bucle se sustituye por la palabra-maestra vacía, soberana, primera, terminal; no es una palabra-maestra (a menos que se reifique el bucle en fórmula, es decir, que se le haga caer en la simplificación: *es una* mediación necesaria, es la *invitación a un pensamiento generativo.*

El bucle se genera al mismo tiempo que genera, es productor-de-sí al mismo tiempo que produce. No es un círculo vicioso, puesto que toma su nutrición (informaciones) de la observación de los fenómenos, es decir, un ecosistema fenoménico (su ecoteca) y es animado por la actividad conjuntiva del sujeto pensante (su «genoteca»). Es un bucle abierto que se cierra, y por allí puede desarrollarse en espiral, es decir producir saber...

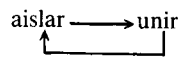
De este lado del bucle, nada: no sólo la nada, sino lo inconcebible y lo incognoscible. De este lado del bucle, no hay esencia, ni sustancia, ni siquiera lo real: lo real se produce a través del bucle de las interacciones que producen organización, a través del bucle de las relaciones entre el sujeto y el objeto.

Aquí se opera un gran cambio de base. Ya no hay entidad de partida para el conocimiento: lo real, la materia, el espíritu, el objeto, el orden, etc. Hay un juego circular que genera estas entidades, las cuales aparecen como otros tantos momentos de una producción. De golpe, ya no hay alternativas inexorables entre las entidades antinómicas que se disputaban la soberanía ontológica: las grandes alternativas clásicas: Espíritu/Materia, Libertad/Determinismo, se adormecen, se residualizan, nos parecen obsoletas. Descubrimos incluso que el materialismo y el determinismo que se pagaban al precio de la exclusión del observador/sujeto y del desorden, son tan metafísicos como el espiritualismo y el idealismo. *El verdadero debate, la verdadera alternativa está en lo sucesivo entre la complejidad y la simplificación.*

Ahora bien, al igual que la simplificación constituye un principio fundamental que funda el conocimiento sobre la disyunción y la oposición entre los conceptos primarios de orden/desorden, sujeto/objeto, sí/entorno, del mismo modo la complejidad constituye un principio fundamental que asocia nuclearmente estos conceptos primarios en bucle. *Ahora bien, las relaciones fundamentales de exclusión y/o de asociación entre conceptos primarios, es decir, las alternativas y asociaciones preliminares constituyen precisamente los paradigmas que controlan y orientan todo saber, todo pensamiento, y por ello toda acción (puesto que el saber es transformador y transformable).* La visión de la realidad, la realidad de la visión y el rostro de la acción cambian en el nivel del paradigma, cambia, en suma, la realidad. Descubrimos, pues, que la complejidad no sólo se sitúa en el nivel de la observación de los fenómenos y de la elaboración de la teoría, sino al del principio o paradigma.

El carácter original del paradigma de complejidad es que difiera, por su naturaleza intrínseca, del paradigma de simplificación/disyunción y que esta extrema diferencia le permita comprender e integrar la simplificación.

En efecto, se opone absolutamente al principio absoluto de simplificación, pero integra la simplificación/disyunción convertida en principio relativo. No pide que se rechace la distinción, el análisis, el aislamiento, pide que se les incluya no sólo en un meta-sistema, sino también en un proceso activo y generador. En efecto, unir y aislar deben inscribirse en un circuito recursivo de conocimiento que no se para ni se reduce jamás a uno de estos dos términos:



El paradigma de complejidad no es anti-analítico, no es antidisyuntivo: el análisis es un momento que vuelve sin cesar, es decir, que no se desvanece en la totalidad/síntesis pero que no la disuelve. El

análisis apela a la síntesis que apela al análisis, y esto hasta el infinito en un proceso productor de conocimiento.

Se ve, pues, que el paradigma de complejidad tiene una estructura diferente a todos los paradigmas de simplificación concebidos o concebibles, físicos o metafísicos. No sólo crea nuevas alternativas y nuevas uniones. Crea un nuevo tipo de unión, que es el bucle. Crea un nuevo tipo de unidad, que no es de reducción, sino de circuito.

Es difícil concebir la complejidad, no porque sea complicada (complejidad no es complicación), sino porque todo lo que depende de un nuevo paradigma es muy difícil de concebir. No son los refinamientos del pensamiento los que son difíciles de comprender cuando se parte de un principio evidente, es la base evidente de otro principio. Todo nuevo paradigma, *a fortiori* un paradigma de complejidad, aparece siempre como una fuente de confusión a los ojos del paradigma antiguo, puesto que acoge lo que era evidentemente repulsivo, mezcla lo que estaba separado por esencia, y rompe lo que era irrefutable por lógica. La complejidad desvía y desconcierta porque el paradigma reinante se vuelve ciego a las evidencias que no puede hacer inteligibles. Así, la evidencia de que somos a la vez seres físico, biológicos y humanos es ocultada por el paradigma de simplificación que nos manda, sea reducir lo humano a lo biológico y lo biológico a lo físico, sea desunir estos tres caracteres como entidades incomunicables. Ahora bien, el principio de complejidad nos permite percibir esta evidencia reprimida, maravillarnos de ella y buscar una inteligibilidad no reductora.

En este sentido, la complejidad exhuma y reanima las cuestiones inocentes que se nos ha obligado a menospreciar y dar. Es decir, que hay más afinidades entre la complejidad y la inocencia que entre la inocencia y la simplificación. La simplificación es una racionalización brutal, no una idea inocente (por muy lejos que nos remontemos en la mitología arcaica, no encontramos jamás una idea simple, sino siempre un mito complejo). La virtud del Sermón de la montaña, del inocente rousseauniano, del idiota dostoievskiano, del pobre de espíritu pushkiniano que llora en Boris Godunov, es la de estar fuera del reino de la idea abstracta la cual, siendo neguentrópicamente débil, está bajo la línea de flotación de la menor realidad viva: estos inocentes expresan la más rica complejidad comunicacional que la vida haya podido hacer surgir, la del amor. Contrariamente al pensamiento abstracto imbécil que descalifica el amor: el amor es complejidad vivida y emergente, y la computación más vertiginosa es menos compleja que la menor ternura...

La complejidad nos hace sensibles a evidencias adormecidas: la imposibilidad de expulsar la incertidumbre del conocimiento. La irrupción conjunta del desorden y del observador en el corazón del conocimiento, aporta una incertidumbre, no sólo en la descripción y la previsión, sino en cuanto a la naturaleza misma del desorden y la

naturaleza misma del observador. El problema de la complejidad no es ni encerrar la incertidumbre entre paréntesis, ni encerrarse en un escepticismo generalizado: es el de integrar en profundidad la incertidumbre en el conocimiento y el conocimiento en la incertidumbre, para comprender la naturaleza misma del conocimiento de la naturaleza. Descubrimos ya los horizontes, es decir, este infinito misterio de donde emerge lo que llamamos lo real. Igual que la incompletud y la imperfección son necesarias para concebir la existencia misma del mundo[1], del mismo modo son el inacabamiento, la incompletud y la imperfección en el corazón de nuestro saber los que hacen concebible su existencia y su progreso. Sólo lo insuficiente es productivo, por retomar las palabras de Kayserling.

