

Nuevos avances  
en la investigación social

---

La investigación social  
de segundo orden

Introducción y selección de textos de Jesús Ibañez

---

Los *Suplementos* son un cuerpo nuevo y expansivo de la revista *Anthropos* y de *Documentos A*. Siguen una secuencia ligada temáticamente a ellas, pero temporalmente independientes. Con ello ofrecemos un mayor servicio documental y valiosos materiales de trabajo.

*Suplementos* constituyen y configuran otro contexto, otro espacio expresivo más flexible, dinámico y adaptable, cuya organización temática se vertebra de una cuádruple manera.

1. *Miscelánea temática*: Acoge todos aquellos materiales que, tanto lectores como colaboradores, o simplemente conocedores de la revista, espontáneamente nos envían para su publicación, sin otro compromiso que la oportunidad y vigencia cultural de los mismos. Son temas diversos que obedecen más al interés e idea de trabajo de los remitentes que a nuestro planteamiento. Tienen la ventaja, sin embargo, del valor de la actualidad y de la sensibilidad e interés por lo que verdaderamente importa: el lector.

Esta serie recoge dos ámbitos de trabajo: uno, «Estudios y comentarios», y el segundo, «Periferias» (poemas, relatos breves, plástica, fotografía, etc.). Todo aquello que configure un testimonio de actualidad y novedad expresiva; ya que expresarse es lo que importa.

2. *Monografías temáticas*: Este segundo grupo de suplementos gira en torno a una monografía temática, complemento y ampliación de lo tratado sistemáticamente en la revista. Esto implica ponernos de acuerdo, previamente, con diversos especialistas para que elaboren el análisis sistemático correspondiente buscando una mayor profundidad y amplitud temática y temporal, cosa que no es fácil realizar siempre en el ámbito de la revista, por su periodicidad y limitación espacial. Se acude a este sistema siempre que la ampliación venga exigida por la importancia del tema o del autor estudiado y documentado.

3. *Antologías temáticas*: El tercer tipo de textos se concreta en una antología —en los casos pertinentes— de los autores estudiados en la revista, ofreciendo un material complementario y más amplio, interesante para el trabajo intelectual. Como puede observarse, se trata de una expresión de un proceso de maduración y de su expansión de un cuerpo más amplio cuantitativa y cualitativamente.

4. *Textos de la Historia Social del Pensamiento*: Lo habitual es conocer y difundir las fuentes oficiales y hegemónicas de nuestra cultura, dejando olvidados múltiples temas, tradiciones, ideas, aventuras críticas, heterodoxas y plurales, que configuran sustantivamente el conjunto de nuestra tradición de historia social del pensamiento. Con esta cuarta serie de *Suplementos* queremos poner de relieve la verdadera historia de la cultura sin jerarquías ni valoraciones externas, sino recogiendo toda la producción real, los textos ocultos no editados, marginados, o simplemente considerados de menor interés, pero que entendemos constituyen también el hilo conductor de nuestra tradición y de nuestra historia presente. El pensamiento siempre permanece y por eso es mejor recogerlo adecuadamente en expresión viva, diferenciada, como espejo de vida y de presencia de otros. En el pensar han de estar todos los pensamientos, las obras, los textos y los pueblos.

## SUPLEMENTOS ANTHROPOS

### Ideación, editorial y coordinación general:

Ángel Nogueira Dobarro

**Director:** Ramon Gabarrós Cardona

**Consejo de redacción:** María Cinta Martorell Fabregat, Esteban Mate Rupérez, Francesc Roqué Cerdà, Jaume Roqué Cerdà y Assumpta Verdaguer Autonell

**Producción y diseño:** Joan Ramon Costas González, Inma Martorell Fabregat, Carme Muntané Triginer, Francisco J. Ramos Mena y Rosa Sala Codinachs

**Gestión y dirección comercial:** Guillermo Losada Orue. **Adjunto dirección comercial:** Lluís Miró Grabuleda (profesorado)

**Ventas:** Rosa Bou Santos, Elena Gómez Monterde, Gabriel Ruiz Martínez, César Serrano Pérez y Yolanda Serrano Pérez

Octubre 1990

© Editorial Anthropos. Promat, S. Coop. Ltda.

**Edita:** Editorial Anthropos. Promat, S. Coop. Ltda.

Vía Augusta, 64-66, entlo. 08006 Barcelona

Tel. (93) 217 40 39 / 217 41 28

**Administración, ventas y suscripciones:** Apdo. 387

08190 Sant Cugat del Vallés (Barcelona)

Tel. (93) 674 60 04 Fax (93) 674 17 33

**Suscripción anual** (6 núms.) para 1991: España: 7.388 PTA

(sin IVA 6 %) Págs.: 176 de promedio

ISSN: 1130-2089 Depósito legal: B. 37.133/90

Impresión: Novagràfik. Puigcerdà, 127. Barcelona

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

# ÍNDICE

3	Introducción, por Jesús Ibáñez
<hr/>	
* (23)	I) Ciencia y cibernética
	1) Aspectos teóricos [Textos de Pablo Navarro]
(27)	2) Aspectos prácticos [Textos de Gerard De Zeeuw]
<hr/>	
	II) Los avatares del sujeto
32	1) Introducción [Textos de Jesús Ibáñez]
(34)	(2) Las posiciones del sujeto [Textos de Jesús Ibáñez]
36	3) Relativismo [Textos de Gordon Pask]
41	4) Complementariedad
41	A) Complementariedad lengua/habla [Textos de Jesús Ibáñez]
43	B) Complementariedad sujeto/objeto [Textos de Lars Löfgren]
<hr/>	
	III) Sistemas reflexivos
(46)	(1) Lógica de la reflexividad [Textos de Jesús Ibáñez y George Spencer-Brown]
51	2) Tipos de sistemas reflexivos [Textos de Pablo Navarro]
56	3) Historia de la reflexividad [Textos de Francisco Varela]
<hr/>	
	IV) La galaxia complejidad
62	1) Complejidad universal [Textos de Edgar Morin y Anthony Wilden]
(66)	(2) Complejidad social [Textos de Jean-Pierre Dupuy y Jesús Ibáñez]
<hr/>	
	V) A golpes de azar
* (72)	1) Determinismo e indeterminismo [Textos de Gunther S. Stent]
* (75)	2) Estructuras disipativas
(75)	A) Breve descripción de la teoría [Textos de Rafael Manrique Solana]

Nota sobre las traducciones: Los textos de autores extranjeros ya traducidos anteriormente se reproducen según aquellas traducciones; véase la referencia en cada caso. Los textos cuya referencia aparece en el idioma original han sido traducidos por Jesús Ibáñez para la presente edición.

78	B) La bifurcación del tiempo [Textos de Ilya Prigogine]	132	B) Teoría de los objetos fractales
82	3) Caos [Textos de Jesús Ibáñez]	132	a) Breve descripción de la teoría [Textos de Jesús Ibáñez]
		134	b) La fractura del espacio y del tiempo [Textos de Benoît Mandelbrot y Jean-Joseph Goux]
	<b>VI) Sistemas observadores</b>		
85	1) Bases epistemológicas [Textos de Heinz von Foerster]	141	3) Nuevas álgebras para investigadores sociales
90	2) Sistemas autopoieticos [Textos de Humberto Maturana y Francisco Varela]	141	A) Grupos y redes [Textos de Jean Desanti]
93	3) Teoría de la conversación [Textos de Gordon Pask y Jesús Ibáñez]	142	B) Análisis mediante grupos
		142	a) Grupo de Piaget [Textos de Jean Piaget]
		143	b) El cuadrado semiótico [Textos de A.J. Greimas y J. Courtés]
	<b>VII) Inventando la realidad</b>		
101	1) La creación, juego de distinciones [Textos de Jesús Ibáñez]	144	c) El cuadrado de Klein en mitología [Textos de C. Lévi-Strauss]
103	2) Las distinciones del sujeto [Textos de Bradford O. Kenney]	146	C) Análisis mediante redes
108	3) Creación de la realidad [Textos de Heinz von Foerster]	146	a) Teoría de redes sociales [Textos de Narciso Pizarro]
		152	b) Teoría general de redes de procesos y sistemas (Redes de Petri) [Textos de Pablo Navarro]
	<b>VIII) Nuevos modos de matematización</b>		
113	1) Geometrías y álgebras [Textos de Michel Serres y René Thom]	166	c) Q-análisis [Textos de P. Gould]
115	2) Nuevas geometrías para investigadores sociales [Textos de Jesús Ibáñez]		
117	A) Teoría de las catástrofes (bifurcaciones) a) Breve descripción de la teoría [Textos de Francisco J. Martínez]	178	<b>IX) Investigación social de segundo orden</b>
122	b) La bifurcación del espacio [Textos de René Thom]	188	1) El problema [Textos de Jesús Ibáñez]
128	c) Ejemplo de aplicación [Textos de Rafael Manrique]	198	2) ¿Un paso hacia la solución? [Textos de Jesús Ibáñez]
			<b>Autores</b>

# INTRODUCCIÓN

Uno, como el protagonista de *Morgan, caso clínico*, ha tenido muchas veces la impresión de vivir en una isla de sensatez rodeado de un mar de locura. Pero nunca la impresión ha sido tan vívida como cuando se ha visto rodeado de sus colegas los investigadores sociales. Especialmente, los que a sí mismos se llaman —con mayúsculas— científicos. Hacen lo que hacen sin pensar en lo que hacen, aplican sus rutinas sin saber por qué ni para qué. Rutinas que han tomado prestadas de una ciencia que se construyó en otro tiempo —hace 300 años— para otros fines —el estudio de los fenómenos físicos—. ¿Será que uno es muy listo, y ellos muy tontos? Es una hipótesis muy improbable. Todo parece indicar que los listos son ellos: pues el pago —en dinero, en prestigio o en amor— les llueve a cántaros. Mientras que uno, y los que son como uno, permanece aislado en la isla.

Un científico social vale por lo que dice (semántica) y/o por lo que hace (pragmática). Quizás las investigaciones de mis colegas digan poco pero hagan mucho. ¿Qué hacen? Mantener el dogal sobre el cuello de la gente. Toda la cultura occidental, cultura atravesada por luchas de clases, por tanto explotadora, es una cobertura ideológica de la esclavitud. El hilemorfismo —dice Simondon— es la filosofía propia de una sociedad esclavista: los señores deciden y diseñan (ponen la forma —*morfe*—), los esclavos ejecutan (ponen la materia —*hylē*—). *Ya no hay esclavos, al menos no se les reconoce como tales, pero la ejecución sigue separada de la decisión y el diseño, el sujeto (los que mandan) sigue separado del objeto (los mandados). Y esa es la madre del cordero.*

Durante mucho tiempo, uno estuvo encerrado en su isla. Con amigos, como Alfonso Orti, Paco Pereña o Ángel de Lucas. Luego, el nomadeo por libros y ciudades le ha llevado a descubrir otras islas. Todas, por cierto, más feraces que la suya. Islas habitadas por gigantes. Uno no es el gigante que soñara, pero está encaramado sobre gigantes. Un discípulo de Freud justificaba su discrepancia: «Ve más que un gigante un enano subido a su hombro». Freud replicó: «Sí, pero no un piojo en la cabeza de un astrónomo». Uno es enano, pero alrededor hay muchos piojos. Uno puede ver, al menos, lo

que ven sus gigantes: Heisenberg, Gödel, Wittgenstein, Spencer-Brown, Von Foerster, Thom, Mandelbrot... Y algo más quizás. Ellos no ven, siquiera, lo que veían sus astrónomos: Newton, Russell, Popper... Se han perdido en los recovecos de sus pelambreras.

Con esta publicación, hemos procurado describir algunas de esas islas de sensatez: las más feraces. En todas ellas se cultiva una planta: el pensamiento complejo, con componentes imaginarios. Imaginarios, porque no están en el espacio sino en el tiempo: en uno de los futuros virtuales. El pensamiento simple —de primer orden— piensa el objeto (los sistemas observados). El pensamiento complejo —de segundo orden— piensa el pensamiento del objeto (los sistemas observadores).

Iniciemos el viaje a las islas para conversar con los gigantes. Puede resultar fascinante. Tanto para los que vienen del continente como para los que van de otra isla. Es decir, con palabras de Don Juan Matus, para los que habitan en el «tonal», y para los que habitan en el «nagual». Los primeros tienen que parar el mundo: «Lo que se paró ayer dentro de ti fue lo que la gente te ha estado diciendo que es el mundo. Verás, desde que nacemos la gente nos dice que el mundo es así y así, y naturalmente no nos queda otro remedio que ver el mundo en la forma en que la gente nos ha dicho que es». Los segundos tienen que partirse a sí mismos: «La meta de un brujo es durar; es decir, no corre riesgos innecesarios, por ello pasa años barriendo su isla hasta el momento en que puede, por así decirlo, escaparse de ella. Partir a un hombre en dos es la puerta para esa fuga». Dos condiciones que son las claves de la condición humana: sujeto dividido, en pos de un objeto perdido.

La primera jornada nos llevará a contemplar el problema en perspectiva: la visión teórica y el manejo práctico.

Pablo Navarro, en su primera contribución («Cibernética: de la ciencia del control al control de la ciencia»), pone algunos puntos teóricos sobre las íes. Distingue: el conocimiento (de los objetos) de la comprensión (de las acciones de los sujetos); la ciencia (que intenta conocer los objetos) de la cibernética (que intenta comprender las acciones de los sujetos); la ciencia clásica (que pretende conocer los objetos sin limitaciones epistémicas intrínsecas) de la ciencia no clásica (que admite limitaciones epistémicas intrínsecas en el conocimiento de los objetos); la cibernética clásica (que de las acciones sólo considera la decisión sobre posibilidades ya constituidas: información es lo que reduce la incertidumbre de la decisión) de la cibernética no clásica (que considera las distinciones que constituyen las posibilidades: información es, antes que nada, distinción —trazar fronteras—). La cibernética está a un segundo nivel respecto a la ciencia, a la que presupone: la cibernética clásica es la teoría del conocer; la cibernética no clásica, la teoría del comprender. La ciencia y la cibernética no clásica presuponen conceptos de objetividad diferentes de los que presuponen la ciencia y la cibernética clásica:

cas: las versiones clásicas presuponen como modelo del objeto una máquina clásica (objetivada en todas sus partes: meramente reproductiva, no aprende); las versiones no clásicas, una máquina no clásica (con capacidad objetivadora: reflexiva y productiva, aprende). Las versiones clásicas valen para objetos que no son, en manera alguna, sujetos. Las versiones no clásicas valen para objetos que son, de alguna manera, sujetos. ¿A qué tipo pertenece la sociedad? Según se mire. Las versiones clásicas valen, por ejemplo, para el sistema solar: y para una concepción de la sociedad en la que los mandados son satélites de los que mandan. Si consideramos a la sociedad como sistema organizacionalmente cerrado (autoorganizado) e informacionalmente abierto (reflexivo y productivo) tenemos que recurrir a las versiones no clásicas (especialmente a la cibernética no clásica).

Gerard de Zeeuw («¿Puede ser apoyado el cambio social por encuestas?»), desde la perspectiva de la cibernética no clásica, saca las consecuencias prácticas. ¿Para qué sirve la investigación social? Frente al paradigma de control, orientado a prevenir el cambio (a que las máquinas no clásicas funcionen como máquinas clásicas, las personas funcionen como cosas), propone un nuevo paradigma orientado a promover el cambio en la dirección deseada (a promover lo que hay de personal en las personas). En una sociedad hay sistemas con una frontera bien definida, controlables desde la perspectiva clásica (el sistema de transporte o el sistema fiscal), pero la sociedad misma no es uno de esos sistemas. Esos sistemas están encajados en la sociedad, y la sociedad no tiene fronteras ni en el espacio ni en el tiempo. Los sistemas a los que se aplica el paradigma de control son organizacionalmente abiertos (programados, controlables desde fuera). La sociedad es organizacionalmente cerrada: se autoorganiza mediante un proceso complejo de interacciones entre actores. La investigación social es uno de esos actores. El paradigma de control niega la existencia de esos actores: al negarla teóricamente, la niega prácticamente (se niega a sí misma como actor, incluso). A todos los actores que están abajo (los mandados) los subsume en uno: la «naturaleza». Barthes nos había advertido de que la naturalización de la historia es el eje del proceso ideológico burgués: en vez de clases, naciones; derecho, moral, religión naturales. El actor «naturaleza» es un disfraz de las clases dominantes. Una investigación social orientada a promover el cambio en una dirección deseada tiene que liberar esos actores: debe ser un dispositivo «conversacional».

Philip José Farmer describe, en *Mundo de día*, una sociedad vigilada y monitorizada. En todas las esquinas del espacio y del tiempo aparece un eslogan: «Sólo siendo observado puedes llegar a ser libre». El paradigma de control funciona en una sociedad así. Desde la perspectiva de los que controlan, la sociedad aparece como un sistema organizacionalmente abierto (a sus visiones y a sus manejos) e informacionalmente cerrado

(sólo produce jugadas dentro de unas reglas de juego invariadas). Los investigadores trazan arbitrariamente las fronteras entre sistema (el conjunto de las variables dependientes) y ecosistema (el conjunto de las variables independientes). Es decir: se erigen en ecosistema. Así, contribuyen a bloquear la circulación de los flujos de información: a través de ellos, las cúpulas extraen información mediante la observación de, e inyectan neguentropía mediante la acción en, las bases. Toda la información se acumula en las cúpulas (los que mandan saben de los mandados), toda la neguentropía se acumula en las bases (los que mandan pueden sobre los mandados). Los investigadores extraen información, pero no inyectan neguentropía: su saber es un saber sin poder (son, también, mandados).

La clave es la separación entre sujeto (los que mandan) y objeto (los mandados). Y la negación de la condición de sujeto a los mandados. Vamos a dedicar al sujeto la segunda jornada.

En el primer trabajo del capítulo, Ibáñez («Los avatares del sujeto») intenta la genealogía del sujeto a lo largo de la modernidad. Sólo es sujeto el que está sujeto por el orden simbólico: al encarnarse en el orden simbólico, el sujeto queda dividido (sujeto del enunciado/de la enunciación) y pierde el objeto (la materia/madre). Cambios en el orden simbólico determinan cambios en el sujeto. En un proceso que va del realismo (la acción del sujeto reflejaba la verdad del objeto y expresaba la verdad del sujeto), pasando por el cubismo (hay multiplicidad de perspectivas —sujeto relativo— y la composición de la acción no obedece a la ley de adecuación a la realidad sino a la ley de coherencia del discurso), a la abstracción (sujeto y objetos son excluidos de la acción), el sujeto se va desvaneciendo. Pero este proceso moderno está preñado de un proceso posmoderno: el romanticismo reivindica la subjetividad, el formalismo reivindica la objetividad.

Las posiciones del sujeto epistémico, que experimenta el mismo proceso, vienen determinadas por las revoluciones en la mecánica. Ibáñez («Relatividad y física cuántica sacuden las ciencias sociales») analiza estas revoluciones. En mecánica clásica, el sujeto, exterior al objeto, dispone de un lugar absoluto desde el que puede acceder a la verdad del objeto: lugar que Kant, codificador de esta mecánica en términos filosóficos, llamaría «subjetividad transcendental». Esta concepción sufre dos inflexiones: una relativista y otra reflexivista. En mecánica relativista, la observación depende del punto/momento de observación: ya no hay un lugar absoluto para el sujeto, sino una serie infinita de lugares relativos (en vez de «subjetividad transcendental», «intersubjetividad transcendental»: el acceso a la verdad del objeto exige una conversión entre todos los observadores virtuales). En mecánica cuántica, ya en mecánica relativista, sujeto y objeto se interpenetran. En mecánica relativista el sujeto es arrastrado por el objeto: si un físico se mete en un cohete a velocidad próxima a la

de la luz para observarlo, sus parámetros fundamentales —tiempo, espacio, masa— son alterados. En mecánica cuántica el objeto es arrastrado por el sujeto: al medirlo, lo altera. Lo que exige una inflexión reflexiva: sujeto interior al objeto, objeto interior al sujeto (lo que existe es la relación sujeto/objeto, de la que sujeto y objeto son proyecciones). Es obvio, por ejemplo, que el investigador social es interior a la sociedad (es parte y función de ella), que la sociedad es interior al investigador social (el orden social, que es del orden del decir, está engramado en él).