La complejidad es un progreso de conocimiento que aporta lo desconocido del misterio. El misterio no es más que privativo; nos libera de toda racionalización delirante que pretenda reducir lo ideal a la idea, y nos aporta, en forma de poesía, el mensaje de lo inconcebible.

La vía

No estamos más que en los comienzos del conocimiento complejo y del reconocimiento de la complejidad. Al término de este primer tomo, hemos considerado esencialmente la entrada física del saber de la organización y de la organización del saber, solamente hemos podido extraer una primera afirmación universal de complejidad y una primera detección del núcleo principal o «paradigmático» de la complejidad. Acabamos precisamente de efectuar un doble bucle:

Acabamos precisamente de efectuar una primera espiral. En lo sucesivo vemos cómo se plantean cuestiones clave, que ni siquiera han aflorado aquí todavía. Así, todavía no estamos armados para examinar el concepto mismo de sujeto; para empezar, será preciso que reconozcamos lo que significa el *auto* para y en un ser vivo, pero ya adivinamos que subjetividad ya no significa necesaria ni

[1] El universo determinista era una máquina aparentemente perfecta animada por un movimiento perpetuo. Ahora bien, una máquina perfecta no puede ser más que perfectamente imperfecta; su pobreza es tal que no puede ni existir ni engendrar, pues para ser generada y generar, siempre hace falta el azar; no puede ni transformar, ni producir, pues transformar es degradar, es decir, producir la imperfección. La perfección es la prueba de la inexistencia del mundo determinista y la imperfección una prueba de la existencia del mundo aleatorio.

principalmente contingencia, sentimentalismo, error, y que el concepto de sujeto comporta un núcleo lógico y organizacional. Tampoco estamos armados para considerar las estructuras bio-antropológicas del conocimiento. Todavía no sabemos nada de la organización noológica misma. Todavía no sabemos nada de este fondo paradigmático donde toman forma primero la organización de las ideas y la organización de la sociedad. En fin, y sobre todo, el conocimiento antropo-sociológico, cuyo papel se hace aquí capital puesto que se convierte en la referencia necesaria para todo conocimiento físico, la segunda entrada, necesaria para todo concepto científico, es todavía inexistente. ¿Cómo descubrir el inconsciente social en la consciencia científica? ¿Cómo desenterrar la sociedad en el observador? La conciencia crítica necesaria con respecto a la sociedad no puede ser crítica más que si ella misma está abierta a la crítica y comporta su propia crítica. Y llegamos al problema personal, al que nadie puede escapar, incluido sobre todo el autor de estas líneas: ¿cómo autoanalizarse?[1].

De nuevo la pluralidad, la inmensidad y la dificultad de los problemas, me dicen que me he fijado una misión imposible. Pero veo cada vez mejor que no se trata de resolverlos de forma acumulativa. Veo cada vez mejor, que no es necesario tender a edificar una Torre de Babel del saber, sino un principio productor de conocimiento o *método*.

Del anti-método hacia el método

¿Dónde estamos? El método, al comienzo, era el anti-método: era justamente atreverse a partir, a despecho de las burlas, no solamente exteriores, sino también, las peores, interiores. Era tener como único viático aquel cuya prueba es imposible de hacer, incluso en uno mismo: la curiosidad, la pasión, la apertura y, al menos, el *sentimiento* de la complejidad. El método no ha tomado cuerpo más que de forma negativa, es el vacío en la resistencia a las palabras-clave, al pensamiento cerrado, a la reificación idealista en la que la idea toma el lugar de lo real, a la racionalización, a toda reducción incluida, desde luego, la reducción espiritualista de la «gnosis de Princeton» (Ruyer, 1974). Ha tomado cuerpo descubriendo y circunscribiendo el semblante y la profundidad paradigmática del enemigo: la simplificación.

[1] Puedo remitir al lector deseoso de informarse sobre mi relación con la subjetividad a anteriores ensayos de autoexamen (*Autocritique*, 1958; *Le Vif du sujet*, 1969) lo que no me dispensa de un nuevo esfuerzo para autoanalizarme en función de este trabajo mismo. No veo, todavía, de qué forma lo haré pues, por una parte, no quiero obstruir esta obra con mi subjetividad y, por otra, tiendo a no sustraerme personalmente a una exigencia requerida por la propia lógica de este trabajo.

Han llegado otras pruebas que no aparecen en este volumen, reescrito tres veces,a través de las cuales se ha librado un combate decisivo (¿de Sísifo?). En efecto, las nociones sistémicas, cibernéticas, informacionales, que me permitían ir más allá de una antigua forma de pensar, comportaban en sí una nueva simplificación cuya profundidad yo no medía al principio. No se trataba solamente, como creía al comienzo, de disociar dos sistemismos, dos cibernéticas, dos informacionismos, los primeros «abiertos» y «fecundos», los segundos «generales» y «tecnocráticos». Era preciso no dejarse encerrar en las nociones que, liberadoras en un primer estadio desconstructor, resultaban aprisionadoras en el estadio reconstructor. Era preciso comprender que el peligro está justamente en aquello que aporta una liberación provisional. Era preciso comprender que eran las nociones mismas de sistema, cibernética, información las que debían ser rebasadas por el mismo movimiento que me había hecho pasar a ellas. Esto no lo he podido hacer solo, me ha hecho falta la crítica permanente de Stewart, la mayéutica última de Victorri, y es esta mayeu-crítica la que me ha hecho asumir plenamente *mi* principio de complejidad. En este caminar espiral, que todavía no es método, pero en el que se esconde el método, he comprendido cada vez con más fuerza que todo lo que no lleva la marca del desorden y del sujeto es insignificante y mutilante, y esto concierne también a la cibernética, el sistemismo, al informacionismo, en su funcionalismo racionalizador, sus máquinas, su programa, su información, que el ruido desarregla y degenera siempre. He comprendido radicalmente que todo lo que no lleva la marca del desorden elimina la existencia, el ser, la creación, la vida, la libertad, y he comprendido que toda eliminación del ser, de la existencia, del sí, de la creación es demencia racionalizadora. He comprendido que el orden solo no es más que bulldozerización, que la organización sin desorden es el sojuzgamiento absoluto. He comprendido que es necesario temer no el desorden, sino el temor al desorden, no al sujeto, sino a la subjetividad débil que se toma por objetividad. He comprendido que las teorías más ricas y audaces, las más portadoras de complejidad, han vertido en su contrario porque habían recaído en la órbita gravitacional del paradigma de simplificación.

La primera base positiva del método está en la primera afirmación universal de complejidad. *El problema está, en lo sucesivo, en transformar el descubrimiento de la complejidad, en método de la complejidad.*

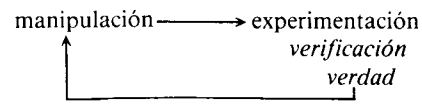
Ahora bien, no estamos más que en los preliminares. Lo que hemos adquirido son algunas ideas-guía. La idea de que todo concepto, toda teoría, todo conocimiento, toda ciencia debe en lo sucesivo comportar doble o múltiple entrada (física, biológica, antroposociológica), doble foco (objeto/sujeto) y constituir bucle. La idea de que el buclaje no es un nudo, sino una transformación. La constitución de un campo nuevo del saber no se hace abriendo las fronteras, como creerán los ingenuos, se hace transformando lo que genera las fronteras, es decir, los principios de organización del saber. Y es en la exploración, el reconocimiento, la reconstrucción, en este nivel principal o paradigmático, donde se sitúa verdaderamente mi esfuerzo.