Gordon Pask («Relativism») analiza la inflexión relativa. Para evitar las paradojas inherentes a la reflexividad, explora las posibilidades de un sujeto relativo, exterior al objeto pues se ha salido de él. Al adoptar esta posición —imaginaria—, tiene que pagar un precio. Su actividad mental no es ni inductiva ni deductiva, sino una composición de abducción/distinción/invencción (en términos de Simondon, diríamos transducción). Desde el exterior, el objeto aparecerá ante el sujeto como «ello»: cuando en realidad es un tejido de relaciones «yo»/«tú». Pask intenta recuperar esa realidad en su modelo. Para la perspectiva clásica, hay equivalencia entre la realidad y el modelo: lo que deja de lado, y fuera del modelo, la actividad modelante del modelador y los efectos que la modelación tiene sobre los modelados. Por eso, como embrague entre la realidad y el modelo, construye un «medio de juntura» que los enlace (un dispositivo conversacional).

La noción de complementariedad es clave en física cuántica. Según Heisenberg, no es posible determinar a la vez la posición y la velocidad: si determinamos la posición, indeterminamos la velocidad (tenemos una partícula); si determinamos la velocidad, indeterminamos la posición (tenemos una onda). Los aspectos de partícula y onda aparecen sucesivamente, pero no simultáneamente. Este dispositivo de complementariedad se extiende, desde el ámbito microfísico, a otros ámbitos. Aquí, analizamos dos: complementariedad lengua/habla y complementariedad sujeto/objeto.

Jesús Ibáñez («La historia real es la suma de todas las historias virtuales») analiza la complementariedad lengua/habla. La luz, para ir de A a B, recorre el camino más corto. Pero, ¿cómo sabe cuál es el camino más corto? Lo aprende: según Feynmann, para ir desde A hasta B, un fotón, antes de colapsarse como partícula actual en el punto B, ha recorrido como onda (como conjunto de partículas virtuales) todos los caminos entre A y B. La complementariedad es un dispositivo de aprendizaje, que se extiende al orden biológico en la complementariedad organismo/especie (una especie es, para un organismo, un conjunto de organismos virtuales) y al orden noológico en la complementariedad habla/lengua (una lengua es, para un habla, un conjunto de hablas virtuales).

Lars Löfgren («Cibernética, ciencia y complementariedad») analiza la complementariedad sujeto/objeto.

Parte de una sugerencia del propio Bohr —formulador de la complementariedad— recogida por Pattee. Ningún lenguaje es describible en términos de sus propias frases: hay una complementariedad descripción/interpretación (que resuena con la complementariedad conocimiento/compreensión); esta complementariedad es trascendible en términos de un metalenguaje con un nivel más alto de describibilidad que pueda describir el lenguaje. Complementariedad que se manifiesta en la relación genotipo/fenotipo: una descripción genotípica simple produce una interpretación fenotípica compleja. (Kristeva diría que se manifiesta, también, en la relación genotexto/fenotexto.) En primer lugar, queda claro que no puede existir una máquina (aún no clásica) sin inconsciente: que sea exhaustivamente autodescribible. En segundo lugar, reaparece el problema que se le planteaba a Pask: la complementariedad entre «teoría» (descripción de la situación real) y «metodología» (modelo de computabilidad).

Un sistema que incluye sujetos es un sistema reflexivo. El sujeto es un espejo en el corazón del sistema, que lo refleja con sus visiones, que lo refracta con sus manejos. Vamos a tratar de la reflexividad en la tercera jornada.

La lógica de la reflexividad ha sido construida por Spencer-Brown. La reflexión es paradójica: implica expresiones autorreferentes. Hay paradojas sintácticas («el conjunto de todos los conjuntos que no se pertenecen»), hay paradojas semánticas (el mentiroso que dice «Miento»), y hay paradojas pragmáticas (el padre que ordena a su hijo que no cumpla sus órdenes). Para evitar las paradojas, Russell y Whitehead, en su Teoría de Tipos, proscriben las expresiones autorreferentes: con lo que proscriben, también, el pensamiento (al menos el pensamiento de segundo orden). Spencer-Brown no queda contento con esta chapuza: se enfrenta con las paradojas, en vez de evitarlas. Para ello, toma el camino que habían tomado los matemáticos italianos para enfrentarse con las paradojas que suponían las ecuaciones de grado par: que, por cierto, nadie se había dado cuenta antes de que son paradójicas. En efecto:  $x^2 + 1 = 0$  puede transformarse en  $x = -1/x$ . Paradoja: si  $x = +1$ ,  $x = -1$ ; si  $x = -1$ ,  $x = +1$ . Los matemáticos italianos la resolvieron inventando, junto a las unidades «positiva» y «negativa», la unidad «imaginaria»: y así inventaron los números imaginarios, que son componentes de los números complejos. Desde entonces sabemos que, cuando algo es necesario e imposible, hay que inventar nuevas dimensiones (la vía que Simondon llama transductiva). Spencer-Brown, cuando se encontró con ecuaciones lógicas de grado par, inventó, junto a los valores lógicos «verdadero» y «falso», el valor «imaginario»: imaginario, porque no está en el espacio sino en el tiempo, en uno de los futuros virtuales (él dice «posibles»: pero, mejor que la oposición clásica real/posible, encaja la oposición deleuziana actual/virtual). Así hizo posible el pensamiento complejo con componentes

imaginarios. Lo que le permitió dar el paso epistemológico más importante de los últimos siglos.

Ibáñez («Cuantitativo/cualitativo») describe someramente las concepciones de Spencer-Brown. Spencer-Brown introduce, en el primer paso de su lógica de las distinciones (recordad: es la lógica de la cibernética no clásica), el sujeto y los valores: no hay distinción sin alguien que la trace (el sujeto), nadie la traza si los dos bordes de la distinción no tienen valores diferentes para él (los valores) —la asignación de valor constituye una indicación—.

Se incluyen fragmentos del propio Spencer-Brown («Laws of form»). Spencer-Brown penetra en el corazón del problema del saber (y del poder). ¿Por qué el universo es reflexivo, tiene la capacidad de verse y manejarse a sí mismo? Pregunta sin respuesta, pero que abre la posibilidad de las aperturas, «el universo debe expandir para escapar de los telescopios a través de los cuales nosotros, que somos él, estamos tratando de capturarlo, a él que es nosotros». Para verse y manejarse a sí mismo, el universo debe cortarse a sí mismo en un estado que ve y maneja y en otro estado que es visto y manejado: de modo que sólo se ve y maneja parcialmente a sí mismo, y, aunque el universo es indistintamente sí mismo, para verse y manejarse a sí mismo como objeto, debe hacerse distinto a sí mismo, y, en alguna medida, falso a sí mismo. Esta es la raíz del inconsciente: nuestro inconsciente es sólo un aspecto del inconsciente del universo. La física actual ha formulado, frente al principio entrópico (de azar), el principio antrópico (de necesidad). Una partícula sólo existe como actual cuando una onda es colapsada por un observador (que la ve/maneja): el universo sólo puede existir como universo actual en la medida en que sea capaz de crear observadores. La lógica de Spencer-Brown es la lógica de un universo antrópico. El deseo de saber (y poder) está en el corazón del universo.

Pablo Navarro («Sistemas reflexivos») analiza los tipos de reflexividad. Distingue cinco tipos: sistemas reflexivos *ónticos*, *lógicos*, *óntico-lógicos*, *epistémicos* y *auto-reflexivos*. Un sistema reflexivo de tipo *óntico* es puramente material (en su seno no se genera sentido): los fenómenos reflexivos se generan cuando un sujeto intenta medirlo (para describirlo) y, al medirlo, lo altera. Un sistema reflexivo de tipo *lógico* es puramente formal (sólo genera sentido cuando un sujeto lo interpreta): los fenómenos reflexivos se generan por interferencia reflexiva entre la actividad del sistema objeto (la dinámica de su cálculo) y la actividad objetivadora del sujeto (la interpretación que da sentido a esa dinámica). Un sistema reflexivo *óntico-lógico* conjuga un aspecto real u *óntico* (un *hardware*) y un aspecto formal o *lógico* (un *software*): los fenómenos reflexivos se generan por interferencias entre su aspecto *óntico* y su aspecto *lógico* (no puede aislarse el *software*, pues la interpretación del *software* requiere un *meta-software*, ni puede aislarse el *hardware*, pues para conectar el *software* con



el *meta-software* se requiere un *meta-hardware*). Un sistema reflexivo *epistémico* es un sistema *óptico-lógico* natural (vivo): organizacionalmente cerrado (autoorganizado) e informacionalmente abierto (reflexivo y productivo), que desarrolla una actividad objetivadora; los fenómenos de reflexividad se generan como interferencias entre las actividades objetivadoras del sujeto y del objeto. Un sistema reflexivo *autorreflexivo* es, además de vivo, hablante: el sistema objeto refleja en su totalidad las virtualidades de la subjetividad del sujeto; los fenómenos de reflexividad se generan —también— como interferencias entre las actividades objetivadoras del sujeto y del sistema objeto. (El sistema objeto aparece, ante el «ego» que es el sujeto, como otro «ego» —o dispositivo conversacional entre «egos»—.). Las interferencias que aparecen a los diferentes niveles de reflexividad eran interpretadas desde la perspectiva clásica como ruidos o errores extrínsecos: pero son efectos intrínsecos, inherentes a la actividad objetivadora de los sujetos. El postulado de objetividad (que postula un objeto separado e independiente del sujeto) es sustituido por el postulado de reflexividad (que postula un objeto definible en su relación con el sujeto: un sistema es una realidad compuesta por un sujeto y la realidad que ese sujeto intenta objetivar). El sujeto es condición de posibilidad del objeto, pero también el objeto es condición de posibilidad del sujeto.

A lo largo de nuestra historia, la relación epistémica ha adoptado —según Serres— las siguientes formas: sujeto/sujeto, sujeto/objeto y objeto/objeto. Lo que tiene que ver con el desarrollo de la tecnología de la comunicación. En la Aldea Local, la comunicación era oral, y la relación era sujeto/sujeto: el punto clave era la certeza subjetiva. En la Galaxia Gutenberg, la comunicación era escrita, y la relación era sujeto/objeto: el punto clave eran las condiciones de posibilidad de la experiencia. En la Aldea Global Electrónica, la comunicación es electrónica, y la relación es objeto/objeto: el punto clave es el hecho de que sujeto y objeto comparten la capacidad de registrar y transmitir información.

Francisco Varela («El círculo creativo: esbozo histórico-natural de la reflexividad») analiza genética o temporalmente lo que Navarro ha analizado estructural o espacialmente. El conocido dibujo de Escher, dos manos que se dibujan la una a la otra, es la perfecta representación del «círculo vicioso»: círculo, en realidad, «virtuoso», pues es el círculo que genera la vida y el pensamiento (el círculo de la autonomía o autoorganización). Una célula se destaca del fondo produciendo una membrana que permite la creación de células que producen membranas que permiten la creación de células que producen membranas que... y así hasta el infinito. No se diferencian: el proceso de producción y el producto, el comienzo y el final, el *input* y el *output*. La unidad está en el entrelazamiento de los términos, en el círculo reproductivo y productivo que los enlaza, y, si el círculo se rompe, viene la muerte. Gödel extendió el

círculo de la vida al pensamiento: ninguna teoría es a la vez consistente (todos sus enunciados son verdaderos) y completa (todos sus enunciados pueden ser demostrados), hay al menos un enunciado o sentencia gödeliana («Esta afirmación es indemostrable») que no puede ser demostrada; si esa sentencia se incluye como axioma en la teoría producirá otra sentencia gödeliana que si se incluye como axioma en la teoría producirá otra sentencia gödeliana que si se incluye como axioma en la teoría producirá... y así hasta el infinito. No podemos salir del círculo: sólo tenemos del mundo percepciones, percepciones de percepciones, percepciones de percepciones de percepciones... y así hasta el infinito. El sujeto y el objeto están entrelazados en un «círculo virtuoso». No hay fundamento: sólo interpretaciones, interpretaciones de interpretaciones, interpretaciones de interpretaciones de interpretaciones... y así hasta el infinito. Pero, precisamente, el carácter relativo y reflexivo de nuestras «verdades» nos abre a las «verdades» de los otros.

La función veritativa ha articulado una prueba empírica o inductiva (adecuación a la realidad) y una prueba teórica o deductiva (coherencia del discurso). Ambas pruebas son paradójicas, por autorreferentes: la prueba empírica exige medir la *materia* con instrumentos hechos de *materia*, la prueba teórica exige *pensar* el *pensamiento*. No es posible capturar la verdad, pero es posible perseguirla sin fin. Podemos proseguir indefinidamente la prueba empírica: medir, medir la medición, medir la medición de la medición, medir la medición de la medición de la medición... Podemos proseguir indefinidamente la prueba teórica: construir una teoría de la que sale una sentencia gödeliana que se inyecta como axioma en la teoría de la que sale una sentencia gödeliana que se inyecta como axioma en la teoría... La verdad no es una pieza a cobrar, sino un universo a ensanchar.

Reflexividad y complejidad van unidas. No sólo porque los sistemas autorreflexivos son los más complejos que se han producido, sino también —y sobre todo— porque, al ser observados, todos los sistemas se hacen más complejos: el observador es una dimensión suplementaria que sobredetermina el sistema (es lo que Deleuze y Guattari llaman «sobrecodificación»). Se puede medir la complejidad de un sistema espacial o geoméricamente y temporal o algebraicamente. La complejidad geométrica se mide —según Thom— midiendo la complejidad topológica de su forma (distancia a la forma más simple). La complejidad dinámico-procesual se mide midiendo el algoritmo mediante el que se maneja el sistema: según Turing, como el mínimo de instrucciones que debe tener el programa escrito en el lenguaje más sencillo. Más adelante (en la jornada octava) analizaremos la complementariedad geometría (análisis del objeto) / álgebra (análisis de la actividad del sujeto). Dedicaremos esta cuarta jornada a discutir la complejidad: la complejidad universal y la complejidad social.

Edgar Morin y Anthony Wilden discuten la complejidad universal.

Edgar Morin («El método») ha sistematizado las ideas sobre la complejidad. Frente al «paradigma de simplificación» (clásico), propone un «paradigma de complejidad» (no clásico). En él se recupera lo excluido por el viejo paradigma: eventos, juego, gasto, singularidades... Se recupera el azar. El orden no procede sólo del orden (mecanicidad), procede también y sobre todo del desorden (regularidad) y del ruido (creatividad). El bucle tetralógico de Morin, operador universal iterativo, es una «especie de 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, *episteme*) y la organización misma de la teoría». El bucle enlaza —mediante *interacciones*— el *orden*, el *desorden* y la *organización*. El bucle reproductivo y productivo (el orden se reproduce del orden, pero se produce del desorden) orden/desorden unifica tanto el proceso del mundo como el proceso del conocimiento/compreensión del mundo.

Anthony Wilden («Sistema y estructura»), siguiendo las ideas de Palo Alto, hace una tipología —desde esta perspectiva— de los modos de comunicación. Serres había distinguido los sistemas (literalmente, «estar parados juntos») de los sirremas (literalmente, «correr juntos»): los sistemas conservan una forma espacial por homeostasis, los sirremas conservan una forma temporal por homeorresis (son dos modos de morfostasis o conservación de una forma). Pero, además de reproducción de formas, hay producción de formas (morfogénesis). Luego veremos los dispositivos morfogenéticos desde perspectivas espaciales (Thom, en la jornada octava) y temporales (Prigogine, en la jornada quinta). Wilden añade un tercer tipo de morfostasis: la homeogénesis, cambio de código que no implica —al contrario que la morfogénesis— cambio de estructura.

Jean-Pierre Dupuy y Jesús Ibáñez discuten la complejidad social. El paradigma de simplificación postula la dictadura (todo está prohibido, menos lo que es obligatorio: sólo hay dictados e interdicciones), el paradigma de complejidad postula la democracia. El eje de la discusión será una exploración de las posibilidades de la democracia.

En un reciente simposio sobre la complejidad, Jean-Pierre Dupuy («Del buen uso de las nociones de complejidad y de autonomía en el pensamiento de lo social») aplica la noción de complejidad al orden social. Cubre la relación genotipo/fenotipo con la oposición deleuziana virtual/actual. Una descripción genotípica muy simple genera una interpretación fenotípica muy compleja: el fenotipo (partícula) es la actualización de una virtualidad (genotipo u onda). Para Dupuy, el problema central que tiene que resolver la sociedad es el problema de lo religioso o de lo simbólico: para representarse como Una, la sociedad tiene que ponerse a distancia de sí misma (transcenderse). Tiene que proyectar

un punto fijo. Jean-Joseph Goux (en «Economía y simbólica») y Daniel Sibony (en «El nombre y el cuerpo») han discutido este problema: Deleuze y Guattari (en «Mil mesetas») han conjugado los dos puntos de vista. Es el problema de los significantes o equivalentes generales de valor: para que los miembros de una colección de significantes formen conjunto, se mantengan juntos, uno de los significantes ha de salirse de la colección, transformarse en Otro, para que los otros puedan funcionar como Uno. El punto fijo que hace de la sociedad un conjunto (que la unifica) ha sido primero exterior (Dios), luego se ha interiorizado (Estado). Pero subyace el deseo de disolverlo: tanto en la ideología comunista (cascada de revoluciones) como en la ideología liberal (evolución continua), se reivindica el desvanecimiento del Estado. Pero el punto fijo cada vez está más fijo. Dupuy busca la solución en el pánico. En principio, los seres humanos se conjuntan en torno a un Jefe (el narcisismo se neutraliza, todos aman al Jefe, pero el Jefe no ama a ninguno): cuando el Jefe desaparece, sobreviene el pánico. El representante de la colectividad ya no es el Jefe, sino la colectividad misma: el pánico es la puesta de la colectividad a distancia de sí misma, los elementos del conjunto se comunican a través del conjunto. Von Foerster ha propuesto una conjetura: cuanto más trivialmente conectados están los elementos de una red (esto es, cuando cada uno es determinado por el otro más próximo), más transparente y controlable es para un observador externo, y más opaca e incontrolable para un observador interno; en cambio, la riqueza, complejidad y ambigüedad del vínculo social produce transparencia desde el interior y opacidad desde el exterior. Ningún antropólogo comprende las sociedades frías, cualquier campesino comprende la sociedad industrial. La dictadura genera conexiones simples, la democracia genera conexiones complejas. Mientras escribo, sobre la plaza de Tiananmen (en Pekín) se desparra el movimiento pánico más gigantesco que se haya producido, ¿qué pasará en el momento en que este escrito sea leído? Probablemente lo que pasó en París en Mayo del 68: el Jefe volvió, pero su poder nunca más fue el que había sido.

Jesús Ibáñez («Posibilidades y límites de la democracia formal representativa») plantea el problema de la posibilidad lógica de la democracia. En principio, la cosa está un poco cruda: teoremas, como el de la amistad (si cada dos miembros de un conjunto tienen un amigo común, ha de haber un amigo común a todos los miembros del conjunto —un Jefe—), como el de la indecisión colectiva (la suma de las voluntades de las partes —voluntad de todos— y la voluntad del todo —voluntad general— no son coherentes), abonan la respuesta negativa. Sólo funcionan los autómatas centrados (punto fijo exterior). Pero la guerra de Vietnam consagró la victoria de un pequeño autómata acentrado (la guerrilla del Vietcong) sobre un gran autómata centrado (el ejército norteamericano). Esto despertó en los

teóricos el deseo de seguir investigando. Rosenthal y Petitot han hallado una nueva solución al problema del «pelotón de ejecución». Para sincronizar los disparos de los soldados, la solución trivial es un sargento. Pero ellos han encontrado otra solución: una red no trivial de comunicaciones acentradas. Investigar las condiciones de posibilidad de un orden democrático es la tarea central para los sociólogos.

La complejidad se alimenta del azar. Thom ha afirmado: la apuesta por el azar y la apuesta por la necesidad son apuestas teológicas, apuestan por el azar los creyentes en un Dios arbitrario y transcendente, apuestan por la necesidad los creyentes en un Dios racional e inmanente. Entre los que apuestan por el azar está Prigogine, entre los que apuestan por la necesidad está Thom: en su enfrentamiento en Figueres (recogido en *Proceso al azar*, Tusquets) saltaron chispas. En realidad sólo tiene sentido la apuesta por la complementariedad azar/necesidad. En esta quinta jornada vamos a ocuparnos del azar.