Entrevemos desde ahora que se trata de poner en acción un pensamiento que comporta su propia reflexibilidad, que concibe sus objetos, cualesquiera que estos sean, incluyéndose a sí mismo. La ciencia clásica era incapaz de concebirse como objeto de ciencia, porque el sabio era incapaz de concebirse como sujeto de la ciencia. En adelante, no podemos concebir una ciencia en la que la ciencia no se convierta en objeto de la ciencia, es decir, se reflexione: *ciencia* ↺ y por ello reflexiones sobre sus límites, su entorno, su praxis.

En adelante debemos plantear en términos de ciencia un principio que se podría creer que era solamente «filosófico»: *separando al que conoce nunca se camina hacia el conocimiento complejo.* El conocimiento se convierte así, necesariamente, en una comunicación, un bucle entre un conocimiento (de un fenómeno, de un objeto) y el conocimiento de este conocimiento. Es a partir de la idea de bucle y de meta-sistema desde donde tendríamos que concebir un conocimiento que produzca al mismo tiempo su auto-conocimiento.

Este modo de conocer, de pensar, que quizás se desprenda del principio naciente de la complejidad, será necesariamente un nuevo modo de actuar. Ya lo hemos visto, no lo olvidemos nunca: el *saber transforma y nos transforma;* es siempre una praxis informacional/neguentrópica, ergo una praxis antropo-social. De ahí el principio que podrá desarrollarse plenamente en el tomo III, *no es fuera de la praxis donde se constituirá un nuevo saber, sino en una meta-praxis que seguirá siendo una praxis.*

El conocimiento complejo no puede ser operacional como la ciencia clásica. Pero la operacionalidad de la ciencia clásica es de hecho una operacionalidad de manipulación. Desde el siglo XVII hasta nuestros días, se ha constituido un bucle práxico en el que la verificación experimental está tanto al servicio de la manipulación como la manipulación al servicio de la verificación.



La manipulación, que se ha hecho técnica, se vuelve cada vez más autónoma con respecto a la ciencia, cada vez más dependiente con

relación a los aparatos sociales. Así, se opera una verdadera succión de finalidad, en provecho de la manipulación. Ahora bien, y quisiera que el lector comenzara a dudarlo, el paradigma de simplificación abre las puertas a todas las manipulaciones. A partir de ahora estoy persuadido de que todo conocimiento simplificante y, por tanto, mutilado, es mutilante y se traduce en una manipulación, represión, devastación de lo real, desde el momento en que se transforma en acción y singularmente en acción política. *El pensamiento simplificante ha llegado a ser la barbarie de la ciencia. Es la barbarie específica de nuestra civilización. Es la barbarie que hoy se alía a todas las formas históricas y mitológicas de barbarie.*

Digamos desde ahora que una ciencia compleja jamás tendrá que validarse por el poder de manipulación que ella procura, sino al contrario. Pero si no desemboca en acciones manipuladoras, desemboca necesariamente en la acción. Ahora bien, al enriquecer y cambiar el sentido de la palabra conocer, la complejidad nos llama a enriquecer y cambiar el sentido de la palabra acción la cual, tanto en ciencia como en política, y trágicamente cuando quiere ser *liberación,* se convierte siempre, en última instancia, en *manipulación* y sojuzgamiento. Podemos entrever que una ciencia que aporta posibilidades de autoconocimiento, que se abre sobre la solidaridad cósmica, que no desintegra el semblante de los seres y de los existentes, que reconoce el misterio en todas las cosas, podría proponer un principio de acción que no ordene, sino organice; que no manipule, sino comunique; que no dirija, sino anime.

FIN DEL TOMO PRIMERO

Bibliografía

Hubiera sido lógico reunir toda la bibliografía de *El Método* al final del tomo III, pero me pareció necesario dar aquí los títulos que interesan especialmente para este tomo I. No se mencionan, en cambio, una serie de obras importantes para el conjunto de la obra, que aparecerán en el último tomo.

Ackoff, R. L., 1971, «Towards a System of Systems Concepts», *Management Science,* vol. 17, núm. 11.

Ackoff, R. L., Churman, C. W. y Arnoff, E. L., 1957, *Introduction to Operations Research,* Nueva York; Wiley, trad. fr., 1960, *Élements de recherche opérationnelle,* París, Dunod.

Alfven, H., 1976, «La cosmologie, mythe ou science», *La Recherche* 69, julio-agosto, págs. 610-616.

Angyal, A., 1941, *Foundations for a Science of Personality,* Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

Apostel, L., Mandelbrot, B. y Morf, A., 1957, *Logique, Langage et Théorie de l'information,* París, PUF (Bibliothèque scientifique internationale: études d'épistémologie génétique).

— 1961, «Logique et cybernétique», *Les Études philosophiques* 2, páginas 191-214.

Arcy Thomson d', 1917, *On Growth and form,* Londres, Cambridge University Press.

Ashby, W. R., 1952, *design for a Brain,* Londres, Chapman and Hall.

— 1956, *An Introduction to Cybernetics,* Londres, Chapman and Hall, trad. fr., 1958, *Introduction à la cybernétique,* París, Dunod.

— 1958, «General Systems as a New Discipline», *General Systems Yearbook* 3, págs. 3-6.

— 1962, «Principles of the self-organizing system», in *Principles of self-organization* (H. von Foerster, G. W. Zopf, eds.), Nueva York, Pergamon Press.

Ashby, W. R., Grey-Walter, W., Brazier, M. A. y Brain, R., 1952, *Perspectives cybernétiques en psychophysiologie* (trad. del inglés), París, PUF.

Atlan, H., 1970*a*, «Rôle positif du bruit en théorie de l'information appliquée à une definition de l'organisation biologique», *Annales de physiologie biologique et médicale* 1, págs. 15-33.