Gunther S. Stent («Las paradojas del progreso») expone algunas ideas de Mandelbrot sobre el azar (Mandelbrot inventó, como veremos en la octava jornada, la geometría del azar). Ha habido tres grandes olas en la historia de la ciencia: determinista, indeterminista de primera especie e indeterminista de segunda especie. La ciencia va recuperando cada día cantidades crecientes de ruido: de ese ruido extrae regularidades. En su etapa determinista, la ciencia enfoca fenómenos relativamente libres de ruido: por ejemplo, los movimientos de los astros. En su etapa indeterminista de primera especie, la ciencia enfoca fenómenos con una cantidad apreciable de ruido, pero que es manejable (por ejemplo, el movimiento de una nube de gas): en procesos deterministas la correlación entre dos estados de un sistema es uno-a-uno, en procesos indeterministas de primera especie es uno-a-varios (unas condiciones iniciales pueden conducir a varios estados finales, aunque es posible asignar una probabilidad a cada uno de ellos). Ahora, la ciencia está ante el umbral de un nuevo tipo de indeterminismo: el indeterminismo de segunda especie. Esta situación afecta, según Mandelbrot, a las ciencias sociales. Topamos con sistemas con tal cantidad de ruido que son inobservables: no se pueden ver ni manejar. La actividad objetivadora del sujeto y la actividad objetivadora del objeto son de la misma dimensión. Lo mismo que, cuando contemplamos las nubes tendidas en el pasto, no distinguimos lo que en la forma de las nubes hay de objetivo y de proyección subjetiva, no podemos distinguir en las «estructuras» que observamos en esos objetos y procesos lo que hemos puesto nosotros y lo que estaba allí. Más adelante (en esta misma jornada) veremos cómo el propio Mandelbrot ha encontrado una manera de ver y manejar algunos de estos sistemas y procesos.

Por primera vez en este viaje, nos hemos encontrado con la estadística. La *estadística* (ciencia del *Estado*)

ha sostenido siempre metodológicamente el paradigma de control, al que ha estado adherida la investigación social. Ha servido a un poder que se reserva el azar (permanece impredecible) y atribuye la pauta (predice). En el protocapitalismo, la estadística descriptiva permite al Estado hacer el recuento de sus recursos materiales y humanos. En el capitalismo de producción y acumulación, la estadística inferencial le permite reducir a pauta —objetivar— el comportamiento de las personas y el movimiento de las cosas (suministra una estrategia contra seres sin estrategia). En el capitalismo de consumo se desarrollan, a partir de la estadística, ciencias que permiten controlar el enfrentamiento entre actores estratégicos, como la teoría de juegos (enfrentamiento entre actores en relación simétrica), como la cibernética —de primer orden— (enfrentamiento entre actores en relación antisimétrica). Por primera vez, la cibernética de segundo orden o de los sistemas observadores permite la posibilidad de un uso de la estadística que, en vez de estar al servicio de la reproducción de lo viejo, esté al servicio de la producción de lo nuevo. Volveremos sobre el tema al hablar, en la octava jornada, del q-análisis.

La teoría de las estructuras disipativas es el instrumento más poderoso para ver y manejar el azar. Se trata de conjugar el segundo principio de la termodinámica (que predice un desorden creciente —o, al menos, no decreciente—) con el hecho de la evolución (que produce un orden creciente —creciente en el sistema, aunque sea a costa de un crecimiento del desorden en el ecosistema—). Hasta Prigogine, la termodinámica estaba varada en el equilibrio: sólo contemplaba procesos que retornaban el equilibrio (toda desviación, como repiten los sociólogos obtusos, era letal). Prigogine observa que, si bien en torno a la situación de equilibrio se reproducen las viejas estructuras, lejos del equilibrio se producen nuevas estructuras.

Rafael Manrique («Estructuras disipativas. De la termodinámica a la terapia familiar») describe en términos someros la teoría. La teoría de las estructuras disipativas desarrolla la teoría de la bifurcación propuesta por Poincaré: Thom, lo veremos en la jornada octava, la ha desarrollado en un sentido complementario. Los sistemas deterministas no se bifurcan, los sistemas indeterministas sí: eligen un camino actual entre varios caminos virtuales. Un sistema dinámico clásico vuelve a la posición de equilibrio (así, el péndulo). Un sistema termodinámico —dispersivo o disipativo—, cuando se le inyecta materia y/o energía en cantidades por encima de un cierto umbral, puede inventar un equilibrio nuevo muy alejado del anterior. El nuevo equilibrio está indeterminado: hay muchos nuevos equilibrios virtuales, el que alcance uno u otro depende del azar. Por ejemplo: una colección de hormigas separadas del alimento por una pantalla con dos agujeros equidistantes de las hormigas y del alimento, cuando las hormigas son pocas se distribuirán al 50 % entre los dos agujeros.

ros, pero cuando se añaden muchas hormigas (inyección de materia y/o energía) acabarán pasando casi todas por el mismo agujero sin que se pueda predecir por cuál de los dos. La colección de hormigas se ha transformado en conjunto. Se ha producido un fenómeno inquietante: de la colección (el todo igual a la suma de las partes) ha emergido un conjunto (el todo mayor que la suma de las partes), las partes se han constituido en un todo (se han unificado). Así emergen, en un orden puramente físico, fenómenos que serán característicos de la vida y el pensamiento. Por ejemplo: la comunicación y la adaptación. En el reloj de Belusov-Zhabotinski, una colección de moléculas rojas y verdes, a partir de una cierta intensidad de oscilación, empiezan a adoptar de modo periódico y sincronizado un color homogéneo rojo o verde (las moléculas deben «comunicar» entre ellas para «ponerse de acuerdo» en el color que van a adoptar). De las estructuras disipativas virtuales, hay que seleccionar una en vez de otra: es el primer fenómeno de adaptación a las condiciones aleatorias del medio. Rafael Manrique conjuga heurísticamente las teorías de estructuras disipativas y de catástrofes para construir un modelo de la emergencia y de la terapia de la esquizofrenia: lo discutiremos en la octava jornada.

Prigogine («Nuevas perspectivas sobre la complejidad») hace balance de las aportaciones de su teoría. En estado de equilibrio, la materia es «ciega»: cada partícula no conoce más que a sus vecinas (a las que «toca»). Cuando el sistema se hace inestable, cuando el equilibrio se rompe, aparece una «autoorganización» espacial y temporal y se produce un comportamiento coherente del conjunto (como es coherente un haz de láser en el que todos los rayos están en fase): lo que implica que cada partícula deba «conocer» a todas las otras (es como si empezaran a tocarse, tal vez por resonancia, todas con todas). Así, el sistema adquiere una dimensión histórica: por la estocasticidad el mundo se hace histórico. Los procesos se hacen irreversibles. Lo que ayuda a descubrir la naturaleza del espacio y del tiempo. El tiempo es una dimensión interior de los procesos. Una mancha de tinta se difunde en el vaso adoptando a lo largo del tiempo formas muy diversas. Un reloj —dice Serres— mide dos tiempos: el tiempo reversible y circular del desplazamiento de las agujas (en realidad, espacio), y el tiempo irreversible y lineal de su degradación. El reloj con el tiempo dejará de marcar el tiempo. Un proceso temporal supone una trayectoria: una trayectoria está regulada por un atractor (así emergen las formas topológicas del mundo). El grado de determinismo del proceso será función de la dimensionalidad del atractor. Si el atractor es un punto, será determinista. Si es un círculo, será periódico. Si es caótico, será aleatorio. Pero la teoría de los objetos fractales ha permitido la visión y el manejo de atractores que parecen caóticos pero que no lo son. Son los llamados por Ruelle «atractores extraños»: que tienen una dimensionalidad

fractal. Por ejemplo: un análisis minucioso de las fluctuaciones climáticas durante 700.000 años —serie que parecía aleatoria— ha permitido ver que esa serie era regulada por un atractor extraño de dimensión 3,3 (el proceso es determinista, y se puede explicar mediante no más de cuatro variables). La dimensionalidad del atractor mide el grado de determinismo del proceso.

El azar es el límite de la ciencia. Sólo se puede comprender lo que se puede comprimir (Chaitin): esto es, un algoritmo. La serie 010101... se puede comprimir: si la queremos cargar en una computadora podríamos diseñar un algoritmo (del tipo: «escribe  $n$  veces 01») que sería más corto que la serie: El algoritmo de una serie aleatoria sería más largo que la serie: una expansión, en vez de una contracción (el algoritmo: «Escribe la serie 100101...» sería más largo que la serie: usaríamos más bits de información que para escribir la serie). Se puede probar que una serie no es de azar: se prueba computándola. No se puede probar que una serie es de azar: al intentar probarlo estaríamos en una situación gödeliana («Encuentra una serie de dígitos binarios de la que se pueda probar que es de una complejidad mayor que el número de bits de este programa»).

Pero no es azar todo lo que no reluce. En los últimos diez años se ha inventado una nueva ciencia: la ciencia del caos o caología. Jesús Ibáñez («Descubriendo las trampas de Dios») explica los fundamentos de esta ciencia. En ella desembocan muchos descubrimientos: los procesos no lineales (no hay proporcionalidad entre la causa y el efecto), los objetos fractales (con un número no entero de dimensiones), los atractores extraños (que «atraen» procesos ni deterministas, ni cíclicos, ni aleatorios), la universalidad (el paso al caos tiene la misma forma en todos los procesos), la nueva termodinámica (que explica cómo la infomación viene al mundo), el nuevo concepto de enfermedad (la regularidad es factor de muerte, el caos de salud)... El caos es un dispositivo de creatividad. La creación no es la solución de un problema, sino la problematización de una solución. La ciencia del caos explica cómo genotipos simples engendran fenotipos complejos. Iterando. Así, por ejemplo, ha creado Mandelbrot su famoso conjunto Caos no es lo que se opone al orden, sino lo que genera órdenes nuevos.

Hay muchos nombres para los sistemas autoorganizados: observadores (Von Foerster), con clausura operacional (Varela), auto-poiéticos (Maturana), P-individuados (Pask)... Pero hay un solo concepto: son sistemas organizacionalmente cerrados (el producto de su proceso de producción son ellos mismos) e informacionalmente abiertos (son, además de reproductivos, productivos: crean información). Son sistemas dotados de una cierta «subjetividad», o capacidad de objetivación (de sí mismos y del medio). Von Foerster («Sistemas autoorganizados») sienta las bases epistemológicas para su conocimiento y comprensión. Maturana y Varela («Autopoiesis: la organización de los vivientes») apli-

can sus ideas a los sistemas biológicos —«epistémicos», en la terminología de Navarro—. Pask («Teoría de la conversación: aplicaciones en educación y epistemología») las aplica a los sistemas noológicos —«autorreflexivos», en la terminología de Navarro—. En la sexta jornada vamos a vérnoslas con estos sistemas.

Von Foerster («Notas para una epistemología de los objetos vivientes») parte de las mecánicas relativista (las observaciones son relativas al punto de vista del observador) y cuántica (las observaciones afectan a lo observado) para revolucionar la ciencia. Una descripción del universo implica al que lo describe: necesita una teoría del observador. Al formular una teoría, el observador no sólo debe dar cuenta de sí mismo (por eso se habla de cibernética de los sistemas observadores), sino que también debe dar cuenta de la propia teoría (por eso se habla de cibernética de segundo orden —observación de la observación—). En este escrito, Von Foerster se propone definir las condiciones de posibilidad, y sentar los fundamentos, de una teoría de la cognición. Para él, los objetos y eventos del medio no tienen existencia objetiva: existen sólo como representaciones del sujeto. El medio no contiene información («es lo que es»). El medio es el resultado de un dispositivo de computación de doble pinza: una pinza, la «abstracción», produce objetos (que se hacen invariantes cuando se les pone una «etiqueta»); otra pinza, la «memoria», produce eventos (que se hacen invariantes cuando se les pone una «etiqueta»). Como la actividad nerviosa del organismo no puede ser compartida, nada puede ser «comunicado» (sólo hay «interpretaciones» e «interpretaciones de interpretaciones»). Una teoría de la comunicación es necesaria e imposible. La concepción de Von Foerster parece tan radicalmente solipsista, pues se opone con radicalidad a otra concepción no menos radical: el conductismo. Para el conductista, un organismo (sistema) es lo que el medio hace de él. (Lógico, en una sociedad en que unos deciden y conciben y otros ejecutan.) Para Von Foerster, el sistema no es lo que el medio hace de él, sino lo que él hace de lo que el medio hace de él. Autonomía y reflexividad son las palabras-clave.

Maturana y Varela («El árbol del conocimiento») construyen la teoría de la autopoiesis. Investigando sobre la visión de las ranas, Maturana advirtió que la imagen en la retina de los objetos no se parecía, ni en forma ni en color, a los objetos (J.Y. Lettvin, H.R. Maturana, W.S. MacCulloch y W.H. Pitts, «What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain», *Proceedings of the IRE* 47, 11, 1.940-1.959). Su asombro le convirtió en epistemólogo. Y le llevó a construir, junto con Varela, la teoría de los sistemas autopoieticos: en los que no hay separación entre proceso de producción y producto (su producto es sí mismo), entre ser y hacer (su ser es su hacer —¿recordáis a Sartre?—). Distinguen las máquinas alopoiéticas (clásicas) y las máquinas autopoieticas (no clásicas): una «máquina autopoietica es una máquina organizada

(definida como una unidad) como red de procesos de producción, transformación y destrucción de componentes que producen componentes que: i) a través de sus interacciones y transformaciones regeneran y realizan la red de procesos (relación) que los producen; y ii) se constituye como una unidad concreta en el espacio en el que existe especificando el dominio topológico de su realización como tal red» (*Autopoiesis and Cognition*, Reidel, 1980). La fenomenología de una máquina alopoiética consiste en la fenomenología de sus relaciones *input-output* (por ejemplo, un entrevistado es una máquina autopoietica transformada en máquina alopoiética por el juego de lenguaje pregunta/respuesta). Una máquina autopoietica es un sistema cerrado, sin entradas ni salidas, que puede ser perturbado por eventos exteriores (por un entrevistador, por ejemplo), y sufrir modificaciones por ello, pero esas modificaciones se producen, por constitución, en tanto estados internos del sistema, sin tener en cuenta la naturaleza de la perturbación (las respuestas del entrevistado no tienen en cuenta las preguntas del entrevistador).

Gordon Pask («Un enfoque teórico conversacional de los sistemas sociales») construye la teoría de la conversación. La inspiración de su teoría le vino de Vygotsky (*Pensamiento y lenguaje*, Lautaro, 1964). Para Vygotsky, del mismo modo que la vida material está «mediatizada» por los instrumentos, la vida espiritual está «mediatizada» por el lenguaje: por primera vez aparece un «medio de juntura» de lo individual con lo social (hasta entonces, las ciencias sociales se habían derramado en las chatas proyecciones unidimensionales de las psicologías y las sociologías). Para Pask, la situación mínima a nivel noológico es una conversación en lenguaje *l* de interlocutores *a* y *b*. Los interlocutores no son necesariamente individuos: pueden ser instancias interiores (pensar es conversar consigo mismo), grupos, teorías, etc. (compárese con la intertextualidad en semiótica). Para pensar la conversación hay que poner el acento tanto en los interlocutores *a* y *b* como en el lenguaje *l*, cosa que nadie había hecho hasta Pask (por considerar los lenguajes transparentes y obvios). Pask ha construido su teoría como primer paso para el diseño de computadoras inteligentes (capaces de conversar). En investigación social, la mayoría de las técnicas no alcanzan el umbral mínimo fijado por Pask: los datos son producidos, tanto en el test como en la encuesta, mediante juegos de lenguaje de tipo pregunta/respuesta: juegos cerrados en los que, pues la respuesta está contenida en la pregunta, se pierde información. Sólo el grupo de discusión (en parte) y el socioanálisis (del todo) producen datos mediante juegos de lenguaje de tipo conversación: juegos abiertos en los que, pues el que pregunta puede ser preguntado, se gana información.

Podríamos preguntarnos: ¿por qué estas concepciones, tan obvias, son rechazadas por las ciencias sociales —psicologías y sociologías—? Ibáñez («Prohibido

conversar») da una respuesta parcial. El juego del lenguaje pregunta/respuesta es el único tolerable por una sociedad con luchas de clases: las mayorías dominantes *pueden* preguntar, las minorías oprimidas *deben* responder. Es un juego ideológicamente productivo: semánticamente, pues proscribire que se diga lo que no debe decirse, y pragmáticamente, pues prescribe que se haga lo que debe hacerse. Convierte a las minorías oprimidas en responsables (pues son cuestionadas), y a las mayorías dominantes en incuestionables. El espacio social está estriado: se cruzan una cadena vertical fija (organigramas o filiaciones, las relaciones son antisimétricas) y una trama horizontal variable (sociogramas o afiliaciones: las relaciones son simétricas). Como veremos en la jornada octava, la cadena fija amarra lo real, la trama variable suelta lo imaginario: por eso, el grupo de discusión es permitido para medir los efectos de la publicidad y la propaganda (esto es, el despliegue de lo imaginario). Si la propuesta ideológica es un intercambio del hecho del sufrimiento en el presente de los vivos por un dicho sobre el goce en el futuro de los muertos, si se quedan con lo real y nos dejan lo imaginario, es lógico que el juego pregunta/respuesta se use para los pájaros en mano; y el juego conversación, para los pájaros volando. Una sociedad jerárquica sólo admite diferencias jerarquizadas: un dispositivo conversacional es subversivo para ese orden. Lo único que una democracia no tolera es la democracia.

Un sistema que se produce a sí mismo construye su realidad (y no hay para él más realidad que su realidad). La realidad es creada. Crear es trazar fronteras en el caos (y poner etiquetas). Esas fronteras pueden ser dinámicas (por ejemplo, mediante intercambios de energía nuestro sistema solar se ha separado de otros) o semióticas (mediante intercambios de información, efectúan separaciones, los códigos genéticos a nivel biológico, los códigos lingüísticos a nivel noológico). En esta séptima jornada hablaremos de la creación de la realidad (del mundo).

Ibáñez («Contra la castración del padre» —el título lo puso, obviamente, *El País*) analiza el mito bíblico de la creación, y lo pone en correspondencia con el concepto matemático de conjunto transfinito y con el concepto psicoanalítico de función-padre o castración. Dios crea el mundo trazando fronteras —mediante palabras— en el caos: así, separa la luz de la oscuridad, las aguas de arriba de las aguas de abajo, las tierras de las aguas, etc. Daniel Sibony, psicoanalista lacaniano, matemático y maestro talmudista, ha puesto en correspondencia este mito con los conceptos de transfinito y castración. La serie infinita de los números finitos no forma conjunto. No hay una frontera que los mantenga juntos: por grande que sea  $n$ , siempre podremos nombrar un  $n + 1$ . Cantor transformó la serie en conjunto «creando» una frontera: como Dios había dicho «Hágase la luz», Cantor dijo —es un decreto de existencia— «Sea el infinito». Hizo aparecer la cascada infinita de los números

transfinitos: cada orden de transfinito se construye haciendo estallar el orden inferior (el conjunto de orden superior es igual al conjunto partes del conjunto del conjunto inferior). Por pequeño que sea un número transfinito será más grande que cualquier número finito. Los números transfinitos tienen la propiedad de la reflexividad: se pueden coordinar con sus partes (el conjunto de enteros positivos y el conjunto de los enteros pares tienen la misma dimensión). Sólo un sujeto de dimensión transfinita puede computar un universo de dimensión transfinita. La función-padre o castración nos hace transfinitos. El padre es responsable de responder a las preguntas del hijo: el padre responsable responde responsablemente que no hay respuesta, con lo que la pregunta no se obtura con una respuesta y queda abierta (dictador es el que dicta las respuestas). El teorema de Gödel convierte este concepto en matemático.

Bradford O. Keeney («Estética del cambio») es un discípulo cruzado de Bateson y de Von Foerster. Bateson fue el Moisés que nos indicó el camino hacia la nueva cibernética. No llegó a penetrar en ella: estaba demasiado apegado a la Teoría de Tipos. Keeney ha dado el salto cantoriano: aquí interpreta en términos de Spencer-Brown el concepto —capital en Bateson— de puntuación. Una puntuación conjuga una distinción (semántica: trazar una frontera) y una indicación (pragmática: manifestar una preferencia por uno de los lados de la frontera). Para la escuela de Palo Alto —de la que Bateson fue el inspirador— las enfermedades mentales son errores de puntuación. Por ejemplo: ella dice «Me retraigo porque me fastidias», él dice «Te fastidio porque te retraes». La solución del conflicto exige un reencuadre, mediante una puntuación de tipo lógico más alto. La patología de la relación está en una premisa epistemológica compartida por ambos: el comportamiento de cada uno es la respuesta al estímulo que es el comportamiento de cada otro. El reencuadre podría ser éste: la disputa puede redefinirse diciéndoles hasta qué punto dependen el uno del otro. Están enfermas las técnicas de investigación (test, encuestas) basadas en la relación pregunta/respuesta: mediante ellas los gatos (los que mandan) convierten en ratones (los mandados) a la gente. Un enfermo psíquico es el que permite que le hagan preguntas: el que acepta los marcos de referencia que le imponen. El que es incapaz de conversar. Pavlov es la enfermedad; Bateson, el remedio. Bateson ha reinterpretado la experiencia de Pavlov. Se enseña al perro a distinguir un círculo de un cuadrado. Luego se desvanecen las diferencias entre el cuadrado y el círculo: el perro no puede distinguir las figuras, y entra en neurosis. (Por cierto: esta es la forma general de la socialización, nos imparten órdenes paradójicas, si las cumplimos no las cumplimos y si no las cumplimos las cumplimos, de modo que siempre estemos en deuda y asumamos nuestros deberes.) Al perro se le ha enseñado que está en un contexto de distinción: si *debe* distin-

guir y *no puede*, el fracaso es suyo. Porque no puede reencuadrar el contexto: si el perro hubiera aprendido, en vez de ser enseñado, se hubiera dado cuenta de que el contexto no es de distinción ni de no distinción sino de relación distinción / no distinción (de un tipo lógico más alto). No es bastante: para ser completamente sano el perro debe impedir que le impongan cualquier contexto.

Heinz von Foerster («Construyendo una realidad») analiza los componentes psíquicos y sociales de nuestros dispositivos de producción de realidad. Los componentes psíquicos solos nos encierran en el solipsismo: conjugados los componentes psíquicos con los componentes sociales nos abrimos (a los otros y al mundo). Un individuo sólo accede a la realidad mediante una computación recursiva: interpretaciones, interpretaciones de interpretaciones, interpretaciones de interpretaciones de interpretaciones, etc. Ya el psicoanálisis nos ha enseñado que el objeto es una parte escupida por el sujeto. En este contexto, Von Foerster hace una excursión por la neurofisiología: mediante ella nos muestra cómo nuestro *software* está determinado por nuestro *hardware*. Como prueba la experiencia del punto ciego (no vemos una figura si su «imagen» corresponde a la parte de la retina en que las células nerviosas de la capa sensible a la luz confluyen hacia el nervio óptico), no hay percepción de la falta de percepción: si no veo que estoy ciego, soy ciego; si veo que soy ciego, veo. Compárese con: el que está loco no se da cuenta de que está loco, es así que yo me doy cuenta de que estoy loco, luego no estoy loco (Amando de Miguel hizo una vez una encuesta en la que los entrevistados decían que no estaban alienados. Dedujo que no había alienación en nuestra sociedad. ¡Cuando la alienación es la falta de conciencia de alienación!). Un individuo no puede salir de sí mismo, pero ¿qué pasa cuando aparece otro individuo? Cada uno habita en un mundo de fantasmas. Pero el principio de relatividad nos dice que una hipótesis debe ser rechazada si es aplicable a dos casos por separado (no puede ser que la Tierra y Marte sean el centro del universo). Los dos individuos —u organismos en general— pueden aceptar o rechazar este principio. Si lo rechazan, cada uno será el centro de su universo, pero no habrá universo. Si lo aceptan, tienen que buscar un *tercer* centro. De donde, realidad = comunidad. Es una nueva versión de la apuesta de Pascal. Von Foerster extrae dos corolarios: uno estético («si quieres conocer, aprende a actuar»), uno ético («actúa siempre de modo que se incremente el número de elecciones»). La realidad se realiza actuando conjuntamente.

En este universo de fantasmas flotando en el caos sólo nos podemos agarrar a una cosa firme: las matemáticas. Observa con agudeza Laing que, en la investigación empírica, los que solemos llamar *data* son en realidad *capta*: pues son seleccionados arbitrariamente, ya que la forma de los datos depende del marco de refe-

rencia, y el marco de referencia es función de las distinciones e indicaciones del investigador: al contrario, los verdaderos *data* son los hechos matemáticos, ya que son determinados por la naturaleza y la coherencia de su ser. «Matemática» viene de *máthēma* (= conocimiento), que viene de *manthánō* (= yo aprendo). Matemática es la conciencia de la propia actividad. Los investigadores de primer orden, que tanto usan los números pero no saben lo que hacen, son cualquier cosa menos matemáticos. La matemática, ha dicho Spencer-Brown, es una forma de autoanálisis: la actividad matemática es la actividad propia de un sistema autorreflexivo. «Un aspecto reconocible del avance de las matemáticas consiste en el avance de la conciencia de lo que estamos haciendo, por lo que lo cubierto se hace abierto.» Hay un profundo parentesco entre las matemáticas y el psicoanálisis. Son —como dice Sibony— dos modos complementarios de tratar la contradicción: el inconsciente no conoce la contradicción, la matemática no la soporta (desde que la ve, la empuja para arrojarla cada vez más lejos); el uno se tapa las orejas, la otra le cierra la boca. Un teorema o un deseo se tienen solos: hacen economía del sujeto que los enuncia («Un teorema predica y corta sus amarras con su origen y su destino. El deseo es la sección del predicado que el teorema encierra»). Psicoanálisis y matemática —dice Spencer-Brown— son dos modos de hacer explícito nuestro saber implícito. Matemática es decir cada vez menos y menos de más y más. Por eso es elegante: *elegante* es el/lo que da a *elegir*. En última instancia, la matemática no dice nada. La forma de la comunicación matemática no es la descripción, sino la inyunción. Como observa Spencer-Brown, cuando Wittgenstein dice «De lo que no se puede hablar, mejor es callarse» se refiere sobre todo al lenguaje descriptivo: el lenguaje matemático es el silencio que habla de lo que no se puede hablar. Por eso, no da *lecciones*, pero multiplica las *elecciones*. Es el componente más ondulatorio del reino noológico.

Como corresponde a una concepción cerrada del mundo, la corriente principal de la matemática sólo se ha detenido en formas matemáticas altamente constrictivas. La explotación de la naturaleza por el hombre y la explotación del hombre por el hombre se han apoyado en discursos matemáticos como: la geometría euclídea, el álgebra lineal, la estadística paramétrica... Los que estaban al servicio de la opresión encontraban apoyo técnico y retórico en esos discursos, apoyo del que no disfrutaban los que estaban al servicio de la liberación.

Pongamos un ejemplo. Comparemos dos escalas: los niveles de medida y los tipos de geometría de Klein (son escalas porque cada escalón incluye todos los anteriores). Una medida puede ser: nominal (clasifica: sólo son interpretables las relaciones, entre los números, «igual» y «no igual»), ordinal (ordena: son también interpretables las relaciones «mayor que» y «menor que»), interval (mide, sin origen ni unidad: son realiza-

bles las operaciones de suma y resta), de razón (mide, con origen pero sin unidad: son realizables también las operaciones de multiplicación y división) e isométrico (mide, con origen y unidad: son interpretables todas las relaciones de, y realizables todas las operaciones con, los números). La escala de geometrías se constituye según los invariantes del grupo de transformaciones a cada nivel: en la teoría de conjuntos de puntos el único invariante es el número de puntos (en esta geometría tienen la misma forma los perdigones embuchados en el cartucho que desparramados por el campo), en la topología es también invariante el orden entre los puntos (en esta geometría tiene la misma forma un papel arrugado que estirado), en la geometría proyectiva es también invariante la razón doble de puntos sobre una misma recta (en esta geometría tiene la misma forma un edificio que su holograma), en la geometría de las semejanzas son también invariantes los ángulos (en esta geometría tiene la misma forma un edificio que su maqueta a escala), en la geometría euclídea son también invariantes las distancias (en esta geometría sólo tiene la misma forma que una cosa la misma cosa). Se pueden hacer corresponder las dos escalas nivel a nivel: se corresponden, el nivel nominal y la teoría de conjuntos de puntos, el nivel ordinal y la topología, el nivel interval y la geometría proyectiva, el nivel de razón y la geometría de las semejanzas, el nivel isométrico y la geometría euclídea. De hecho, el nivel de medida más alto que soporta el orden social es el ordinal (el espacio social es topológico). Pero, de derecho... Cada nivel en cada escala es más rígido y constrictivo que los niveles anteriores. Si, por ejemplo, nos asignan tareas: a nivel nominal —en espacio de conjuntos de puntos— sólo nos enumerarían las tareas asignadas, a nivel ordinal —en un espacio topológico— nos asignarían también el orden entre las tareas, a nivel interval —en un espacio proyectivo— nos asignarían también la razón de los tiempos entre las tareas, a nivel de razón —en un espacio de semejanzas— nos asignarían también el momento del comienzo de la serie de tareas (hay origen), a nivel isométrico —en un espacio euclídeo— nos asignarían también la duración de cada tarea (hay unidad). Pues bien, los investigadores sociales tienden a usar las estructuras matemáticas más rígidas y constrictivas, y cuando usan las que lo son menos, las usan como si lo fueran más. Así, González Blasco («Medir la sociedad», en: Alvira, Ibáñez y García Ferrando, *Análisis de la realidad social*, Alianza, 1989, pp. 247-248) construye, con datos obtenidos de una medición ordinal, un índice cuya construcción exige sumar, multiplicar y dividir (cuando a ese nivel no son lícitas estas operaciones). Trata a los datos ordinales como si fueran de razón. En cualquier libro o artículo que consultemos encontraremos disparates semejantes. He elegido este ejemplo por dos razones: para no buscar la paja en el ojo ajeno antes de sacar la viga del propio (el libro lo firmo yo), y porque González Blasco —no en balde es físico— es uno de los in-

vestigadores sociales que usa con más rigor los instrumentos matemáticos —dentro de la línea clásica—.

Hace ya tiempo que las estructuras matemáticas empezaron a flexibilizarse y abrirse. Riemann nos liberó de la cárcel euclídea (inventando una geometría que sirve para aplicar a ella las cosas del mundo, y no sólo para dibujarlas sobre una hoja de papel —a la que quedan pegadas las cosas—). Veronese nos liberó de la cadena arquimedea: negando el principio métrico fundamental de Arquímedes (que decía: iterando un segmento sobre una recta se puede rebasar cualquier punto de la recta). Cantor hizo estallar la serie de los números finitos, inventando el infinito. Peano y Cantor pulverizaron el espacio, inventando los primeros fractales. Poincaré bifurcó los caminos... Estas aperturas fueron consideradas meras curiosidades matemáticas. A las curvas sin derivada, por ejemplo, se las llamó «curvas de mal comportamiento»: lapsus que destapa la pretensión moral de la matemática clásica (son de buen comportamiento sólo las curvas que van derechas hacia la derecha). Poco a poco, el desarrollo científico ha ido recuperando esos «juegos» para tareas «serias». Einstein recuperó a Riemann, Planck recuperó a Veronese, Mandelbrot recuperó a Cantor y Peano. Lacan ha recuperado a Cantor. Thom y Prigogine han recuperado a Poincaré. Como en la novela de Matheson *Soy leyenda*, los mutantes son ellos: los que nunca mutaron.

En esta octava jornada, la más cargada porque el tema es el más importante, meditaremos sobre las revoluciones matemáticas que han producido estructuras lo suficientemente flexibles y tolerantes para dar cobijo a los resultados de las investigaciones sociales.

Espacio (geometría) y número (aritmética y/o álgebra) son dos conceptos complementarios en matemáticas. La historia de la corriente principal de las matemáticas es una guerra de ocupación del espacio por el número. Afortunadamente, el espacio siempre ha resistido: cuando parecía al borde del KO, se perdía mediante un elegante quiebro por una línea de fuga. La primera gran batalla de la guerra fue el intento pitagórico de aritmetizar la geometría: el fracaso fue rotundo, la diagonal del cuadrado resultó ser inconmensurable con el lado. Entonces irrumpieron los irracionales (*alagon*: el primer monstruo matemático). Los matemáticos de la corriente principal quisieron conjurarlos, negando el descubrimiento. Proclo escribió: «lo inexpresable e informe debe mantenerse forzosamente oculto». Descartes y Fermat vuelven a intentar la correspondencia de los puntos con los números: la geometría analítica pareció una victoria del número. Unos ejes de coordenadas —dice Thom— son la representación estilizada de una escena de caza: el cazador (el número) se agazapa en el punto *o*, extiende sus garras (las paralelas *x* e *y* a los ejes de coordenadas), y se dispone a saltar sobre la presa (el punto *p*). Muchos números encontraron su espacio, pero no acabaron de encajar el conjunto de números reales y el conjunto de puntos en la recta. Cuando Cantor in-



tentó encajarlos, le estallaron en la mano el espacio y el número. El estallido de la línea produjo el primer fractal: el polvo —pues la línea se hizo literalmente polvo— de Cantor (si le quitas a un segmento su tercio central, y a cada uno de los dos tercios que quedan le quitas el tercio central, y a cada uno de los cuatro tercios...). El estallido del número produjo los transfinitos (si haces estallar el conjunto de los números finitos mediante el conjunto partes del conjunto, y haces estallar el conjunto que resulta —*alef sub cero*— mediante el conjunto partes del conjunto...). Resultó un nuevo procedimiento, el más potente que nunca se haya puesto en marcha, para atravesar las paradojas: la recurrencia iterativa (Gödel le dio la última pincelada: ya no había límites a la expansión de los entes matemáticos). Cuando la aritmética se generalizó en álgebra, surgieron nuevos problemas. Las ecuaciones de grado par no tenían solución en el campo de los números reales: hasta que Cardano y Bombelli inventaron los números imaginarios, componentes de los números complejos. Surgió un nuevo problema: ¿cómo interpretarlos geoméricamente? Gauss lo resolvió interpretándolos como operadores de giro. Se había pasado de la estática a la dinámica: Spencer-Brown les asignaría su «lugar» en el tiempo. Pero la mayor victoria del número había sido el cálculo diferencial, inventado en paralelo por Newton y Leibniz. La cantidad triunfaba sobre la cualidad. Se podía pasar, integrando, de lo local a lo global; y, derivando, de lo global a lo local. La razón subsistía al desvanecimiento de los términos: un infinitésimo era un «fantasma de cantidades difuntas» (Berkeley), «un cero que guarda la traza de un origen» (Mansión). Mediante sistemas complejos de ecuaciones diferenciales el espacio era un campo abierto para el número: «dadme la posición y el estado de movimiento de todas las partículas del universo y podré predecir todos sus estados futuros y retrodecir todos sus estados pasados» (Laplace). Una geometría de curvas continuas (para que andemos derechos) y derivables (para que andemos hacia la derecha) parecía permitir una visión y un manejo exhaustivos del mundo. Parecía...

Geometría o álgebra, intuicionismo o formalismo, Poincaré o Bourbaki: dos adversarios que en su lucha eterna giran uno en torno al otro. Los científicos y cibernéticos clásicos (especialistas en manejo) se aferran al álgebra. Los científicos y cibernéticos no clásicos se aferran a la geometría. «Lo cualitativo es un cuantitativo pobre», había dicho Rutherford. «Todo lo que no es geometría es magia», le contesta Thom (que hubiera estado muy a gusto en la Academia de Platón). La geometría es un modelo analógico de visión, el álgebra es un modelo digital de manejo: un manejo sin visión es ciego (magia), una visión sin manejo es manca (mito). Los investigadores sociales cuantitativos sólo cuentan con las álgebras, los cualitativos sólo con las geometrías. Pero de nada valen, ojos sin manos, manos sin ojos.

Serres («El origen de la geometría») y Thom («Estabilidad estructural y morfogénesis») buscan, por caminos diferentes pero convergentes, el origen del álgebra y la geometría.

Para Serres, álgebra y geometría son extensiones de la escritura (de un dispositivo noológico). La geometría es una extensión de la escritura pictográfica: constituye un análisis del objeto (un modelo analógico). El álgebra es una extensión de la escritura alfabética: constituye un análisis de la actividad del sujeto (un modelo digital). El álgebra sirve para el manejo; la geometría, para la visión.

Para Thom, álgebra y geometría son extensiones de un dispositivo genético (biológico). El hombre tiene desde muy temprano <sup>mapas</sup> cartas locales de los espacios contiguos a su cuerpo asociadas a sus movimientos actuales. El empleo de herramientas de cada vez más alcance le permite, y le obliga a, construir cartas globales de los espacios asociados a sus movimientos vituales. Luego tiene que construir algoritmos de sus movimientos posibles. Son, respectivamente, la construcción de la geometría y del aritmética-álgebra. Cuando sale de su campo corporal tiene que liberarse de los atractores genéticos alucinatorios que le arrastran inexorablemente en direcciones determinadas. La construcción de la geometría es una experiencia lúdica: sólo así puede explorar todas las combinaciones posibles. La construcción del álgebra, teniendo en cuenta que el juego es un fracaso querido (ni la madre pare en realidad al niño, ni el predador come en realidad a la presa), es la sistematización de un comportamiento de fracaso: de ahí la reversibilidad de las estructuras algebraicas.

Aristóteles creía que las únicas curvas naturales eran la circunferencia (trayectoria de las ideas) y la recta (trayectoria de las cosas). Son, en realidad, las más artificiales: no hay más recta que la que traza la *regla* (que regula la dirección *recta*), no hay más circunferencia que la que traza el *compás* (que acompaña el ritmo de nuestra marcha): un desfile de soldados marcha acompasadamente y en línea recta. A partir de Newton, se consideran naturales todas las curvas que heredan dos propiedades de las anteriores: son continuas y derivables. La continuidad indica la dirección, la derivabilidad indica el sentido.

Dos grandes revoluciones han pulverizado esta concepción. Thom ha demostrado que sólo curvas discontinuas pueden representar formas y trayectorias reales. Mandelbrot ha demostrado que sólo curvas no derivables pueden representar formas y trayectorias reales.

Hablaremos primero de la Teoría de Catástrofes.

Francisco J. Martínez («Teoría de las catástrofes») hace una descripción somera de esta teoría. Thom sustituye el concepto de fuerza (algebraico) por el de forma (geométrico). El sueño de Laplace exigía estabilidad estructural: que pequeñas causas produzcan efectos pequeños, que cambios microscópicos no produzcan

cambios macroscópicos. Un sistema estructuralmente estable es un sistema determinado que conserva su forma. Pero, sobre todo en los campos biológico y noológico (también en el físico, pues la catástrofe más observada es el cambio de estado), la forma no sólo se conserva, también se crea (morfogénesis). Los estados locales de un sistema dependen de una dinámica subyacente desconocida (la teoría sustituye fuerzas inobservables por formas observables): el sistema presenta discontinuidades —singularidades—, el conjunto de puntos singulares es un conjunto catastrófico (que rige los cambios de forma: saltar de un estado a otro, como en la congelación del agua, o bifurcar un trayecto, como cuando un perro sometido a estímulos que producen miedo o rabia huye o ataca con la misma probabilidad).

Cuando atraviesa la zona catastrófica de su trayectoria, el sistema, o bien no recupera la estabilidad (catástrofe generalizada de tipo «muerte»), o bien la recupera bajo otra forma (las catástrofes acaban tomando forma). El gran descubrimiento de Thom es el teorema de clasificación: dependiendo sólo del número de parámetros de control y de variables de estado, sólo puede tomar una de siete formas disponibles (catástrofes elementales). Un sistema es arrastrado al equilibrio o al desequilibrio por atractores. Hay atractores estables (puntos de equilibrio) y desestabilizaciones del equilibrio por conflictos de atractores: un conflicto entre dos atractores produce una catástrofe de conflicto, un conflicto de un atractor consigo mismo produce una catástrofe de bifurcación. Hay un constructivismo estructuralista de las catástrofes: una Cúspide conjugada dos Pliegues, una Mariposa conjugada dos Cúspides, etc. La teoría nos permite matematizar el paso de lo local a lo global, de lo virtual (la onda) a lo actual (la partícula). Hay que entender por local lo que está próximo a una singularidad: para cada catástrofe hay una función estable (un polinomio) que representa el desdoblamiento de la singularidad. Hasta ahora sólo se ha construido una teoría especial (de catástrofes elementales). Thom ha dado los primeros pasos para una teoría general (de catástrofes generalizadas). La concepción de Thom no tiene nada que ver con la Teoría de la Forma: esta teoría preconiza el regreso a la «buena» forma —forma pregnante—, la Teoría de Catástrofes preconiza el progreso a nuevas formas (por tanto «malas»: malas en la perspectiva clásica, buenas en la perspectiva no clásica). Una geometría del mal contra una geometría del bien.