— 1970*b*, «Flux d'énergie et organisation biologique. La biologie théorique contre les dogmes de l'évolution chimique», *Sciences* 68, septiembre-octubre.
— 1972*a*, *L'Organisation biologique et la Théorie de l'information,* París, Hermann.
— 1972*b*, «Du bruit come principe d'auto-organisation», *Communications* 18, págs. 21-35.
— 1974, «On a Formal Definition of Organization», *Journal of Theoretical Biology* 45, 1974, págs. 1-9.
— 1975, «Organisation en niveaux hiérarchiques et information dans les systèmes vivants», en *Réflexions sur de nouvelles approches dans l'étude des systèmes,* París, Centre d'édition et de documentation de l' école national supérieure des techniques avancées.
Attali, J., 1976, «L'ordre par le bruit, Le concept de crise en théorie économique», *Communications* 25, págs. 86-100.
Auger, P., 1966, *L'Homme microscopique,* París, Flammarion.
Axelos, K., 1969, *Le Jeu du monde,* París, éd. de Minuit.
Bachelard, G., 1938*a*, *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective,* París, Vrin.
— 1938*b*, *La Psychanalyse du feu,* París, Gallimard (*Psychologie* 7); trad. cast. 1966, *El psicoanálisis del fuego,* Madrid, Alianza.
— 1966, *Le Nouvel Esprit scientifique,* París, PUF.
— Barel, Y., 1973, *La Reproduction sociale,* París, Anthropos.
— 1976*a*, «L'idée de système dans les sciences sociales», *Journée A. F. CET,* 21 de abril, 1976, A. F. CET, París.
— 1976*b*, «Le rapport humain à la matière», Grenoble, París, IPEPS-CNRS (multicop.).
Bataille, G., 1949, *La Part maudite. essai d'économie générale,* París, éd. de Minuit; trad. cast., 1974, *La parte maldita,* Barcelona, EDHASA.
Bateson, G., 1967, «Cybernetic Explanation», *The American Behavioral Scientist,* abril, págs. 29-32.
— 1972, *Steps to an Ecology of Mind,* Nueva York, Ballantine.
Beer, S., 1960: «Below the Twilight Arch» *General System Yearbook,* página 16.
Beishon, J., Peters, G, 1972, *Systems Behavior,* Londres, Harper and Row.
Bejin, A., 1976, «Crises des valeurs, crises des mesures», *Communications* 25, págs. 39-71.
Benedic, D., 1974, «La causalité dans les systèmes complexes et sa modélisation par les hypergraphes», *Thomson CSF,* París, multicopiado.
Berkeley, G., 1770, *Principales of Human Knowledge;* trad. fr. 1969, *Œubres choisies,* t. II, *Principes de la connaissance humani,e* Aubier, París, trad. cast. 1968, Madrid,
Bernard, C., 1865, *Introduction à l'étude de la médicine expérimentale,* París, J. B. Baillière.
Berrien, F. K., 1968, *General and Social System,* New Brunswick (New Jersey), Rutgers University Press.
Bertalanffy (L. von), 1956, «The Theory of Open Systems», *General System Yearbook.*
— 1968, *General Systems Theory. Essays on its Foundation and Development,* Nueva York, Braziller, trad. fr., 1973, *Théorie générale des systèmes physique, biologie psychologie, sociologie, philosophie,* París, Dunud; trad. cast., 1976, *Teoría general de los sistemas,* Madrid, Fondo de Cultura Económica.
Bohr, N., 1958, *Atomic Physics and Human Knowledge,* Nueva York, Wiley; trad. fr., 1964, *Physique atomique et Connaissance humaine,* París, Gonthier (Bibliothèque Médiations 18).
Bonner, J. T., 1952, *Morphogenesis; An Essay on Development,* University Press, Princeton.
Bonsack, F., 1961, *Information, Thermodynamique, Vie et Pensée,* París, Gauthier-Villars.
Boudon, R., 1968, *A quoi sert la notion de «structure»?,* París, Gallimard.
Boulding, K. E., 1953, *The Organizational Revolution,* Nueva York, Harper and Row.
— 1956, «General System Theory. The Skeleton of Science», en W. Buckley (ed.), 1968, *Modern Systems Reesearch for the Behavioral Scientist,* Chicago, Aldine, págs. 3-10.
Brillouin, L., 1956, *Science and Information Theory,* Nueva York, Academic Press; trad. fr., 1959, *La Science et la Théorie de l'information,* París Masson.
— 1959, *Vie, Matière et Observation,* París, Albin Michel (Science d'aujourd'hui).
— 1962, «information and Imagination Theories», en M. C. Yovits, G. T. Jacobi y G. D. Goldstein, *Self Organizing Systems,* Washington, Spartan Books, pág. 220.
Bronowsky, J., 1969, «New Concepts in the Evolution of Complexity», *American Association for the Advancement of Science,* Boston.
Buckely, W., 1967, *Sociology and Modern Systems Theory,* Engelwood Cliffs (N. J.), Printice Hall; trad. cast., 1977, *La sociología y la teoría moderna de los sistemas,* Buenos Aires, Amorrortu.
— 1968, ed., *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist,* Chicago, Aldine.
— 1974, «Théorie des systèmes et anthropo-sociologie», Edgar Morin y Massimo Piattelli-Palmarini, *L'Unité de l'homme. Invariants biologiques et Universux culturels,* París, Le Seuil, pág. 619-632.
Bunge, M., 1973, *Philosophy of Physics,* Dordrecht, D. Reidel Publ. Co.; trad. fr., 1975, *Phylosophie de la physique,* París, Le Seuil; trad. cast. 1979, *Filosfía de la Física,* Barcelona, Ariel.
Cacopardo, R., 1975, «La teoria generale dei sistemi nel pensiero di von Bertalanffy», *Studi Organizzativi,* vol. VII, núm. 3-4, págs. 51-90.
Cannon, W. B., 1932, *Wisdom of the Body,* Nueva York, Norton.
Castoriadis, C., 1971, «Le monde morcelé», *Encyclopaedia Universalis,* París, vol. 17, págs. 43-73.
— 1975, *L'Institution imaginaire de la société,* París, Le Seuil.
Cauns Smith, A. C., en C. B. Waddington, 1969, *Towards a Theoretical Biology,* Chicago, Aldine, t. I.
Cellerier, G.; Papert, S.; Voyat, G., 1968, *Cybernétique et Épistémologie,* Paris, PUF.
Chaitin, G. J., 1975, «Randomness and Mathematical Proof», *Scientific American,* vol. 232, núm. 5, mayo, págs. 47-52.
Chambadal, P., 1963, *Evolution et Applications du concept d'entropie,* París, Dunod.
Changeux, J. P., y Danchin, A., 1976, «Stabilisation of Developing

Synapses as a Mechanism for the Specification of Neuronal Networks», *Nature,* vol. 264, diciembre, págs. 75-712.
Chapin, N., 1971, *Computers: A System Approach,* Nueva York.
Charon, J. E., 1974, *Théorie unitaire. Analyse numérique des équations,* París, Albin Michel.
Chauvin, R., 1974, «Les sociétés les plus complexes chez les insectes», *Communications* 22, págs. 63-72.
Cherry, J. C., ed., 1961, *Fourth London Symposium on Information Theory,* Nueva York, Academic Press; Londres, Butterworth and Co.
Chomsky, N., 1967, *Language and Mind* [tres conferencias pronunciadas en la universidad de Berkeley (Calif.) en enero 1967]; trad. fr., 1969. *Le Langage et la Pensée,* París, Payot; trad. cast., 1977 (2.ª ed.), *El lenguaje y el entendimiento,* Barcelona, Seix Barral.
Churchman, C. W., 1968, *The Systems Approach,* Nueva York, Delta Books.
— *Le concept d'information dans la science contemporaine,* 1965, París, éd. de Minuit (Les cahiers de Royaumont, *Philosophie* 5).
Costa de Beauregard, O., 1963, *Le Second Principe de la science du temps; entropie, information, irréversibilité,* París, Le Seuil.
Couffignal, L., 1963, *La Cybernétique,* París, PUF.
Cowan, J. D., 1969, «Some Remarks on Neurocybernetics», en M. Marois (ed.), *Theoretical Physics and Biology,* Amsterdam, North Holland publ., págs. 65-73.
Dallaporta, N., 1975, «Les crises de la physique contemporaine», *Diogène* 89, págs. 76-95.
Darwin, Ch. R., 1859, *On the Origin of the Species, by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life,* Londres, Murray; trad. fr., 1921, *L'Origine des espèces,* París, A. Costes; trad. cast., *El origen de las especies,* Barcelona, Bruguera, 1978.
Delgado, J. M. R., 1972, *Le Conditionnement du cerveau et la liberté de l'esprit,* Bruselas, Dessart.
Détienne, M., y Vernant, J. P., 1974, *Les Ruses de l'intelligence, la «métis» des Grecs,* París, Flammarion.
De Witt, B. S., 1970, «Quantum Mechanics and Reality», *Physics Today,* vol. 23, núm. 9, págs. 55-165.
Dode, M., 1965, *Le Deuxième Principe de la Thermodynamique,* París, Société d'éditions de l'enseignement supérieur.
Dollander, A., 1970, *Eléments d'embryologie,* París, Flammarion.
Ducrocq, A., 1963, *Le Roman de la matière. Cybernétique et Univers.* París, Julliard.
Eigen, M., 1971, «Self-organizationi of the Matter and the Evolution of Biological Macromolecules», *Naturwissenschaft,* vol. 58, núm. 465.
Einstein, A., y Born, M., 1972, *Correspondance 1916-1955,* París, Le Seuil.
Elsasser, W. R., 1966, *Atom and Organism, a New Approach to Theoretical Biology,* Princeton, University Press; trad. fr., 1970, *Atome et Organisme, nouvelle approhe d'une biologie théorique,* París, Gauthier-Villars.
Émery, F. E., ed., 1970, *Systems Thinking,* Harmondsworth, Penguin (Education Series).
Espagnat, B. d', 1965, *Conceptions de la physique contemporaine. Les*