Thom («Estabilidad estructural y morfogénesis») aplica la teoría a las morfogénesis biológicas (esta parte no está recogida aquí) y noológicas. Sujeto es el actante que atraviesa indemne las catástrofes: para lo que tiene que ser una función periódica, idéntica en los momentos inicial y final de un proceso. Las dos operaciones biológicas fundamentales, comer (reproducción de sí) y

parir (producción de sí), son irreversibles. En la predación dos se funden en uno, y la presa no retornará del estómago del predador. En el parto uno se divide en dos, y el hijo no retornará al vientre de la madre. Las operaciones se hacen reversibles, reciclando en lo real lo imaginario (cuya matriz es el sueño: en el sueño la presa acosa al predador y el hijo regresa a la madre) y lo simbólico (cuya matriz es el juego: en el juego ni la presa es devorada por el predador ni el hijo es parido por la madre). Thom analiza el origen de las herramientas y del lenguaje. Se ha dicho que, en el diseño de herramientas, el hombre imita a los animales: parcialmente cierto, las herramientas son inicialmente metáforas pero finalmente metonimias (pasadas del eje de selección al eje de combinación). A partir de órganos efectores: una espada o una bala son dientes, respectivamente agarrados por la mano o escupidos por una boca agarrada por la mano. A partir de órganos afectores: una cámara es un ojo, agarrado por la mano. A lo largo del reino animal se ha desarrollado el creodo\* proyectil: lanzar al enemigo objetos que le dañan. La visión mental de la catástrofe a provocar en el enemigo crea un campo secundario: el campo de la fabricación de una maza. El lenguaje tiene dos funciones: mantener el yo en estado de vigilia y poder cooperar con los otros. En vez de pasarse el día llevándose objetos a la boca como el niño, el adulto despierto «piensa», es decir, se apodera de los entes intermediarios entre los objetos exteriores y las formas genéticas interiores (los conceptos: de *cumcapere*, asir fuertemente). El lenguaje permite que un individuo X transmita a un individuo Y lo que él ve y el otro no ve (camino que llevará a la geometría) o lo que él hace y el otro no hace (camino que llevará al álgebra).

Rafael Manrique («Nuevos modelos heurísticos para la comprensión de la psicosis») utiliza las estructuras disipativas y las catástrofes como modelos de, respectivamente, la dinámica y la forma, de la psicosis. Una familia es un sistema abierto (en evolución), lejos del equilibrio (fluctúan las relaciones dentro del sistema y con el ecosistema) y circular (hay círculos de causalidad entre sus miembros). Estas tres condiciones definen una estructura disipativa. Antes de la emergencia de la psicosis se puede observar un gran cambio, una intensificación de las fluctuaciones, en la familia del que ha sido designado como presunto psicótico: cuando sobrepasan un cierto umbral se produce la psicosis, que lleva al sistema familiar a un nuevo equilibrio: un cambio en la microestructura ha producido un cambio en la macroestructura. Para que se mantenga el nuevo equilibrio es necesaria la presencia del psicótico: él aporta las tensiones necesarias. La teoría de catástrofes es un modelo complementario. Podemos echar mano de la Cúspide: dos parámetros de control (quizás, factor socio-

\* Creodo (de *pre-odos* = camino necesario) es una trayectoria atraída por un atractor. Waddington ha utilizado el concepto para modelizar el camino del genotipo al fenotipo: un genotipo contiene muchos fenotipos, pero no todos (los que contiene están encerrados en un creodo).

cultural y factor interaccional) y una variable de estado (con dos valores: normal y psicótico). La Cúspide es el modelo general del conflicto elemental. La Mariposa es el modelo general del compromiso. Preguntamos: ¿podría utilizarse la catástrofe en Mariposa como modelo de la terapia de la psicosis?

La Teoría de las Catástrofes es, en cierto modo, reformista: se pierde una «buena» forma, pero se recupera otra forma igualmente «buena». Claro que no buena en el mismo sentido: en general es bueno lo que dictaron los vencedores en la última guerra: cuando la ganan los buenos, lo bueno no cambia; cuando la ganan los malos, lo que era malo se convierte en bueno. La vida y el pensamiento avanzan gracias a las guerras ganadas por los malos: sólo los malos pueden redefinir la relación bueno/malo. La Teoría de Objetos Fractales es, en cierto modo, revolucionaria: la forma que se pierde no se recupera, no hay forma «buena». Hablaremos ahora de esta teoría.

Jesús Ibáñez («Discontinuidad e inderivabilidad») hace una descripción somera de la teoría. Mandelbrot habla de «objetos fractales»: «objetos» designa a la vez al objeto real y a su modelo matemático. La geometría fractal es la geometría de la realidad real. Los objetos fractales están infinitamente fracturados y tienen un número fractal de dimensiones (fraccionario o, en general, real). El copo de nieve de Von Koch (véase la figura en páginas 59 y 132) tiene una dimensionalidad de aproximadamente 1,26. Los fractales son escalares, con homeotecia interna: tienen la misma forma a cualquier escala. Por ejemplo: para construir un cubo con lado dos veces mayor hay que juntar ocho cubos, mediante la fórmula  $n^d = s$  (donde  $n$  es el número de veces que el lado es mayor;  $s$  es el número de cubos que hay que juntar; y  $d$ , la dimensión) tenemos  $2^d = 8$ , de donde  $d = 3$  (la figura es tridimensional). En la curva de Von Koch cada lado del triángulo que tiene tres trozos se convierte en una quebrada que tiene cuatro trozos, luego  $3^d = 4$ , y tomando logaritmos  $d = \log 4 / \log 3 \approx 1,26$ . Estas curvas son todavía demasiado regulares, por lo que Mandelbrot las randomiza (mediante un programa de ordenador). Así, llega a ser posible que la curva de Von Koch sea un modelo de la costa de Galicia, que la curva de Peano sea un modelo de una red de circulación, que el polvo de Cantor sea un modelo de las ráfagas de errores en un ordenador.

Un espacio fractal es un espacio liso. Un espacio puede ser liso (isotrópico: todas las direcciones y sentidos son equiprobables) o estriado (anisotrópico: no todas las direcciones y sentidos son equiprobables). Una red de comunicaciones prescribe unas direcciones y sentidos y proscribire otros; por eso, Guattari reivindicaba, contra las comunicaciones en raíz o radícula, las comunicaciones en rizoma (esto es, la transversalidad: la comunicación en todas las direcciones y en todos los sentidos). El modelo de estriaje del espacio social es el tejido; por eso se habla de tejido social. En el tejido, so-

bre una cadena vertical fija se trenzan las filigranas de una trama horizontal variable (Deleuze y Guattari): la cadena de los organigramas y la trama de los sociogramas, la cadena de las filiaciones y la trama de las afiliaciones. La geometría fractal define espacios lisos, la geometría tradicional define espacios estriados.

Mandelbrot («Los objetos fractales») recibió su inspiración del físico Perrin (*Les atomes*, 1913). Perrin advierte que la idea sobre la que reposaba el cálculo diferencial no se sostiene: la idea era que, cuanto más próximos estén dos puntos, menor será la diferencia entre los eventos que ocurren en ese entorno. Pero, si queremos medir la densidad del aire, cuanto más fina sea la medición, cuanto mayor sea el poder de resolución de los instrumentos, más heterogéneos serán los resultados: a nuestro nivel podemos calcular medias de densidad más o menos aproximadas, cuando descendamos a niveles molecular, atómico o nuclear nos encontraremos con puntos cada vez más pequeños de densidad creciente, rodeados de espacios cada vez mayores de densidad nula (la media pierde todo sentido). Estas ideas llevaron a Wiener a la construcción de un modelo probabilístico del movimiento browniano: partículas sólidas disueltas en un líquido se mueven brownianamente, todas las direcciones y sentidos son equiprobables. Su espacio es liso (fractal). Estas ideas sugieren algo que es el centro de la nueva cibernética: un resultado numérico depende de la relación entre el objeto medido y el observador. ¿Cuál es la dimensión de un ovillo de lana de 10 cm de diámetro y hecho con hilo de 1 mm de sección? Depende del poder de resolución del aparato que utilicemos. Si es de 10 m, el ovillo será un punto (cerodimensional). Si es de 10 cm, el ovillo será una bola (tridimensional). Si es de 10 mm, será un conjunto de hilos (unidimensional). Si es de 0,1 mm, será un conjunto de fibras filiformes (también unidimensional). Y así. Mandelbrot ha construido el objeto más complejo que se conoce: el conjunto de Mandelbrot. El genotipo más sencillo (del tipo: toma un número complejo, elévalo al cuadrado, suma el número original, eleva el resultado al cuadrado, suma el número original, eleva el resultado al cuadrado... y así hasta el infinito) genera el fenotipo más complejo. Tanto que no hay tiempo en el universo —ni en la eternidad— para recorrer el conjunto. A medida que la escala se hace más pequeña, el conjunto se hace más complejo (J. Gleick, *Caos*, Seix Barral, 1989).

Goux («Derivable e inderivable») extrajo las consecuencias de todo esto, antes incluso de que Mandelbrot planteara las premisas (ya Bachelard había levantado la liebre). La serie función no derivable / función continua aproximada / función derivada se corresponde con otras series: con la serie inconsciente/preconsciente/consciente, con la serie cosa —real— / idea —imaginaria— / concepto —simbólico—. Primero se ajusta a las cosas y trayectos reales una curva continua, luego se deriva. El *ajuste* introduce la *justicia*: violentando las

formas. Toda ley es *injusta* porque no *ajusta* a la realidad. Derivar es extraer la esencia (piénsese en la extracción de *derivados* sutiles en el refinado del petróleo), resumir o extraer el sentido. Un sólido es finitamente deformable, por tanto informable: ofrece resistencia y guarda memoria. Los que mandan son sólidos; los mandados, fluidos. El sistema numeral de la moneda los convierte en líquidos: un capital es *solvente* porque es *liquidable*. El sistema nominal de la lengua los convierte en gases (los *sublima*): es *sublime* el comportamiento del mártir o el héroe (que dan su cuerpo por un dicho). La forma valor, según Marx, pasa por varias etapas: forma simple (se intercambia una mercancía por otra), forma desarrollada (cada mercancía se intercambia por cada una de las otras), forma equivalente general (una mercancía, el oro, es erigida en forma equivalente, quedando todas las otras como formas relativas). El equivalente general de valor es cada vez más sutil (se sublima): fetiche (moneda oro), símbolo (motivado: monedas plata, cobre, plomo...), signo (arbitrario: papel moneda). El proceso es el mismo en los intercambios de objetos, de sujetos y de mensajes. Veamos, en el intercambio de mensajes, lo que pasa con la escritura: pictográfica (forma simple), ideográfica (forma desarrollada), fonográfica (forma equivalente general). En el proceso, la escritura ha pasado de ser un análisis del objeto (una protogeometría) a ser un análisis de la actividad del sujeto (una protoálgebra). El análisis será cada vez más sutil: escrituras silábica (fetiche), consonántica (símbolo), alfabética (signo). La serie cosas / entes geométricos / entes algebraicos se corresponde con las otras series. Es el proceso idealista y patrialista de reducción de la materia (de la madre). Es el origen de la representación: «reemplazar lo que está prohibido, lo que falta, lo que está escondido, lo que se ha perdido, lo que está estropeado; en una palabra, reemplazar por un *representante* lo que es, tal cual, en persona, *imrepresentable*». Lo mismo que las ideas representan las cosas, los que mandan representan a los mandados. Mandelbrot ha inventado, contra las geometrías de la opresión, una geometría de la liberación: una geometría para la que nada ni nadie son imrepresentables.

Los Bourbaki, en su arquitectura de las matemáticas, con base en la teoría de conjuntos, encontraron tres estructuras madres irreducibles entre sí: topológicas, algebraicas y de red. Aquí, a efectos más que nada heurísticos, las hemos reclasificado. Hemos puesto, a un lado, las topológicas (geometrías) y, al otro, las algebraicas y de red (y las hemos llamado, quizás con cierta impropiedad, álgebras). En una segunda dicotomía hemos separado las estructuras de grupo (propia mente algebraicas) de las estructuras de red.

Desanti («Observaciones sobre la conexión de las nociones de génesis y estructura en matemáticas») define axiomáticamente la estructura de grupo (modelo de las algebraicas) y el retículo. Los grupos se aplican a las operaciones, los retículos a las relaciones. Ambas tienen

modos específicos de reversibilidad: el grupo la inversión (operación que anula la operación: la resta anula la suma, la división anula la multiplicación, etc.), la red la reciprocidad («la intersección de dos conjuntos está contenida en su unión» se transforma en «la unión de dos conjuntos contiene su intersección»).

Las operaciones biológicas fundamentales (propias de nuestro *hardware*) son irreversibles: no hay inversión posible, no se puede descomer ni desparir. Las estructuras de grupo se quedan para nuestro *software* (orden imaginario / simbólico): así, Lévi-Strauss lo aplica al mito; y Piaget, a la ciencia. Ya Piaget (*Introducción a la epistemología genética*, t. 3, Paidós, 1975, p. 195) había construido una estructura mediadora: el «agrupamiento». Es más fuerte que la red, porque es reversible, y más débil que el grupo, porque admite tautologías ( $A + A = A$ ). Para Piaget, el «orden jurídico» es el modelo de agrupamiento. Aunque sólo en la forma: «un sistema de proposiciones formalmente correcto, aunque de contenido falso por estar basado en premisas erróneas». Es la diferencia, por ejemplo, entre la democracia formal (imaginaria) y la democracia real. Las relaciones sociales son antisimétricas: por eso pueden ser representadas por estructuras de red.

El estriaje del espacio social cruza una cadena vertical fija con una trama horizontal variable: la cadena es más real que imaginaria, la trama es más imaginaria que real (no hay otros grupos que los imaginarios). Las estructuras de grupo serán más adecuadas para analizar la trama imaginaria, las estructuras de red serán más adecuadas para analizar la cadena real.

La teoría de grupos fue construida por Klein (grupos discontinuos) y Lie (grupos continuos). Durante mucho tiempo se ha prestado más atención a Lie: lógico, dada la importancia que se prestaba a los sistemas de ecuaciones diferenciales. Últimamente, se está volviendo a Klein. Un grupo de Klein es un grupo de orden cuatro (tiene cuatro elementos), y cada elemento es su propio simétrico. Los elementos del grupo original son generados por el conjunto partes del conjunto binario:  $P(a, b) = (a, a, b, ab)$ ;  $P(A, no-A) = (A, no-A, A, no-A, ni A ni no-A)$ . Hoy es un operador fundamental en epistemología (grupo de Piaget), semiótica (cuadrado semiótico de Greimas), mitología, parentesco, musicología... (utilización por Lévi-Strauss).

Piaget («Epistemología genética») ha construido el cuadrado INRC (Identidad, Negación, Reciprocidad, Correlatividad). La transformación idéntica conserva los valores y el orden:  $I(a, b, c, d) = (a, b, c, d)$ . La transformación negativa niega los valores, pero conserva el orden:  $N(a, b, c, d) = (\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d})$ . La transformación recíproca (o contraria) conserva los valores, pero invierte el orden:  $R(a, b, c, d) = (d, c, b, a)$ . La transformación correlativa niega los valores e invierte el orden:  $C(a, b, c, d) = (\bar{d}, \bar{c}, \bar{b}, \bar{a})$ . El grupo de Piaget formaliza una situación en el aprendizaje en la que las operaciones lógico-matemáticas se han despegado de las accio-

nes con una dimensión causal: es la formalización del juego como sistematización de la conducta de fracaso (de ahí la reversibilidad).

Greimas y Courtés («Cuadro o cuadrado semiótico») han desarrollado otra variedad del grupo de Klein. La aplicación de Piaget es sintáctica; la de Greimas y Courtés, semántica. La lingüística contempla dos tipos de oposición binaria:  $A/\bar{A}$  —contradicción— (presencia/ausencia de un rasgo) y  $A/\text{no-}A$  (contrariedad) —presencia de un rasgo de dos modos diferentes—. El grupo de Klein, al conjugar dos dicotomías, conjuga estos dos tipos. Por eso lo toman como modelo los semióticos. Un ejemplo del uso del cuadrado semiótico puede ser el sistema de relaciones sexuales en nuestras sociedades. Las cuatro relaciones serían: relaciones matrimoniales (prescritas: amor conyugal), relaciones «anormales» (proscritas: homosexualidad), relaciones «normales» (no proscritas: adulterio del macho), relaciones no matrimoniales (no proscritas: adulterio de la hembra). Hay contradicción entre relaciones prescritas y proscritas, contrariedad entre relaciones, de un lado prescritas y no proscritas, de otro lado proscritas y no proscritas (entre prescritas y no proscritas, y entre proscritas y no proscritas, hay complementariedad).

Lévi-Strauss («El hombre desnudo») ha utilizado el grupo de Klein para los análisis del sistema matrimonial (sistema Kariera) y para el análisis de los mitos. El matrimonio Kariera, con la hija del hermano de la madre que suele ser hija de la hermana del padre, está regulado por un grupo de orden cuatro: hay cuatro secciones, producto de dos dicotomías, una que divide a las esposas desde una perspectiva matrilineal (obligatoria) —esposas permitidas/prohibidas—, y otra que divide a las esposas permitidas desde una perspectiva patrilineal (facultativa). La aplicación del grupo de Klein para el análisis de una estructura mitológica que el propio Lévi-Strauss propone como modelo (en su remisión a OMM, pp. 306-307) es el grupo (*joven esposa, no-esposa, hermana mayor institutriz, hermana que yerra*). La *joven esposa* se aísla en el momento de sus primeras reglas, la *hermana que yerra* contamina por descuido a su hermano, la *hermana institutriz* cuida de aislar a su hermano de los ritos de la pubertad, la *no-esposa* es demasiado vieja, o demasiado joven, para tener la regla. Es semejante al grupo de Greimas.

Las estructuras fundadas en el grupo de Klein hacen operar el principio de no contradicción. El tetralema, núcleo de las lógicas tao y zen, hace operar a la contradicción. Su fórmula comprende los mismos cuatro términos que el grupo de Klein:

$$A = A + \bar{A} + A \text{ y } \bar{A} + \text{ni } A \text{ ni } \bar{A} = 0$$

En ella se fundan, por ejemplo, los paragramas de Kristeva y (implícitamente) las concepciones de Morin. Escribe Kristeva: «el signo se suspendería por una secuencia páragramática correlativa, que es *doble y cero*»

(el signo tiene *denotandum*, el signo no tiene *denotandum*, el signo tiene y no tiene *denotandum*, no es cierto que el signo tiene y no tiene *denotandum*). Escribe Morin: «la noción de *jerarquía* debe ser propuesta en constelación con las nociones de *heterarquía*, *poliarquía* y *anarquía*, con las que mantiene relaciones complejas —complementarias, concurrentes, antagónicas—. Entre las interpretaciones clásicas (Piaget, Greimas, Lévi-Strauss) y las no clásicas (Kristeva, Morin), media el paso de la perspectiva estructural a la dialéctica: de la primera a la segunda cibernética. En vez de una disyunción excluyente, una disyunción inclusiva: como diría Klossowski, al Dios que es el rey de las exclusiones sucede el anti-Cristo, que es el príncipe de las modificaciones (el paso de un sujeto por todos los predicados posibles).

La teoría de las catástrofes es un traje en serie: primero se construye la teoría, y luego se aplica. La teoría de objetos fractales es un traje a medida: se ha ido construyendo al hilo de sus aplicaciones. El mismo contraste se repite aquí: la teoría de grupos es un traje en serie; la teoría de redes, un traje a medida. Se ha ido construyendo un poco al buen tuntún, pero sus últimos modelos (como el q-análisis y las redes de Petri) encajan con la realidad social como un guante con una mano.

Narciso Pizarro («Análisis de redes sociales») define el análisis de redes. Análisis que concibe los sistemas sociales como redes de relaciones sociales: así, se despega de la investigación convencional, como la encuesta estadística, que sólo tiene en cuenta los elementos (individuos). La relación (recordad el cálculo infinitesimal) persiste cuando se han desvanecido los términos. Va más allá que la perspectiva distributiva, pero se queda más acá de la perspectiva dialéctica.

El mismo Narciso Pizarro («Los métodos de estudio de las organizaciones administrativas») explora los orígenes del análisis de redes. El origen inmediato está en la sociometría de Moreno. El primer paso de la sociología de las organizaciones fue la Organización Científica del Trabajo: sólo tenía en cuenta la cadena de los organigramas. El segundo paso fueron las Relaciones Humanas: tienen también en cuenta la trama de los sociogramas. Además de las relaciones formales, hay relaciones informales espontáneas. Moreno, para construir el sociograma, realiza un test sociométrico: se pide a cada miembro de un grupo que diga a quiénes entre sus compañeros elige o rechaza. Para representar los resultados se utilizan primero grafos, luego matrices de adyacencia. Al no disponer de fundamentos matemáticos, la construcción es bastante arbitraria.

Una vez más, Pizarro expone, en dos textos, la teoría. En el primero («Grafos y relaciones sociales»), propone los grafos para representar las relaciones sociales. La teoría de grafos ha sido despreciada por los matemáticos: es meramente descriptiva, y sólo se refiere a relaciones en conjuntos finitos. Un grafo es, desde el punto de vista topológico, un caso particular de complejo

simplicial. Precisamente, un desarrollo coherente de la concepción de los complejos simpliciales (simplex) está en la base del q-análisis. En el segundo texto («Densidad relacional y estructura de las redes sociales»), analiza los tanteos de la teoría de redes para construir algunas nociones fundamentales: sobre todo, las de intensidad relacional y centralidad. El grafo que representa la red es un conjunto de *puntos* o vértices unidos por *aristas*. Si el grafo fuera completo, cada punto conectado con cada otro, no habría problema. Para determinar la intensidad relacional, se han definido dos medidas: la densidad (que relaciona las conexiones existentes con las posibles) y el grado (que mide las conexiones por punto). Cuando se utiliza una red como representación de un sistema de comunicaciones, cobra importancia la noción de centralidad (nudos de comunicación). Se puede predicar la centralidad de la red —compacticidad— o de un punto (un punto puede ser central, bien cuando tiene muchas conexiones directas, bien cuando tiene mucha capacidad de conexión indirecta —de mediación—). Ya hemos hablado en la cuarta jornada de redes centradas y acentradas: a medida que cobran importancia las redes acentradas, cobran importancia las conexiones indirectas.

La teoría general de redes, que se ha desarrollado al hilo de la empiria, no ha pasado —probablemente— de ser un «bricolage»: se ha construido con trozos tomados prestados de aquí y de allá. Desde sus orígenes arrastra dos carencias fundamentales: ambas estaban en Moreno. Por una parte, no aclara la relación entre la relación real y la representación de la relación. La relación real está doblemente representada: primero por una etiqueta verbal (en el test sociométrico la relación informal entre dos miembros es representada por la respuesta «éste me atrae» del test); luego esta etiqueta verbal está representada por una figura (el grafo). Pero no se ponen a la luz las naturalezas de esas representaciones. Por otra parte, describe situaciones estáticas: estructuras, pero no procesos. El tiempo no cuenta para nada. Dos concepciones rigurosas han rellenado estas carencias. El q-análisis de Atkin define el estatuto de esas representaciones, las redes de Petri introducen una dimensión histórica. Atkin y Petri dicen enfáticamente que sus concepciones no tienen nada que ver con la Teoría General de Redes: pero han crecido, aunque quizás sin presuponerla, en el mismo suelo.

Gould («Q-análisis, o un lenguaje de la estructura») describe y analiza el q-análisis. Recordando los dos ejes de la teoría de la conversación (los *interlocutores* y el *lenguaje*), la teoría clásica de redes no tiene en cuenta el lenguaje: asume implícitamente la hipótesis de su transparencia. El q-análisis se postula como un lenguaje sobre un lenguaje. El lenguaje de primer orden es la lengua común. El lenguaje de segundo orden, el lenguaje en el que la teoría está escrita, es la topología algebraica (el mismo que utiliza Pask, distinto de la topología diferencial que utiliza Thom). El rigor del planteamiento

se debe a que Atkin fue discípulo de Wittgenstein. El lenguaje utilizado en una descripción determina la concepción del mundo. Son diferentes los mundos referidos con un lenguaje del tipo «el caballo galopa» o del tipo «el galope caballa». David Bohm («Wholeness and the implicate order», *Ark*, Londres, 1980) sugiere que los lenguajes del tipo sujeto-(verbo)-predicado son responsables del paradigma de simplificación: sujeto y objeto son separados, el objeto es fragmentado. Como remedio, propone un rheomodo (de *rhein* = correr) en el que el centro de gravedad sea el verbo y no el nombre. Exactamente, un lenguaje del tipo «el galope caballa». El q-análisis parte de relaciones bien definidas en conjuntos bien definidos (la relación es más importante que los términos). Matiza dos diferencias esenciales: entre cubierta y partición, entre relación y función. En una jerarquía, las palabras altas cubren a las más bajas: por ejemplo, la palabra «socialista» cubre las palabras «anarquista», «comunista», «socialdemócrata»... (que a su vez son cubiertas por otras palabras: por ejemplo, «socialdemócrata» está cubierto por «reformista»; y «comunista» y «anarquista», por «revolucionario»). Es una cobertura flexible, de modelo radícula. Una partición es una cobertura rígida, de modelo raíz. Todas las particiones son cubiertas, pero no todas las cubiertas son particiones. Una de las más drásticas limitaciones de la encuesta estadística es que exige como requisito lógico que el conjunto de respuestas a una pregunta constituya una partición. Todas las funciones son relaciones, pero no todas las relaciones son funciones. Una función es una relación muy rígida: biyectiva. Si tenemos, por ejemplo, cinco individuos y cinco sillas, y relacionamos los dos conjuntos por una función, cada individuo tendrá asignada su silla. Un sistema en el que las relaciones son funcionales es una dictadura: sólo hay dictados e interdicciones. El análisis funcional (utilizado en el análisis de regresión, base del análisis multivariado) es demasiado rígido. Es débil semánticamente: en lo que dice se pierde casi toda la información. Si empezamos por las cubiertas o las relaciones, encontraremos las particiones o las funciones (si las hay). Si empezamos por las particiones o las funciones, nunca podremos encontrar las cubiertas o las relaciones. Es fuerte pragmáticamente: pues contribuye a hacer que las cosas sean como dice (a imponer un orden funcional, en el que las clasificaciones son particiones: cada uno en su celda, sin que pueda salir de ella). El análisis de regresión clásico ajusta a una nube de puntos una función lineal, lo que supone que cada  $x$  determina una  $y$  (que no es, en absoluto, cierto). Este tipo de análisis se ha desarrollado en campos en los que era lícito, pues se fundaba en una teoría apropiada del error: si en los resultados de un análisis químico los valores fluctúan debe de ser por fluctuaciones del operador o del aparato: a cada  $x$  corresponde una  $y$ , es lícito el ajuste de una función lineal. Pero, en general, las relaciones son multidimensionales. Por eso el q-análisis «ajusta» poliedros

social. Concibe la sociedad como una máquina no clásica. Una máquina clásica es una máquina determinística o probabilística de estados finitos. El concepto puede ser ampliado en dos sentidos: atribuyéndole capacidad de almacenar información (memoria) y dotándola de un dispositivo de secuencialización o temporización (reloj). Así se convierte en un *procesador*. Un ser vivo sólo sincroniza un medio: el medio real. Un ser hablante sincroniza —además— medios imaginarios y/o simbólicos: y los sincroniza entre sí. Una sociedad de individuos sería una máquina de funcionamiento concurrente (recordad a Von Foerster).

La historia continúa. El propio Pablo Navarro trabaja en la ampliación de las redes condiciones/sucesos a redes situaciones/acciones. En comunicación personal, escribe: «La noción de sistema reflexivo presupone un sujeto agente en una *disposición* (predominantemente) *teórica*. Pero la disposición teórica o contemplativa es sólo una de las que puede adoptar un sujeto agente. Dicho de otro modo, mi trabajo actual sobre situaciones y acciones trata de establecer una *ontología de la acción en general*, en tanto que el trabajo sobre sistemas reflexivos\* trata de establecer una *ontología* (no clásica) *de la acción teórica*».

Seguiremos informando.

Con esto hemos llegado a la novena y última jornada. Los dos textos que nos vamos a encontrar han sido escritos por el autor de esta introducción. Julián Marías escribió una vez una historia de la filosofía: culminaba en la filosofía de Ortega y Gasset, y daba la impresión de que todo el pensamiento occidental no era más que una preparación para esa filosofía. No es eso. En esos dos textos he pretendido presentar a profesionales de otros campos los problemas que plantea la investigación social. El primero («Las paradojas de la investigación social: una tarea necesaria e imposible») iba destinado a filósofos. En él analizo, desde una perspectiva más bien teórica, partiendo del carácter paradójico de las pruebas científicas, de la prueba teórica (según Gö-

del) y de la prueba empírica (según Heisenberg), las dificultades de la investigación social. El segundo («El grupo de discusión en la perspectiva de la nueva cibernética») iba destinado a cibernéticos. Es, desde una perspectiva más bien práctica, autocrítico. Mi única aportación más o menos original a la metodología de la investigación social es haber fundamentado metodológicamente y justificado epistemológicamente la técnica del grupo de discusión, que con Alfonso Ortí, Ángel de Lucas, Paco Pereña, José Luis de Zárraga y otros había desarrollado. Como aquí muestro, el grupo de discusión se queda a medio camino entre la perspectiva clásica y la no clásica (llega a la ciencia no clásica, pero no a la cibernética no clásica). El investigador sigue trazando arbitrariamente fronteras: forma el grupo y determina el tema de discusión. Se inscribe en el paradigma de control: extraer información de la base, para devolvérsela enajenada, como inyección de neguentropía, desde la cúspide. Al final del texto, hago algunos apuntes para su transformación a la perspectiva dialéctica. Cuando apareció mi libro *Del algoritmo al sujeto* dos críticos de orientación metodológica muy diferente, Alfonso Ortí (en *El País*) y Francisco Parra (en *Revista de Occidente*) señalaban en él una carencia: el no haber construido la que llamaba «perspectiva dialéctica». Tenían toda la razón. No la he construido, pero aquí apporto materiales para construirla. A ver quién se anima.

Antes de terminar, querría agradecer muy especialmente a Pablo Navarro, no sólo por los escritos suyos que me ha facilitado, sino también por haberme puesto sobre la pista de muchos de los otros materiales que aquí se incluyen. Se ha dicho que un buen profesor logra aprender de sus alumnos tanto como lo que ellos logran aprender de él. Yo debo de ser un profesor excepcional; pues, al menos en el caso de Pablo Navarro, he aprendido con él más de lo que él ha aprendido conmigo.

JESÚS IBÁÑEZ

\* Nos encontramos con él en la tercera jornada.

# I) CIENCIA Y CIBERNÉTICA

## 1) Aspectos teóricos

- Extractos de PABLO NAVARRO, «Cybernetics: from science of control to control of science», en «Support, Society and Culture. Mutual uses of Cybernetics and Science», conferencia celebrada en Amsterdam, del 27 de marzo al 1 de abril de 1989.

### 1. Conocimiento y comprensión

A veces cuanto más conocemos, menos comprendemos [...]. De una parte, el conocimiento parece ser una condición fundamental de la comprensión; de otra parte, a veces el conocimiento parece ser un obstáculo para el logro de una comprensión efectiva. Esta relación ambigua entre conocimiento y comprensión puede clarificarse si examinamos los diferentes modos en los que ambos conceptos están conectados a uno tercero: el concepto de acción.

En pocas palabras, mientras conocemos alguna *cosa*, comprendemos algún *acto*; si la realidad pretendida por un acto de conocimiento es un *objeto* (en el sentido de una realidad reificada), la realidad pretendida por un acto de comprensión es una *acción*. El fin de un acto de conocimiento es determinar un objeto; el fin de un acto de comprensión es determinar (efectuar) alguna acción. Aquí «determinar una acción» no significa caracterizar la acción como un *hecho* o colección de hechos; eso sería equivalente a objetivar y en consecuencia a *conocer* esa acción, no a *comprenderla*. Desde el punto de vista de la comprensión, determinar una acción significa organizarla específicamente como tal acción o, lo que es lo mismo, concebirla como un tejido concreto de propósitos, medios y procedimientos para ser ejecutada por un sujeto dado. En ese sentido, la comprensión puede ser definida como un proceso de (re)organización de nuestras acciones (o, vicariamente, de las acciones de algún otro). Las acciones, cuando son consideradas no como hechos, sino como actos, no son separables del sujeto actuante que las eje-



cuta. Esta es la razón de por qué no son objetos (que siempre son algo separable, cognoscible como distinto del sujeto actuante), y no pueden ser conocidas, sino que tenemos que comprenderlas [...].

## 2. Ciencia y acción

La ciencia es una forma de conocimiento. Por lo tanto, el principal objetivo de la ciencia es determinar objetos (u *objetividades*, es decir, sistemas en los que los objetos puedan ser coherentemente caracterizados), no comprender acciones. Como tipo de conocimiento, la ciencia es un producto de la acción. Pero la ciencia es la clase de conocimiento que sobresale por generar «objetividades duras», independientes de los sujetos que las determinan. Por eso la ciencia oculta quizás mejor que cualquier otra clase de conocimiento su condición de ser un producto de la acción. Sin embargo, la dependencia de la ciencia de la acción no puede ser disimulada completamente. Aparece, aunque en forma negativa, en el corazón mismo de las diferentes objetividades científicas (desde la física cuántica a los lenguajes formales), como limitaciones epistémicas intrínsecas de estas objetividades. En realidad, tales limitaciones (principio de incertidumbre [8], teorema de Gödel [7]) son precisamente las trazas dejadas por las acciones que necesariamente sostienen la constitución de estas objetividades científicas. El caso es que estas acciones son necesarias para construir las correspondientes objetividades, y sin embargo no pueden ser representadas dentro de estas objetividades que ellas producen.

La ciencia puede ser clasificada como clásica o no clásica según el carácter, absoluto o no, de las objetividades que describe. Característicamente, las objetividades contempladas por la ciencia clásica están libres de limitaciones epistémicas intrínsecas. Eso favorece la postulación de estas objetividades como realidades absolutas, autosuficientes y totalmente independientes de la acción del sujeto epistémico. Al contrario, la ciencia no clásica trata con objetividades cercadas por limitaciones epistémicas intrínsecas. Tales objetividades no son susceptibles de ser concebidas como realidades absolutas, autosuficientes y completamente independientes de la acción del sujeto epistémico. Ambas ciencias, clásica y no clásica, son formas de conocimiento, pero el estatuto de sus objetividades respectivas con respecto a las acciones que las sostienen es diferente [...].

## 3. Cibernética clásica

La creación de un marco para representar la acción objetivada fue la hazaña de la cibernética clásica. La definición original de Wiener de la cibernética como la ciencia del control y la comunicación en el animal y

la máquina [23] indica el modo en que esta representación de la acción iba a ser realizada por la nueva disciplina [...].

La cibernética clásica concebía la información como «materia» de la comunicación. El proceso de comunicación era enfocado como una especie de flujo de esta «materia» o mercancía no física; ciertamente, las etapas de ese flujo fueron caracterizadas como fenómenos de transducción informacional, en los que las informaciones eran reordenadas en formas nuevas. Sin embargo, a través de todas sus transformaciones, la información continuaba siendo la misma «substancia», porque era concebida como la objetivación formal de un acto básico: la decisión que implicaba la *selección*, entre un conjunto de opciones posibles, de un portador de significación. Así, a través de este concepto selectivo de información la noción de un acto de decisión era reducida a la de un «acto de elección», que podía ser objetivado elegantemente, tanto formalmente (por medio de una «Teoría de la información» *ad hoc*, como la de Shannon [18]) como materialmente (diseñando artefactos que procesen el trabajo con la información).

Si el concepto de información objetiva la noción de un acto de decisión en general, el concepto de control hace lo mismo en relación a la noción específica de objetivo (con más precisión: la noción de un acto que determina un objetivo). El control puede ser concebido como una clase particular de objetivo. El fin del control no es ejecutar un objetivo concreto, sino establecer y mantener las condiciones que aseguren la ejecución de objetivos concretos dentro de esquema dado [...].

Pero las acciones reales (humanas) están constituidas no sólo por actos de elección sino también, y más básicamente, por *actos de distinción* (Spencer-Brown [19]); la posibilidad de escoger entre alternativas presupone la capacidad de distinguir las entidades que constituyen estas alternativas. Cualquier acto de elección es *a posteriori* respecto al acto o actos de distinción que constituyen las alternativas de esa elección. Y el concepto selectivo de información puede sólo funcionar porque presupone la institución del esquema de distinciones cuyo (re)ordenamiento mediante elecciones ese concepto describe. En este punto la cibernética clásica se enfrenta inevitablemente con sus limitaciones innatas, y la necesidad de una nueva, no clásica, rama de la cibernética (Pask [17]) aparece con nitidez.

## 4. Cibernética no clásica

Si la cibernética clásica abstrae el aspecto decisorio de la acción y la formaliza mediante el concepto de un acto de elección, la cibernética no clásica abstrae también el aspecto objetivante de la acción y la formaliza mediante el concepto de un acto de distinción. Desde el punto de

vista de la cibernética no clásica, los actos básicos que preparan la acción no son, como la perspectiva clásica asume, actos de decisión entre alternativas, sino actos de distinción (actos que producen y reproducen una distinción). De acuerdo con esto, la cibernética no clásica postula conceptos de información y control que son diferentes de los conceptos selectivos que corresponden a la cibernética clásica, y pueden ser llamados conceptos *distintivos* o productivos de información y control (Pask [16]). Desde el punto de vista distintivo, información (Varela [20]) es la emergencia de una forma, la venida a la existencia de nuevos objetos o, mejor, de nuevas objetividades capaces de generar objetos (Navarro [14]). De modo similar, el control distintivo o productivo consiste en la emergencia de un objetivo o, con más precisión, en la emergencia de un metaobjetivo que consiste en la posibilidad de realizar un nuevo sistema de objetividades particulares.

Mientras la cibernética clásica abstrae la acción como un proceso selectivo, la cibernética no clásica abstrae la acción como un proceso distintivo (y sólo secundariamente como un proceso selectivo) —Von Foerster [21]— [...].

## 5. Cibernética y ciencia

La relación entre ciencia y cibernética puede ser caracterizada mejor a la luz de este análisis previo. La cibernética clásica es una ciencia específica y, al mismo tiempo, presupone la ciencia (y, en particular, algunas otras ciencias específicas). Primero, la cibernética clásica específica (mediante conceptos como información, control, etc.) su propia clase de objetividad científica. Segundo, la cibernética clásica *presupone* otras objetividades científicas (física, biología, etc.) como *medios* en los que puede materializar su objetividad peculiar. Esta materialización puede ser bien natural o artificial (efectuado por diseño tecnológico). Pero, tanto la ciencia particular que la cibernética clásica es como la ciencia que presupone son de tipo clásico.

La idea de objetividad característica de la cibernética clásica coincide con la de la ciencia clásica. La idea de objetividad de la cibernética clásica es la de la actividad de una máquina (clásica): completamente especificada, fiable y autosostenida. Esos rasgos son análogos a los postulados de determinismo de la ciencia clásica, necesidad y objetividad (en realidad, el universo de la física clásica —tal como es concebido— es precisamente la máquina clásica). Por eso, los objetos de la ciencia clásica son las materias primas apropiadas que son presupuestas para construir, dentro del esquema del diseño tecnológico, los sistemas artificiales de la cibernética clásica: estos objetos hacen realmente posible, al menos en teoría, la construcción de máquinas clásicas aproximadas. También por esto —además de razones históricas obvias— la cibernética clásica pre-

supone, y depende de, las objetividades proporcionadas por la ciencia clásica [...].