Interprétations de la mécanique quantique et de la mesure, París, Hermann.
— 1971, *Conceptual Foundations of Quantic Mechanisms,* Menlo Park (Calif.), Benjamin.
— 1972, «L'événement problème: contingence et nécessité. L'événement et la physique», en *Communications* 18, págs. 116-121.
— *L'événement,* en *Communications* 18, 1972.
Fast, J. D., 1961, *Entropie. La Signification de la notion d'entropie et ses Applications scientifiques et techniques* (trad. del holandés), París, Dunod (Bibliothèque scientifique Philips).
Ferenczi, S., 1929, *Thalassa, Katasztrófák a nemi éler fejlödésében,* Budapest, Pantheon Kiadás; trad. fr., 1962, *Thalassa, Psychanalyse des origines de la vie sexuelle,* París, Payot.
Fink, E., 1960, *Das spiel als Weltsymbol,* Stuttgart, Kohlhammer; trad. fr. 1966, *Le Jeu comme symbole du monde,* París, ed. de Minuit.
Firsoff, V. A., 1967, *Life, Mind and Galaxies* Londres, Oliver and Boyd; trad. fr. 1970, *Vie, Intelligence et Galaxies,* París, Dunod.
Foerster, H. von, 1957, «Basic Concepts of Homeostasis», *Homeostatic Mechanisms,* Brookhaven Symposia in Biology, núm. 10, págs. 216-242.
— 1960, «On Self-Organizing Systems and Their Environments», *Self-Organizing Systems,* Nueva York, Pergamon.
— 1962, «Communication Amongst Automata», *American Journal of Psychiatry* 118, págs. 865-871.
— 1973, «On Constructing a Reality», en E. F. E. Preiser (ed.), *Environmental Design Research,* vol. 2, Dowden, Hutchinson and Ross.
— 1974*a*, ed., *Cybernetics of Cybernetics, or the Control of Control and the Communicationi of Communication,* Urbana (Illinois), Biological Computer Laboratory University of Illinois.
— 1974*b*, «Notes pour une épistémologie des objets vivants», en Edgar Morin y Massimo Piatteli-Palmarini, *L'Unité de l'homme. Invariants biologiques et Universaux culturels,* París, Le Seuil, págs. 401-416.
Foerster, H. von, Zopf, G. W. (ed.), 1962, *Principles of Self-organization,* Nueva York, Pergamon Press.
Forrester, J., 1969, *Principles of Systems,* Cambridge, Wright Allen Press.
Friedmann, G., 1970, *La Puissance et la Sagesse,* París, Gallimard.
General Systems Yearbook, 1956-1976.
Georgescu-Roegen, N., *The Entropy Law and the Economic Process,* Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
Gérard, R. W., 1958, ed., «Concepts in Biology» *Behavioral Science* 2, abril, págs. 95-103.
Gérardin, L., 1975, «La théorie des systèmes», París (multicop.).
Giedion, S., 1948, *Mechanization Takes Command: A Contribution to Anonymous History,* Londres, Oxford University Press; trad. cast., 1978, *La mecanización toma el mando,* Barcelona, Gustavo Gili.
Glandsdorff, P., y Prigogine, I., 1971, *Structure, Stabilité et Fluctuations,* París, Masson.
Grinevald, J., 1975, «Le progrès de l'entropie», *Colloque de l'Association internationale des sociologues de langue française, Sociologie du progrès,* Menton, 12-17 de mayo, 1975.
— 1976*a*, «*La révolution carnotienne, thermodynamique, économie et*

idéologie», Revue européenne des sciences sociales et Cahiers Vilfredo Pareto, t. XIV, 1976, núm. 36, págs. 39-79.
— 1976*b*, *Réflexions sur la technologie de la puissance,* facultié de droit de l'université de Genève, Ginebra (multicop.).
Groding, F. S., 1963, *Control Theory and Biological Systems,* Nueva York. Columbia University Press.
Guillaumaud, J., 1971, *Norbert Wiener et la Cybernétique,* París, Seghers.
Gunther, G., 1962, «Cybernetical Ontology and Transjunctionnal Operations», en Yovits, Jacobi y Goldstein (eds.), *Self-organizing Systems,* Washington, Spartan Books.
Hall, A., y Fagean, R., 1956, «The Definition of a System», *General Systems Yearbook.*
Heisenberg, W., 1969, *Der Teil und das Ganze,* Munich, R. Piper Co. Verlag; trad. fr., 1972, *La Partie et le Tout,* París, Albin Michel.
Hockett, C. F., y Asher, R., 1964, «The Human Revolution», *Current Anthropology* 5, págs. 135-147.
Huant, E., 1967, *L'Application de la cybernétique aux mécanismes économiques,* París, EME.
Hutten, E. H., 1970, «Physique des symétries et théorie de l'information», *Diogène* 72, págs. 3-26.
Jacob, F., 1965, *Leçon inaugurale faite le vendredi 7 mai,* París, Collège de France.
— 1970, *La Logique du vivant,* París, Gallimard; trad. cast., 1977, *La lógica de lo viviente,* Barcelona, Laia.
Jacquard, A., 1974, *Génétique des populations humaines,* París, PUF.
Jakobson, R., 1970, «Relations entre la sience du langage et les autres sciences», en *Tendances principales de la recherche dans les sciences humaines et sociales,* La Haya, Mouton, págs. 504-544.
Jordan, N., 1973, «Some Thinking About System», en S. L. Opner (ed.), *Systems Analysis: Selected Readings,* Harmondsworth (Midd.), Penguin Books, págs. 53-86.
Jordan, P., 1948, *Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens,* Braunschweig, Frier, Vieweg; trad. fr., 1959, *La Physique et le Secret de la vie organique,* París, Albin Michel.
Katchalsky, A. y Curran, P. F., 1965, *Non-Equilibrium Thermodynamics in Biophysics,* Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
Katz, S., 1974, «Anthropologie sociale culturelle et biologie», en Edgar Morin y Massimo Piatteli-Palmarini, *L'Unité de l'homme. Invariants biologiques et Universaux culturels,* París, Le Seuil, págs. 515-552.
Keys, J., 1971, *Only Two Can Play this Game,* Cambridge, Cat Book.
Klir, G., ed., 1973, *Trends in General System Theory,* Nueva York, Harper.
Koestler, A., 1967, *The Ghost in the Machine,* Londres, Hutchinson; trad. fr. 1968, *Le Cheval dans la locomotives,* París, Calmann-Lévy.
Kuhn, T. S., 1962, *The Structure of Scientific Revolutions,* Chicago (Ill.), University of Chicago Press; trad. fr. 1972, *La Structure des révolutions scientifiques,* París, Flammarion; trad. cast., 2.ª ed. 1977, *La estructura de las revoluciones científicas,* Madrid, Fondo de Cultura Económica.
Laborit, H., 1973, *Société informationnelle. Idées pour l'autogestion,* París, ed. du Cerf.
— 1974, *La Nouvelle Grille,* París, Laffont.