Pero las objetividades de la ciencia clásica son presupuestas por la cibernética clásica no sólo en el sentido de que son la base de incorporaciones tecnológicas de sistemas cibernéticos clásicos, sino también en el sentido de que son *a priori* con respecto a estos sistemas. En otras palabras, la constitución de sistemas cibernéticos de tipo clásico ensamblando ciertas objetividades científicas clásicas (es decir, las materialidades descritas por la electrónica y la óptica) no cambia la naturaleza de estas objetividades (el comportamiento de estas materialidades electrónicas y ópticas) en modo alguno. Obviamente, este ensamblaje determina la configuración particular de estas objetividades, pero no sus especificaciones generales. Las objetividades científicas presupuestas por la cibernética clásica siguen siendo las mismas antes y después de ser usadas para constituir sistemas cibernéticos clásicos [...].

Esta situación cambia en el caso de la cibernética no clásica. El fin (teórico) de la cibernética no clásica es el estudio de las relaciones entre la acción y sus efectos objetivantes, o lo que es equivalente, el estudio de las relaciones entre estos efectos a través de la acción y entre las acciones a través de estos efectos. Eso implica que la «idea de objetividad» de la cibernética no clásica no puede ser objetivista (en el sentido de objetivada de una vez para todas); no puede ser representada mediante el concepto de máquina clásica. Hacer eso sería equivalente a asumir la existencia de una «objetividad maestra» (usualmente asociada al punto de vista del sujeto epistémico) a la cual el proceso objetivante pueda ser traducido. Esa perspectiva sería equivalente a la reducción de este proceso objetivante al estatuto de configuraciones específicas de una objetividad *a priori* más o menos capaz de expresarlas. Y esto sería equivalente a una reformulación de estos procesos objetivantes dentro de un marco clásico revisado, caracterizado (Pask [15]) tanto por el *relativismo* como por el *reduccionismo* (las diferentes objetividades específicas serían relativas y reducibles a la objetividad maestra).

Desde un punto de vista genuinamente no clásico los procesos objetivantes no son contemplados desde una perspectiva reduccionista, aunque relativista. Son concebidos desde un punto de vista *productivo y reflexivo* (Navarro [13]), que se expresaría mediante el concepto de máquina no clásica; en este tipo de máquina, no se presupone la fiabilidad y la autodependencia, sino en cuanto generadas por medio de un proceso de reflexión epistémica (y también práctica y poética) entre distintos sujetos actuantes [...].

Si las objetividades que son adecuadas para incorporar sistemas cibernéticos clásicos son las de la ciencia clásica, las objetividades apropiadas para incorporar sistemas cibernéticos no clásicos son las de la ciencia no clásica. Los sistemas cibernéticos no clásicos serían

concebidos como máquinas no clásicas, y esa clase de máquinas (que poseen objetividad reflexiva, y por tanto no totalmente deterministas, independientes, etc.) no pueden ser materializadas a base de objetividades científicas clásicas: para darles cuerpo es necesario presuponer la clase de objetividades que suministra la ciencia no clásica. Estas objetividades no clásicas, al contrario de las clásicas, no son absolutas e independientes, sino sensibles al contexto de acción en el que emergen.

La relación entre la cibernética no clásica y la ciencia no clásica es recíproca —más específicamente, reflexiva— y productiva. La cibernética no clásica presupone la ciencia no clásica; pero la cibernética no clásica, como resultado de su operación, produce nuevos desarrollos de ciencia no clásica, de tal modo que esta ciencia no clásica ampliada presupone también la cibernética no clásica. En este sentido, hay dos ramas de ciencia no clásica: negativa y positiva. La ciencia no clásica negativa, epitomizada por principios de limitación, como el principio de incertidumbre o el teorema de Gödel, reconoce el fracaso del modelo clásico de objetividad y, por tanto, renuncia a afirmar una posición absoluta para clases específicas de objetividad científica. Pero no logra transformar esa desabsolutización en relativización efectiva. Por el contrario, la ciencia no clásica positiva, epitomizada por principios como el concepto de computación cuántica en Deutsch [2], comprende productivamente el abandono del absolutismo, considerando el carácter no absoluto de las distintas clases de objetividades científicas como condición para sus relaciones recíprocas (como muestra Deutsch, gracias al hecho de que la física real es cuántica, y no clásica, esos sistemas físicos pueden ser perfectamente simulados por un artefacto computador). Este punto de vista genuinamente relativista permite en realidad la interconexión de estas objetividades mediante su reflexión en la acción, la emergencia de nuevos dominios objetivos (por ejemplo, esa especie de «compufis» que sería el resultado de la reflexión, vía acción, entre teorías física y de la computación). En consecuencia, si la cibernética no clásica presupone la ciencia no clásica negativa, la ciencia no clásica positiva presupone la cibernética no clásica. En este caso, nos enfrentamos con una relación en dos sentidos.

La cibernética no clásica es la autoconciencia de la ciencia no clásica en cuanto actividad [...].

Esta concepción de la cibernética no clásica parece ser especialmente adecuada para enfrentarnos a las realidades sociales, que están caracterizadas por la concurrencia productiva de clases muy diversas de objetividades —entre éstas, las objetividades de las ciencias sociales—, asumidas por diferentes sujetos de acciones —entre ellos científicos sociales (De Zeeuw [3])—. Cuando se aplica a realidades sociales, el enfoque de la cibernética no clásica puede jugar un importante papel como elemento de apoyo de la acción social humana.

En efecto, la cibernética no clásica suministra en este caso, como en otros, la clase de conocimiento que es especialmente apropiado para ayudar a nuestra comprensión (así como induce la clase de comprensión especialmente adecuada para cambiar nuestro conocimiento en una dirección eficiente). Pero es especialmente útil en esta área de aplicación porque la vida social, al contrario que tipos más restringidos de acción, no puede ser imaginada como confinada dentro de los límites de una objetividad específica (Ibáñez [9]). Se trata inevitablemente de un proceso de trascender las objetividades en el curso de las interacciones sociales entre actores. Y, como consecuencia, la comprensión de la relación reflexiva entre estas objetividades, y entre las acciones que están detrás de ellas, puede jugar un papel decisivo para hacer posibles modos nuevos, más complejos y potentes en los que los actores envueltos puedan organizar su acción.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] COUFFIGNAL, L., *La Cybernetique*, París, PUF, 1963 (Que sais-je?).
- [2] DEUTSCH, D., «Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer», *Proceedings of the Royal Society of London*, A 400 (1985), 97-117.
- [3] DE ZEEUW, G., «Can social change be supported by inquiry?», *Kybernetes*, 13 (1984), 165-171.
- [4] HELLERSTEIN, N., «Diamond: a Logic of Paradox», *Cybernetic*, 1 (1985), 101-113.
- [5] GLANVILLE, R., «The nature of fundamentals, applied to the fundamentals of nature», en G. Klir (ed.), *Applied General Systems Research*, Nueva York, Plenum, 1978.
- [6] GLANVILLE, R., «Inside every black box there are two white boxes trying to get out», *Behavioral Science*, 27 (1982), 1-11.
- [7] GÖDEL, K., «On formally undecidable propositions of "Principia Mathematica" and related systems I», en J. van Heijenoort (ed.), *From Frege to Gödel*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1981 (1931).
- [8] GRIBBIN, J., *In search of Schrodinger's cat*, Wildwood House, 1984.
- [9] IBÁÑEZ, J., «Perspectivas de la investigación social: el diseño en la perspectiva estructural», en García Ferrando (ed.), *El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación*, Madrid, Alianza, 1987.
- [10] LANDAUER, R., «Fundamental Physical Limitations of the Computational Processes. An informal commentary», *Cybernetic Machine Group Newsheet* (Londres), 2 (1987).
- [11] MATURANA, H., «The notion of Cybernetics», *Continuing the Conversation*, 12, 7 (1988).
- [12] McCULLOCH, W., *Embodiments of Mind*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1965.
- [13] NAVARRO, P., «Cybernetics of (Im)possibility», en *Proceedings of the Conference on (Im)possible Worlds*, Amsterdam, 1987.
- [14] NAVARRO, P., *Sistemas reflexivos*, 1988 (de próxima aparición).
- [15] PASK, G., *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, Londres, Hutchinson, 1975.
- [16] PASK, G., «Organizational Closure of Potentially Conscious Systems», en M. Zeleny (ed.), *Autopoiesis: A Theory of Living Organization*, Nueva York, North Holland, 1981.
- [17] PASK, G., *The old and New in Cybernetic Fashions*, 1988 (de próxima aparición).

- [18] SHANNON, C. y WEAVER, W., *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949.
- [19] SPENCER-BROWN, G., *Laws of form*, Londres, George Allen & Unwin, 1969.
- [20] VARELA, F., *Principles of Biological Autonomy*, Nueva York, North Holland, 1979.
- [21] FOERSTER, H. VON [1976], «Objects: objects for (Eigen-)Behaviors», en *Observing Systems*, Seaside, Calif., Intersystems Publications, 1981.
- [22] GLASERSFELD, E. VON [1985], «Declaration of the American Society for Cybernetics», working paper 87-1, Edmonton, Canadá, Center for Systems Research, University of Alberta.
- [23] WIENER, N., *Cybernetics: or Control and Communication in the animal and the machine*, Nueva York, Wiley, 1948.
- [24] WINOGRAD, T. y FLORES, F., *Understanding Computers and Cognition*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1987.

## 2) Aspectos prácticos

- Extractos de GERARD DE ZEEUW, «Can social change be supported by inquiry?», *Kybernetes*, vol. 13 (1984), pp. 165-171.

### 1. Preguntas difíciles

Para contestar a una pregunta difícil, dos tipos de estrategia tienen generalmente algún valor. La primera es tratar de contestar a algunas preguntas más sencillas, antes de abordar la pregunta en cuestión. La segunda es tratar de contestar primero algunas preguntas más difíciles. Ambas estrategias serán empleadas para contestar a la pregunta que los editores de este volumen quieren que sea contestada [...].

Una de las preguntas más simples parece ser si, o no, por ejemplo, las organizaciones que ofertan transporte por ferrocarril pueden ser «consideradas como un sistema, y si en ese caso puede ser predicho, planificado, gobernado o dirigido de otra manera el comportamiento de tal sistema» [...]. Una respuesta obvia sería «Sí». La pregunta, por eso, nos lleva a la pregunta de si la sociedad como un todo es del mismo tipo que el sistema de transporte por ferrocarril. La respuesta obvia es «No».

[...] Debe haber un motivo para desear una respuesta a la pregunta [...]. Un motivo obvio sería: algún deseo de cambiar y mejorar tales sistemas. Para hacerlo se necesita conocimiento. Así, la pregunta más general y más difícil parece ser: ¿puede adquirirse tal conocimiento, por ejemplo, sobre la base del llamado paradigma de control que está implícito en la pregunta de los editores, o posiblemente sobre la base de algún otro paradigma? Una vez más, la respuesta a la pregunta de los editores puede encontrarse con más facilidad cuando el último tipo de pregunta es contestado.

[...] Una organización de ferrocarriles muestra una frontera bien definida; algunas actividades y material están dentro y algunas fuera. El jefe de estación y el

viajero (u operador interno y cliente de la organización) no se confunden fácilmente. Esa frontera es a la vez parte del diseño de la organización, y puede ser considerada como manteniéndose a sí misma. Dentro de tal frontera pueden distinguirse varios elementos y relaciones (departamento financiero, departamento de comunicaciones, propiedad del material). La función de qué es lo que está a un lado de la frontera puede cambiar dadas algunas señales desde el otro lado —por ejemplo, cuando las demandas de los clientes conducen a nuevos servicios, y nuevos servicios conducen a cambios en los planes de viaje de los viajeros—. Se puede también mover la frontera, cuando la organización crece (o decrece) en tamaño o funciones: la organización puede, en ese caso, ser diferenciada en subsistemas que ayudan a cambiar las señales que pasan la frontera [...].

Afirmaciones similares pueden hacerse sobre el sistema legal, el sistema fiscal, el sistema educativo, el sistema militar, el sistema económico..., todos con fronteras bien definidas, construidos por los hombres y sostenibles.

Hay, sin embargo, una mayor complicación. Aunque hay en la sociedad sistemas del tipo particular que hemos discutido aquí, la sociedad misma no puede pertenecer a este tipo de sistemas. Y si no pertenece debe abandonarse la idea de que su desarrollo puede ser apoyado por encuestas sobre la base del paradigma de control; esto es, la pregunta sugerida arriba se hace aun más importante. Qué tipo de investigación puede ayudar a cambiar y mejorar la sociedad, qué paradigma puede apoyar tal investigación. La relación entre tal paradigma y el paradigma de control puede ser desde luego de algún interés en sí misma.

Hay algunas razones claras para afirmar que la sociedad no pertenece necesariamente a la misma clase de objetos que los sistemas de ferrocarriles, los sistemas fiscales, etc. [1, 2]. En primer lugar, aunque todos esos sistemas estén encajados en la sociedad, la sociedad misma difiere de cada uno de ellos. Así, la sociedad no es normalmente algo que esté construido por los hombres en el sentido de que cada una de esas organizaciones lo es [...]. Una segunda razón puede ser que

hay algo ambiguo respecto a organizaciones como el sistema de transporte. Hay muchas interacciones con otros sistemas que en parte pueden ser consideradas como perturbaciones, en parte como estímulos para el sostenimiento como sistema, en parte como inducciones para el diseño de más sistemas de ese tipo. Así, las predicciones sobre el comportamiento a un cierto nivel de abstracción a menudo fracasan, debido al hecho de que las reacciones al funcionamiento de un sistema ocurren a diferentes niveles que tienen influencia unos sobre otros a lo largo del tiempo. El servicio de ferrocarriles sufre la influencia de las decisiones del gobierno, pero también de las condiciones de mercado sobre las que influyen las decisiones del gobierno, y que a su vez influyen en el comportamiento del consumidor a un nivel individual. Tales interacciones hacen que sea difícil el control como parte del problema de dirección para cualquiera de los sistemas que interactúan. Entonces, cada sistema como parte de la sociedad no es un buen modelo para el todo de la sociedad —ni la sociedad lo es por lo tanto para esos sistemas—.

Un análogo o metáfora puede ser de alguna utilidad aquí para ilustrar el tipo de razonamiento. Es posible construir muchos lenguajes formales, como la geometría euclídea, la topología diferencial, los lenguajes de computación (regular, sensible al contexto), y así sucesivamente [...]. Todos esos lenguajes formales están encajados en el lenguaje natural, esto es, «nuestro» lenguaje, y a través de él conectados con otros lenguajes formales. Pero el lenguaje natural no es un lenguaje formal [...]. De modo similar, sistemas que pueden ser dirigidos pueden ser construidos en una sociedad, pero una sociedad no puede ser construida, con toda probabilidad, en un sistema susceptible de ser dirigido [...]. Lo mismo que el lenguaje natural, la sociedad no puede ser fácilmente reducida a alguna clase de «super»-objeto [...].

[...] Hay aún una interesante pregunta: ¿cómo diseñar la investigación de modo que el desarrollo de la sociedad pueda ser apoyado para que vaya en ciertas direcciones y no en otras? [...].

## 2. Cambio social

Las siguientes dos observaciones serán adoptadas como asunciones para ayudar a contestar a la nueva pregunta. Primero, una sociedad en su estado presente es considerada como resumiendo un proceso histórico, cuyas condiciones iniciales son desconocidas y se admite que son incognoscibles. Segundo, hay muchas maneras de que este proceso pueda sufrir influencia de individuos o grupos que participen en él.

La primera observación tiene relación con lo que

se dijo arriba sobre sistemas de ferrocarriles o similares. Tales sistemas comienzan en algún punto del tiempo: se toma una decisión para tener una fuerza de policía o alguna clase de jurisdicción, etc.[...] El comienzo para una sociedad no puede ser fácilmente precisado; lo mismo que el comienzo para un nuevo lenguaje natural.

La segunda observación deriva de los muchos cuentos o historias que pueden ser contados sobre el desarrollo de una sociedad. [...] En cada uno de esos cuentos las contribuciones de ciertos actores son realizadas y rebajadas las de otros, pero todos contribuyen [...].

El tejido en el que tales contribuciones son realizadas puede ser llamado el proceso político [3, 4]. En este proceso, los actores actúan cada uno sobre la base de normas y valores diferentes, con recursos diferentes; a la vez adquiridos y definidos por la marcha del proceso político. Este proceso implica algunas restricciones sobre la variabilidad de tales recursos, normas y valores [...].

[...] El proceso político es urdido por actores, que pueden tener problemas que cambien sus actividades. De ello puede resultar cambio social. El problema general planteado en este escrito es cómo puede ser apoyado tal cambio.

Un candidato claro para ese proceso de apoyo es una encuesta sistemática [...].

## 3. Papel y forma de la encuesta

Parece bastante claro a nivel general que la encuesta\* sistemática puede imitar realmente a un actor fuerte, con muchos recursos y argumentos bastante convincentes. Ejemplos claros de lo que un actor tal puede hacer son la introducción: de cambios sociales para prevenir epidemias mediante medidas sanitarias; [...] de cambios en los sistemas de transporte sobre la base de innovaciones tecnológicas [...].

La «investigación» puede ser un actor muy débil también. Tal es el caso, desde luego, donde temas no decidibles científicamente parecen estar involucrados. Por ejemplo: ¿competirán el señor X o la señora Y por una plaza en las elecciones? Otros casos envuelven resultados donde el problema de la justificación de tales resultados no ha sido resuelto adecuadamente. Un ejemplo es la introducción de la idea de que el aprendizaje se acelera cuando los errores son castigados [5], lo que no puede soportar una investigación posterior. Parte de la fuerza del actor-investigación depende de que disponga de recursos fiables de argumentación fuera del proceso político (o una naturaleza experimental o teórica).

\* La palabra «encuesta» (*inquiry*) no es usada aquí en el sentido restringido de encuesta estadística, sino en un sentido general (algo así como en Foucault). [N. del T.]

En casos como los de arriba, la investigación en el papel de actor fuerte conduce a ventajas para la mayor parte o para todos los actores involucrados. Esto es, estas ventajas pueden ser definidas en términos generales como «continuación de la vida», «participación en los recursos culturales», «acceso al uso de las fuentes de energía» y así sucesivamente. Tales valores pueden ser comunes a todos los actores; otros que se derivan de ellos pueden ser más variables. Así, algunos actores pueden usar la mayor duración de su vida (lograda por la medicina) para estudiar, otros actores para ganar poder, etc. Los ejemplos apoyan la idea de que los cambios sociales derivados de actores-investigación fuertes son las más de las veces ventajosos, en cuanto más contribuyen a la posibilidad para los actores de usar recursos acordes con sus propios valores, sin que impidan su uso por otros actores.

Ahora es posible evaluar con alguna extensión el uso del paradigma de control para adquirir conocimiento para cambiar los sistemas en la sociedad. La pregunta será en qué medida tal investigación puede imitar a un actor fuerte. Supongamos que tenemos un sistema como el sistema de ferrocarriles. La primera etapa en el uso del paradigma de control es construir un modelo del sistema que modele su comportamiento [6, 7]. Tal modelo haría posible la predicción, y de ahí, como segunda etapa, la dirección; esta última en el sentido de que las condiciones para el comportamiento futuro pueden ser elegidas sobre la base de una elección de las consecuencias sobre el comportamiento previsible a partir de esas condiciones.

Hay algunos inconvenientes importantes para este enfoque. El primero es que confía fuertemente en ser capaz de modelar el sistema, que a su vez depende fuertemente de la posibilidad de tener fronteras firmemente separadoras. Sólo cuando esto último se da puede construirse un modelo, con algún resumen de condiciones ambientales. De aquí que, cuando la dirección es emprendida, la condición principal para el éxito es la capacidad para mantener las fronteras originales. De este modo, la investigación sobre la base del paradigma de control tendrá un efecto conservador sobre los sistemas a ser cambiados. Hará solamente posible cambiar el comportamiento en la medida en que el sistema no ha cambiado. Un segundo inconveniente arranca precisamente de aquí: el sistema no cambia, pero su comportamiento puede sufrir influencias del exterior vía uso del modelo. Esto evitará que el sistema empiece a usar, por ejemplo, recursos no usados. Esto último puede permanecer realmente invisible, ya que los cambios serán dirigidos hacia condiciones ya visibles en el modelo [3, 8, 9].