Ladrière, J., 1973, «Système», *Encyclopaedia Universalis,* París, vol. 15, página 686.
Laplace, P. S., 1812-1825, *Théorie analytique des probabilités,* t. V, París, Courcier.
Laszlo, E., 1972, *The System's View of the World,* Nueva York, Braziller.
— 1973, *Introduction to Systems Philosophy,* Nueva York, Harper.
Latil, P. de, 1953, *La Pensée artificielle. Introduction à la cybernétique,* París, Gallimard.
Layser, D., 1975, «The Arrow of Time», *Scientific American,* vol. 233, número 6, diciembre, págs. 56-69.
Lefèbvre, H., 1967, *Position: contre les technocrates,* París, Gonthier.
Leibniz, G. W. von, 1666, *Dissertatio de arte combinatoria,* Leipzig, J. B. Fikium.
Lewin, K., 1935, *Dynamic Theory of Personality,* Nueva York, Macmillan.
Luckmann, T., y Berger, P., 1967, *The Social Construction of Reality,* Nueva York, Doubleday.
Lupasco, S., 1951, *Le Principe d'antagonisme et la Logique de l'énergie. Prolégomènes à une science de la contradiction,* París, Hermann.
— 1962, *L'Énergie et la Matière vivante. Antagonisme constructeur et logique de l'hétérogène,* París (rééd. 1974), Julliard.
Lwoff, A., 1969, *L'Ordre biologique,* París, Lafont.
Mackay, D., 1969, *Information, Mechanism and Meaning.* Cambridge (Mass.), MIT Press.
Maruyama, M., 1963, «The Second-Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes», *American Scientist* 51, págs. 164-179 y 250-256.
— 1974, «Paradigmatology and its Application to Cross-Disciplinay, Cross-Professional and Cross-Cultural Communication», *Cybernetica,* vol. 17, págs. 136-156, 237-281.
Marx, K., 1844, *Manuskripte aus dem Jahre 1844;* trad. fr., 1937 por J. Molitor, *Œuvres philosophiques,* t. VI, *Economie et Philosophie, Idéologie allemande* (1.ª parte, Les manuscrits de 1844), París, Alfred Costes; trad. cast., Wenceslao Roces, *Manuscritos económico-filosóficos de 1844.*
Maturana, H., y Varela, F., 1972, *Autopoietic systems,* Santiago de Chile (multicop.), Facultad de Ciencias, Univesidad de Santiago.
Merleau-Ponty, J., 1965, *Cosmologie du XX^e siècle, Édude épistémologique et historique de la cosmologie contemporaine,* París, Gallimard.
— 1970, «Les bases de la cosmologie moderne», *La Recherche* 1-2, julio, páginas 143-148.
— 1971, *Les Trois Étapes de la cosmologie,* París, Laffont.
Mesarovic, M. D., 1962, «On Self-organizational Systems», in *Self-organizing Systems* (Yobits, Jacobi ed.), Washington, Spartan Press.
— 1964, ed., «Views on General Systems Theory», *Systems Symposium 2d,* Case Institue of Technology, 1963; actas, Nueva York, J. Wiley and sons.
— 1968, ed., *System Theory and Biology,* Nueva York, Springer Verlag.
— 1970, ed., *Theory of Hierarchical Multilevels Systems,* Nueva York, Academic Press.
Meyer, F., 1954, *Problématique de l'évolution,* París, PUF.

— 1974, *La Surchauffe de la croissance, essai sur la dynamique de l'évolution,* París, Fayard.
Miller, J. G., 1955, «Toward a General Theory for the Behavioral Sciences», *The American Psychologist,* 10 de septiembre, págs. 513-531.
— 1965*a*, «Living Systems: Basic Concepts», *Behavioral Science,* vol. 10, número 3, julio, págs. 193-237.
— 1965*b*, «Living Systems: Structure and Process», *Behavioral Science,* vol. 10, núm. 4, octubre, págs. 337-379.
—1971, «The Nature of Living Systems», *Behavioral Science,* vol. 16, número 4, julio, págs. 277-301.
Milsum, J. H., ed., 1968, *Positive Feed-back, a General Systems Approach to Positive/Negative Feedback and Mutual Causality,* Oxford, Pergamon.
Moles, A., 1964, *Méthodologie vers une science de l'action,* París, Gauthier.
Monod, J., 1970, *Le Hasard et la Nécessité,* París, Le Seuil; trad. cast., 1977, *El azar y la necesidad,* Barcelona, Barral.
Morin, E., 1962, *L'Esprit du temps. Essai sur la culture de masse,* t. II, *Nécrose* (ed. 1975), París, Grasset; trad. cast.,1966, *El espíritu del tiempo,* Madrid, Taurus.
— 1970, *L'Homme et la Mort,* París, Le Seuil; trad. cast. 1974, *El hombre y la muerte,* Barcelona, Kairós.
— 1972*a*, «L'événement-sphinx», *Communications* 18, págs 173-192.
— 1972*b*, «Le retour de l'événement», *Conmunications* 18, págs. 6-20.
— 1973, *Le Paradigme perdu: la nature humaine,* París, Le Seuil; trad. cast. 1978, *El paradigma perdido,* Barcelona, Kairós.
— 1976, «Pour une crisologie», *Conmunications* 25, págs. 149-163.
Morowitz, H. J., 1968, *Energy Flow in Biology,* N. York, Academic Press.
Moscovici, S., 1968, *Essai sur l'histoire humaine de la nature,* París, Flammarion.
Munford, L., 1971, *The Myth of the Machine, The Pentagon of Power,* Londres, Secker and Warburg; trad. fr., 1974, *Le Mythe de la machine,* Fayard, París.
Nambu, Y., 1976, «The Confinement of Quarks», *Scientific American,* noviembre, págs. 48-60.
Naville, P., 1963, *Vers l'automatisme social? Problèmes du travail et de l'automation,* París, Gallimard.
Needham, J., 1969, *The Grand Titration, Science and Society in East and West,* Londres, G. Allen and Unwin; trad. fr., 1973, *La Science, chinoise et l'Occident, le gran titrage,* París, Le Seuil; trad. cast., *La gran titulación. Ciencia y sociedad en Oriente y Occidente,* Madrid, Alianza.
Neumann, J. von, 1958. *Computer and the Brain,* New Haven, Yale University Hepsa Helly Silliman Memorial Lectures, Yale University Press.
— 1966, *Theory of Self-Reproducing Automata,* Urbana (Ill.), University of Illinois Press.
— 1968, «The General and Logical Theory of Automata» en W. Buckley, *Modern Systems research for the behavioral scientist,* Chicago, Aldine, págs. 97-107.
Neumann, J. von, Morgenstern, O., 1947, *Theory of Games and Economic Behavior,* Princeton, University Press.

Omnes, R., 1973, *L'Univers et ses Métamorphoses,* París, Hermann («Savoir»).
Optner, S. L. éd., 1973, *Systems Analysis. Selected Readings,* Hardmondsworth, Penguin.
Papert, S., 1967, «Épistémologie de la cybernétique», en J. Piaget, *Logique et Connaissance scientifique,* París, Gallimard, págs. 822-840.
— 1967, «Remarques sur la finalité», en J. Piaget, *Logique et Connaissance scientifique,* París, Gallimard, págs. 841-861.
Pask, G., 1961, *An Approach to Cybernetics,* Londres, Hutchinson.
Pattee, H. H., ed., 1966, «Natural Automata and Useful Simulations: Proceedings», *Symposium on Fundamental Biological Models,* Stanford University; 1965, Londres, Macmillan.
Piaget, J., dir. de publ., 1967, *Logique et Connaissance scientifique,* París, Gallimard, (Encyclopédie de la Pléiade).
— 1970, *Le Structuralisme,* París, PUF; trad. cast., 1974, *El estructuralismo,* Barcelona, Oikos-Tau.
— 1973, *Biologie et Connaissance,* París, Gallimard; trad. cast., 1977, *Biología y conocimiento,* Madrid, S. J.
Pizzorno, A., 1973, «L'incompletezza dei sistemi», en F. Rositi, 4.ª ed., *Razionalita sociale e tecnologie dell'informazione, Milano, Communita.*
Prieto, L. J., 1966, *Messages et Signaus,* París, PUF.
Prigogine, I., 1947, *Étude thermodynamique des phénomènes irréversibles,* París, Dunod.
— 1968, *Introduction à la thermodynamique des processus irréversibles,* París, Dunod.
— 1972, «La thermodynamique de la vie», *La Recherche* vol. 3, núm. 24, junio, págs. 547-562.
Pugh, D. S., 1971, *Organisation Theory,* Harmondsworth, Penguin.
Quastler, H. ed., 1953, *Essays on the Use Information Theory in Biology,* Urbana, University of Illinois Press.
Rapoport, A., 1968*a*, «General Systems Theory», *International Encyclopaedia of the Social Sciences,* vol. 15, Nueva York, The Free Press, páginas 452-458.
— 1968*b*, «Introduction», en W. Buckley (ed.), *Modern System Research for the Behavioral Scientist,* Chicago, Aldine.
— 1970, «La théorie moderne des systèmes; un guide pour faire face aux changements», *Revue française de sociologie,* núm. especial, páginas 23-46.
Reeves, H., 1968, «Cosmogonie», *Encyclopaedia Universalis,* París, vol. 5, páginas 8-10.
Robinet, A., 1973, *Le Défi cybernétique. L'Automate et la Pensée,* París, Gallimard.
Rosen, R., 1968, «On Analogous Systems», *Bulletin of Mathematical Biophysics* 30, págs. 481-492.
Rosenblueth, A., 1970, *Mind and Brain, a Philosophy of Sciences,* Cambridge (Mass.), MIT.
Rosenblueth, A. y Wiener, N., 1950, «Purposeful and Non-purposeful Behavior», *Philosophy of Science* 17, págs. 318-326.
Rosnay, J. de, 1966, *Les Origines de la vie,* París, Le Seuil.
— 1970, «Systèmes sociaux en temps réel», *Études et Documents du Comité national belge de l'organisation scientifique,* núm. 355.

— 1975, *Le Macroscope, Vers une vision globale,* París, Le Seuil.
Rothstein, J., 1962, «Information and Organization as the Language of the Operational Viewpoint», *The Philosophy of Science,* vol. 29, núm. 4, páginas 406-411.
Ruyer, R., 1954, *La Cybernétique et l'Origine de l'information,* París, Flammarion.
— 1974, *La Gnose de Princeton: des savants à la recherche d'une religion,* París, Fayard.
Rybak, B., 1973, «Logique des systèmes vivants», *Encyclopaedia Universalis,* París, vol. 15, págs. 687-697.
Sagan, C., 1973, *The Cosmic Connection: an Extraterrestrial Perspective,* Nueva York, Doubleday; trad. fr., 1975, *Cosmic Connection ou l'Appel des étoiles,* París, Le Seuil.
Sallantin, X., 1973, «Introduction à la théorie du sens» (texto presentado el 22 de febrero de 1973 ante el grupo Quadrivium), *Internationales Futuribles,* 52, rue des Saints-Pères, 75007 París, multicopiado.
Sapir, E., 1971, *Anthropologie,* París, ed. de Minuit, («Points»); trad. de Edward Sapir, 1927, *Selected Writings of Edward Sapir in Language, Culture and Personality,* ed. de David Mandelbaum, Berkeley, University Press of California.
Saussure, F. de, 1931, *Cours de linguistique générale,* Ginebra, Payot; trad. cast., *Curso de Lingüística General,* Buenos Aires, Losada.
Sauvan, J., 1958, «Système métastable à états stationnaires multiples. Hypothèse épigénétique du comportement instinctif», *2° Congrès international de Cybernétique,* Namur, 3-10 septiembre 1958, Association internationale de Cybernétique, 13, rue Basse Marcelle, Namur.
— 1966, Méthode des modèles et connaissance analogique, *Agressologie,* t. VII, núm. 1, págs. 9-18.
Schatzman, E., 1968*a*, «Astrophysique», *Encyclopaedia Universalis,* París, vol. 2, págs. 696-699.
— 1968*b*, *La Structure de l'univers,* París, Hachette.
Schlanger, J., 1971, *Les Métaphores de l'organisme,* París, Vrin.
Schrödinger, E., 1945, *What is life?* Cambridge, University Press.
— 1959, *Mind and Matter,* Cambridge, University Press.
Sciama, D. W., 1970, «La renaissance de la cosmologie d'observation», *La Recherche* 1-2, junio, págs. 149-160.
Sebeok, A., 1968, «Comment un signal devient signe», en E. Morin y y M. Piatelli-Palmarini, *L'Unité de l'homme. Invariants biologiques et Universaux culturels,* París, Le Seuil, págs. 64-70.
Serrano, M. M., 1975, «Aplicación de la teoría y el método sistemático en ciencias sociales», *Revista española de la opinión pública* 42, octubre-diciembre, págs. 81-102.
Serres, M., 1968, *Hermés I. La communication,* París, ed. de Minuit.
— 1971, «Ce qui est écrit dans le code: I. Les métamorphoses de l'arbre; II. Vie, information, deuxième principe», *Critique* 289, págs. 483-507 y 290, págs. 579-606.
— 1972, *Hermés II. L'interférence,* París, ed. de Minuit.
— 1974*a*: *Hermés III. La traduction,* París, ed. de Minuit.
— 1974*b*, «Les sciences», en J. Le Goff y P. Nora (dir. de publ.), *Faire de l'histoire,* 2.ª parte (Nouvelles Approches), París, Gallimard, páginas 265-277.

— 1975, *Feux et signaux. Zola,* París, Grasset.
— 1976, «Le point de vue de la bio-physique», *Critique* 346, págs. 265-277.
— 1977, «Boltzmann et Bergson», *Hermés IV: La Distribution,* París, ed. de Minuit, págs. 127-142.
Shanin, T. (ed.), 1972, *The Rules of the Game,* Londres, Tavistock.
Shannon, C. E. y Weaver, W., 1949, *The Mathematical Theory of Communication,* Urbana, University of Illinois Press.
Silverman, D., 1970, *The Theory of Organization,* Londres, Heinemann.
Simondon, G., 1964, *L'Individu et sa Genèse physico-biologique. L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information,* París, PUF.
Skyvington, W., 1976, *Machina sapiens,* París, Le Seuil.
Spencer Brown, G., 1972, *Laws of Form,* Nueva York, Bantam Books.
Stanley Jones, D. y K., 1960, *The Kybernetics of Natural Systems,* Londres, Pergamon Press; trad. fr., 1962, *La Cybernétique des êtres vivants,* París, Gauthiers-Villars.
Sternheimer, J., s. a., «Théorie des systèmes hiérarchiques», fasc. I, Introduction, systèmes hierarchiques, la courbe de population», *Activités des groupes expérimentaux,* université París VII, multicopiado.
Stroudze, Y., 1973, *Organisation, Anti-organisation,* Tours, Mame.
— *Sur les théories des systèmes: aperçus et tendances actuelles,* en *Systema,* 1974, París, multicopiado.
Thom, R., 1972, *Stabilité culturelle et Morphogénèse. Essai d'une théorie génétique des modèles,* París, Ediscience.
— 1974, *Modèles mathématiques de la morphogénèse: recueil textes sur la théorie des catastrophes et ses applications,* París, Union générale d'éditions.
Touraine, A., 1965, *Sociologie de l'action,* París, Le Seuil.
Trincher, K. S., 1964, *Biology and Information. Elements of Biological Thermodynamics* (trad. americana, 1965), Nueva York, Consultant Bureau.
Trist, E., 1970, «Organisation et système. Quelques remarques théoriques se rapportant plus particulièrement aux recherches d'Andras Angyal», *Revue française de sociologie,* núm. especial 1970, sobre el análisis de sistemas en ciencias sociales (I), págs. 123-139.
Ullmo, J., 1967, «Les concepts physiques», en Jean Piaget, *Logique et Connaissance scientifique,* París, Gallimard, (Encyclopédie de la Pléiade),págs. 623-706.
Umpleby, S. A., 1973, *The Revolution that Fizzled: the Lack of Impact of Cybernetics on Political Science,* Urbana (III), Computer-based Education Research Laboratory, multicopiado.
Varela, F. G., 1975, *The Grounds for a Closed Logic,* Denver (Col.), Department of Anatomy, University of Colorado Medical School.
— 1976, «The Arithmetic of closure», ponencia para el 3er *European Meeting on Cybernetics and Systems Research,* en Viena, 24 de abril, 1976.
Verney, D. Vallet, C., Calvino, B. y Moulin, T., 1973, «Relateurs arithmétiques et systèmes ouverts», *VII^e Congrès international de Cybernétique,* 10-15 de septiembre, Namur, Association internationale de Cybernétique, Namur.
Waddington, C. H. (ed.), 1969-1971. *Towards a Theoretical Biology,* Chicago, Aldine, 4 vols.

Whitehead, D. N., 1926, *Science and the Modern World,* Cambridge (Mass.), University Press; trad. fr., 1930, *La Science et le Monde moderne,* París, Payot.
— 1929*a, The Function of Reason,* Princeton, University Press; trad. fr., 1969, *La Fonction de la raison et Autres Essais,* París, Payot.
— 1929*b, Process and Reality: An essay in Cosmology,* Nueva York, Macmillan, trad. cast., 1956, Proceso y realidad, Buenos Aires, Losada, 1956.
— s. a., *Esays in Science and Philosophy,* Nueva York, Philosophical Library.
Whyte, L. L., 1949, *Unitary Principle in Physics and Biology,* Londres, Holt.
Wiener, N., 1948, *Cybernetics,* París, Hermann.
— 1950, *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society,* Nueva York, Doubleday; trad. fr., 1962, *Cybernétique el Société,* París, Union générale d'Editions.
Wilden, A., 1972, *System and Structure. Essays in Communication and Exchange,* Londres, Tavistock.
Wilhelm, R. (ed.), 1968, *Yi-King ou le Livre des transformations,* París, Médicis (Lib.).
Young, O. R., 1964, «A Survey of General Systems Theory», *General Systems Yearbook* 9, págs. 61-80.
Yovits, M. C., Cameron, S. (ed.), 1960, *Self-organizing System,* Nueva York, Pergamon.
Yovits, M. C. Jacobi, G. T., Goldstein, G. D., 1962, *Self-organizing Systems,* Washington, Spartan Books.
Zadeh, L. A., Polak, E., 1969 *Systems Theory,* Nueva York, Mc Graw-Hill, (Electronic series).

Buscamos un conocimiento que traduzca la complejidad de lo que se llama lo real' que respete la existencia de los seres y el misterio de las cosas, e incorpore el principio de su propio conocimiento.

Necesitamos un conocimiento cuya explicación no sea mutilación y cuya acción no sea manipulación. Hoy, en que lo más oscuro de la evolución humana actúa so capa de ciencia, en que lo más irracional se agazapa tras la cobertura de la razón, lo importante es plantear el problema de un **método** nuevo.

Este primer volumen pretende articular la ciencia del hombre con la ciencia de la naturaleza. En este sentido es necesario abandonar el principio de explicación que sólo conserva el **orden** de los fenómenos (leyes, determinismos, regularidades, medios) y deja en la sombra al **desorden** (lo irregular, lo desviante, lo incierto, lo indeterminado, lo aleatorio) y la **organización** que, sin embargo, es la realidad más notable de nuestro universo, ya que caracteriza a la vez el átomo, a la estrella, al ser vivo, a la sociedad. Se propone aquí una concepción compleja de la relación orden/desorden/organización y a partir de una integración crítica de la teoría de los sistemas y de la cibernética una teoría de la organización. Podemos ver ya que nuestra "desviación" con respecto a la naturaleza se ve animada por la naturaleza de la Naturaleza. Pero el problema del conocimiento de la naturaleza no se puede disociar del de la naturaleza del conocimiento. El conocimiento del objeto más físico no se puede disociar del sujeto cognoscente enraizado en una cultura, en una sociedad, en una historia. Es tan necesario estudiar todo conocimiento físico en su enraizamiento ántropo-social, como estudiar toda realidad social en su enraizamiento físico. Y así se puede esbozar ya el **método de la complejidad.**

Colección TEOREMA
serie mayor