La conclusión debe ser que mejorar la capacidad de dirección es posible vía uso de un paradigma de control en la encuesta. Pero sus efectos son limitados: los cambios del sistema en cuanto tal serán evitados. [...] Cuando tales sistemas sean diseñados para proporcio-

nar soluciones a ciertos problemas (por ejemplo, de transporte), pero fracasen, su existencia continuada hace emerger nuevos problemas. Esto último puede ser denominado problemas pos-solución, o problemas PS.

De aquí que cambiar sistemas en la sociedad, o aun la sociedad misma, está claro que sólo puede llegar a ser posible para un actor-investigación que resuelva tales problemas PS. En caso contrario, parecerá un actor débil o, más precisamente, un actor fácil para caer bajo la influencia de otros actores (conservadores) en el proceso político. El paradigma de control no convierte a la investigación en actor fuerte, en el proceso de cambiar la sociedad. Algunos otros paradigmas parecen necesarios para este propósito.

#### 4. Paradigmas para actores-investigación fuertes

[...] Los rasgos principales del enfoque estándar pueden ser resumidos convenientemente como sigue [10, 11]:

*a)* Se asume que la cualidad de una contribución de la investigación al proceso político puede ser separada en dos partes. Una parte envuelve lo que es independiente de los valores de diversos actores. La otra, lo que depende de ellos. La investigación sólo contribuye a maximizar los valores de la primera parte.

*b)* Se asume que todos los fenómenos pueden ser separados en grupos que se relacionan unos con otros; hasta tal punto que cada grupo puede y debería ser estudiado independientemente de los otros. Esta es la asunción de aislamiento. Cuando y donde tal aislamiento fracasa, aun se asume que es importante buscar una «cuasi-aislabilidad» o «cuasi-separabilidad».

[...] Un elemento de fuerza es que la fuente de poder (argumentos, conocimiento justificado) es buscada fuera del proceso político (punto *a*). Esta fuente es incontestable: sus contribuciones son incontestables cuando se usan buenos resultados científicamente justificables. En realidad, algunos de los problemas que surgen en, y vía, el proceso político pueden ser debidos al hecho de que generalmente sólo unos pocos actores hacen uso de esta fuente de poder.

La separación entre la parte dependiente de valores y la parte independiente de valores puede ocasionar debilidad también: algunos actores pueden intentar mantener los resultados de la investigación como neutrales respecto a las relaciones de poder, descalificándolos como políticamente irrelevantes. Y en un sentido tienen razón. Se puede redefinir el proceso político como un área donde el único debate es sobre qué criterios dependientes del actor deberían ser satisfechos. En la práctica, parece que la debilidad de esta asunción de independencia es más visible que su fuerza.

La asunción de aislamiento sería bastante aceptable cuando los sistemas sociales pueden ser considerados

como independientes y separables [12]. La mayoría de los sistemas de apoyo societal (como el sistema de ferrocarriles), sin embargo, no son independientes en este sentido. Son construcciones, y necesitan un esfuerzo continuado para mantenerse, por parte de actores tanto internos como externos. De aquí que su existencia sea temporal. Y las descripciones de su funcionamiento no pueden ser independientes del proceso político en el que funcionan, y que hace existir a las organizaciones descritas. Por eso, tales descripciones no pueden funcionar directamente como fuentes de poder externo al proceso político. Es decir, pueden, pero sólo en algunos casos especiales, por ejemplo, cuando sería posible que las organizaciones se mantuvieran independientemente del proceso político [...].

Como conclusión general, tenemos que el enfoque estándar sólo puede conducir a la imitación de un actor débil; esto es, cuando uno intenta cambiar un sistema social como el sistema de ferrocarriles. Puede, desde luego, imitar también a veces a un actor fuerte (con algunas limitaciones descritas arriba), por ejemplo, en situaciones donde los fenómenos están realmente aislados y son separables [...].

La interpretación de estas conclusiones conduce a la siguiente idea. La debilidad descrita puede, en efecto, ser debida a una apuesta demasiado alta. El actor-investigación toma como fuente de poder lo que es independiente de los valores del actor: si esto se acepta, no hay ninguna razón para que cualquier actor no sea «hiperpoderoso». Así llegamos a la pretensión de que el actor-investigación es al final el único actor: o al menos de que es un superactor. En la práctica, esta es una apuesta muy alta. Los resultados de la investigación nunca tienen este tipo de poder, dependientes —como los fenómenos de los que trata— del proceso político mismo: ellos mismos son productos de ese proceso.

Para remediar este tipo de debilidad se pueden hacer dos cosas. O bien se acepta la debilidad y se trata de usarla, como ocurre en el caso donde se organiza un proceso político conservador. Pero en este caso se pierde el objetivo de usar la encuesta para apoyar el cambio y la mejora. O se tiene en cuenta alguna variabilidad en el proceso de investigación. Una variación obvia es diseñar la investigación sobre la base de la idea de actores múltiples, donde no es asumido un actor-investigación que sea dominante en última instancia [13, 14] [...].

## 5. Cambio social preferido

[...] Parece razonable basar el *diseño con actores múltiples* sobre una reformulación de las características referidas. Lo que sigue es un intento:

a) No se asume ninguna distinción entre la parte de valores independientes del actor y la parte depen-

diente, como un *a priori* generalmente posible y necesario. En vez de eso, la cualidad de cualquier contribución de la investigación al proceso político es asumida como separable entre partes de valores, distintos, y posiblemente diferentes, para cada actor en ese proceso. La investigación contribuiría a maximizar los valores en alguna o en todas las partes, sin la concomitante pérdida de valores en alguna de tales partes.

b) Se asume que los fenómenos pueden ser agrupados y que cada grupo puede ser descrito o modelado. Pero la elección del agrupamiento es relevante para contestar a la pregunta de si, o no, tales descripciones o modelos contribuyen a lo que los actores hacen en el proceso político. Esta asunción implica que ningún grupo de fenómenos puede ser estudiado independientemente de los otros; y que tampoco puede hacerse una descripción o modelo «exhaustivo», en el sentido de que el agrupamiento de que depende no puede ser describible o modelable de modo semejante.

Primero, se debería advertir que estas dos asunciones no violan lo que podría llamarse la identidad general del hacer de la investigación. La diferencia con las formas estándar de investigación está sólo en el hecho de que tales distinciones pueden estar basadas en su totalidad en elecciones hechas por el investigador [15, 16, 17]. En efecto, las formas estándar de investigación resultan cuando en la presente formulación se asume que uno de los actores es la «naturaleza», y que es un actor dominante y que suministra la base para las contribuciones independientes de los actores, así como los fenómenos para la construcción de modelos «exhaustivos» e independientes.

Segundo, la mencionada debilidad de las formas estándar de investigación, en términos del proceso político, ha sido eliminada. Por hipótesis, asegura que el actor-investigación no se basa a sí mismo en algo que pueda ser fácilmente definido como irrelevante para tener fuerza como actor en el proceso político (actor independiente de valores); ni en algo que haga al actor «demasiado» fuerte (en el sentido de la pretensión de un único actor). La segunda asunción asegura que un «grupo» como un sistema de ferrocarriles no sea estudiado independientemente. El «agrupamiento» del que tal grupo deriva determinará lo que es considerado como relevante para el sistema y que, por eso, debe ser modelado. Y la elección de tal agrupamiento puede depender del valor del actor en el proceso político. De aquí que sea elegido un agrupamiento que o bien lleve a un rediseño de algún sistema y del grupo de fenómenos que construye, o bien a su mantenimiento continuado [...].

La interdependencia entre los actores conducirá a que el proceso político produzca resultados benéficos para todos los actores participantes [18, 19]. Tales resultados vendrán en forma de sistemas, diseñados y construidos como sistemas de apoyo para los actores, y tales que también su mantenimiento sigue siendo

provechoso para estos actores. El desarrollo de sistemas de este tipo contribuye a lo que puede llamarse cambio social «preferido».

## 6. Conclusiones

[...] La respuesta resultante puede ser resumida en los siguientes puntos:

i) Sí, hay sistemas en una sociedad que pueden ser «considerados como un sistema, y entonces el comportamiento de tal(es) sistema(s) (puede) ser predicho, planificado, gobernado o dirigido de otra manera». Tales sistemas pueden ser en efecto considerados de ese tipo, esto es, que ejemplifican el concepto de paradigma de control.

ii) No, una sociedad es un todo —esto es, la matriz en la que tales sistemas crecen y se desarrollan— y no es posible hacer que sea del tipo formulado en el punto i).

iii) Sí, tales sistemas pueden ser estudiados como parte de una investigación basada en el paradigma de control. Pero, cuando son diseñados socialmente, el uso de los resultados de tal investigación puede ser solamente de naturaleza conservadora. El cambio social de una naturaleza fundamental puede y debe ser apoyado por investigaciones conformadas por un tipo diferente de paradigma.

iv) Sí, el cambio social preferido (esto es, beneficioso para todos los actores en una sociedad) es posible: ocurrirá como producto (epifenomenal) del proceso de diseño de sistemas del tipo descrito en el punto i); la investigación relevante trata de prevenir el tipo de problemas pos-solución. [...].

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] SOROKIN, R.A., *Modern Historical and Social Philosophies*, Nueva York, Dover, 1963 (1950).  
 [2] WENTINCK, A.A., *Sociale Planning in de Verzorgingsstaat*, La Haya, Vuga, 1976.

- [3] MANN, J., *Changing Human Behaviour*, Nueva York, Charles Scribner & Sons, 1965.  
 [4] SKIDMORE, W., *Theoretical Thinking in Sociology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975.  
 [5] HOLZHAUER, F.F.O. y VAN MINDEN, J.J.R., *Psychologie. Theorie en Praktijk I*, Leiden, Stenfert Kroese, 1975.  
 [6] CONANT, R.C. y ASHBY, W.R., «Every good regulator of a system must be a model of that system», *Int. J. System Sci.* 1. 2. (1970), 89-87.  
 [7] DOREIAN, P. y HUMMON, N.P. *Modeling Social Processes*, Nueva York, Elsevier, 1976.  
 [8] ACKOFF, R.L., *Redesigning the future. A Systems Approach to Social Problems*, Nueva York, Wiley-Interscience, 1974.  
 [9] PERSSONS, B. (ed.), *Surviving Failures. Patterns and Cases of Project Mismanagement*, Estocolmo, Almqvist and Wiksell, 1979.  
 [10] POPPER, K., *Objective Knowledge*, Oxford, Clarendon Press, 1974 (1972).  
 [11] STEGMULLER, W., *Main Currents in Contemporary German. British and American Philosophy*, Dordrecht, Reidel, 1969.  
 [12] SIMON, H., *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, MIT Press, 1969.  
 [13] DE ZEEUW, G., «Analysis of Systems Support», en R. Tomlinson (ed.), *Systems Analysis*, Londres, Pergamon Press, 1984.  
 [14] DE ZEEUW, G., «Replacing Models by Actors», en J.P. Van Gigch (ed.), *Metasystems and Metamodels*, Londres, Pergamon Press. en prensa.  
 [15] BATESON, G., *Mind and Nature*, Nueva York, Dutton, 1979.  
 [16] VARELA, F.J., *Principles of Biological Autonomy*, Nueva York, North Holland, 1979.  
 [17] HOFSTADTER, D.R. y DENNET, D.C. (eds.), *The mind's 1*, Toronto, Bantam Books, 1981.  
 [18] BENSELER, F., HEJL, P.M., y KÖCK, W.K. (eds.), *Autopoiesis. Communications and Society*, Fráncfort, Campus, 1980.  
 [19] VAN DER CAMMEN, H., *De Binnenkant van de Planologie*, Muiderberg, Coutinho, 1979.  
 [20] GROEN, P.A., KERSTEN, A. y DE ZEEUW, G., *Beter Sociaal Veranderen*, Muiderberg, Coutinho, 1980.  
 [21] PHILLIPS, L.R., «A Theory of requisite decision modelling», *Conference Preparation Book. Ninth Research Conference on Subjective Probability, Utility and Decision Making*, Groninga, 1983.  
 [22] STAMPER, R., *Why we need a logic of action for practical decision support* (Memo Draft), London School of Economics, 1983.  
 [23] DE ZEEUW, G., «Speeding up improvement», en G.E. Lasker (ed.), *Applied Systems and Cybernetics*, vol. I, Nueva York, Pergamon Press, 1981.  
 [24] DE ZEEUW, G., «Is there really something better», *SCIMA, Journal of management and applied cybernetics* 2, 3, 10 (1981-1982).



## II) LOS AVATARES DEL SUJETO

### Introducción

- Artículo de JESÚS IBÁÑEZ, «Los avatares del sujeto» (1986, inédito).

*Avatar* es, en la mitología hindú, una encarnación. Para ser sujetos, tenemos que encarnarnos en el orden simbólico: orden del metabolismo social; del intercambio de objetos, de sujetos y de mensajes. Uno, para ser sujeto, ha de ser sujetado por ese orden («Ningún sujeto tiene razón para aparecer en lo real, salvo que existan allí seres hablantes», ha escrito Lacan).

El sujeto es efecto, no causa, del orden simbólico. El orden simbólico preexiste a los individuos: cuando nacen tiene ya preparado, para cada uno, su lugar (en el conjunto de las relaciones sociales).

Al encarnarse en el orden simbólico, el sujeto queda dividido en sujeto del enunciado y sujeto de la enunciación. El sujeto es representado en la cadena hablada por un nombre —o por un pronombre—, por un significante. Como quedan representados los otros sujetos y, en general, el mundo. Así desaparece la posibilidad de toda relación inmediata: toda relación posible queda mediada por el orden simbólico. El sujeto —dividido— queda, a la vez, excluido del orden simbólico y representado en él. El inconsciente es el efecto de esta situación. Es el refugio del sujeto «verdadero», de la parte del sujeto que no encarna en el orden simbólico, que no es metabolizada —ni metabolizable— por la sociedad.

La estructura del orden simbólico no es inmutable. Cambia con el tiempo, y cambia —por tanto— la estructura del sujeto. Se cruzan dos movimientos: un movimiento de represión que produce el desvanecimiento del sujeto (que pierde su profundidad vertical, para quedar aplanado en la horizontalidad superficial del intercambio); y un movimiento de retorno de lo reprimido (del sujeto de la enunciación). Se puede hacer coincidir el primer movimiento con la modernidad, y el segundo —que actúa ya en la modernidad— con la posmodernidad.

## El sujeto del enunciado

En toda economía (política, libidinal o significativa), se cruzan dos procesos: el proceso vertical de la producción/consumo (operaciones irreversibles) y el proceso horizontal de la circulación (operación reversible). La economía capitalista abate el orden vertical sobre el orden horizontal: borra en el producto las huellas, tanto del objeto (materia prima) como del sujeto (fuerza de trabajo).

El intercambio está regulado por una ley de valor, por un equivalente general de valor (moneda, padre, lengua). El equivalente cumple tres funciones: arquetipo ideal (ausente), ficha para el intercambio simbólico (representado), o medio de pago o tesoro reales (presente). Así, el oro funciona en la producción como patrón, en la circulación como pieza, en el consumo como lingote (para pagar o atesorar); el padre nos da el nombre, emite ideas e ideales y nos engendra; la lengua mide la verdad, es el instrumento para conversar con nuestros semejantes y constituye el tesoro de nuestra memoria.

La ley de valor constituye a la vez la forma de la objetividad y la forma de la subjetividad. En la época en que escribía Descartes —albores de la modernidad— los equivalentes de valor eran completos: cumplían las tres funciones. La moneda, el padre y la lengua eran de oro puro. El habla estaba cubierta por la verdad y era convertible en ella. Había congruencia entre lo individual y lo universal, el habla reflejaba la verdad del objeto y expresaba la verdad del sujeto. Había un lugar, el lugar del sujeto transcendental que diseñó Kant o el lugar de la coincidencia entre el espíritu subjetivo y el espíritu objetivo que diseñó Hegel, en el que era posible la existencia de un sujeto «absoluto» (verdadero).

Pero, arrastradas por la ley de Gresham, la moneda (de papel), el padre (de boquilla) y la lengua (de falsilla) pierden sus funciones de arquetipo y tesoro. La moneda no está cubierta por la belleza (oro), el padre no está cubierto por el bien, la lengua no está cubierta por la verdad. Los tres son inconvertibles: flotan. Ya no es posible, al mismo tiempo, reflejar la verdad del objeto y expresar la verdad del sujeto. La verdad del objeto se degradará en economicismo (noble en Marx, trivial en sus interpretaciones burguesas), la verdad del sujeto se degradará en psicologismo (noble en Freud, trivial en sus interpretaciones burguesas). Por una parte, los equivalentes de valor se repliegan en su función de medios de intercambio, por otra parte se interrumpe la comunicación entre las economías política, libidinal y significativa.

El cubismo, por ejemplo, expresa —según Jean-Joseph Goux— la nueva situación. Dos rasgos definen el cubismo: multiplicación de las perspectivas y desfiguración parcial impuesta por la lógica de la composición.

Ya no hay lugar transcendental para el sujeto: el sujeto «absoluto» se ha transformado en una serie de sujetos «relativos». Ya la figuración no copia lo figurado: el valor se desplaza de la fidelidad referencial (adecuación a la realidad) a la convención estructural (coherencia del discurso). La misma distancia que hay en pintura entre realismo y cubismo hay en literatura entre Zola y Gide. *Los monederos falsos* es —para Goux— una novela cubista: multiplicación de perspectivas y desfiguración (los personajes son desplazados por ideas). El sujeto y el objeto empiezan a ser puestos en cuestión.

Del realismo al cubismo, del cubismo a la abstracción. Ya no hay figuración (y, por tanto, no hay objeto), ya no hay perspectiva (y, por tanto, no hay sujeto). No hay unidad de medida —el hombre ha dejado de ser la medida de todas las cosas—, no hay tesoros —la belleza, el bien y la verdad nos están vedados—. El ser, como dijo Heidegger y repite Vattimo, se ha degradado en valor. Es puro valor de cambio. Se ha completado la monetarización: en un mundo sin verdad, el juego de significantes vacíos es la única verdad (Goux). El significante no remite ya a un referente (ni siquiera a un significado), sino a otro significante.

La concepción lacaniana refleja y expresa esta situación. Bajo la ley de valor de moneda completa, la ley «cultural» estaba sometida a la ley «natural»: simplemente garantizaba la equivalencia entre lo que hay (el valor nominal) y lo que es (el valor real). El valer estaba sometido al ser. Ahora, la ley de valor es una ley despótica, que obliga a circular a objetos, sujetos y mensajes, pagables con monedas de curso forzoso. Todo es, en el intercambio de objetos, moda; en el intercambio de sujetos, política; en el intercambio de mensajes, publicidad.

## El sujeto de la enunciación

El sujeto de la enunciación no se resigna a perder lo bello, lo bueno y lo verdadero. Reivindica equivalentes de valor que sean, otra vez, unidad de medida y tesoro. El movimiento que desemboca en el surrealismo reivindica el tesoro. El movimiento que desemboca en el formalismo reivindica la unidad de medida. Es el retorno de lo reprimido en el objeto y en el sujeto. No hay cobertura en la horizontal de la circulación: la hay en la vertical, arriba está el ideal, abajo el tesoro.

El romanticismo y el surrealismo intentan recuperar el sujeto «verdadero». Bajo el régimen de moneda completa, lo real aparece en la perspectiva del objeto como exterioridad empírica: bajo el régimen de moneda incompleta —sólo circulante—, lo real aparece en la perspectiva del sujeto como interioridad experiencial. Hay una aplicación de la oposición racional/emocional a la oposición objetivo/subjetivo. El tesoro es el in-

consciente (lo que en el individuo resiste): de ahí, por ejemplo, el énfasis puesto en la locura y —en general— en el descenso a los infiernos.

La modernidad es, desde su raíz protestante, iconoclasta (Goux). La música (modulación del tiempo) desplaza a la pintura (modelación del espacio). En lo audible, el alma habla al alma. Bach culmina la abstracción en música (su algebrización). Kandinsky busca los arquetipos en la forma (arquetipos de la recta: vertical, horizontal, oblicua) y no en el contenido. Mallarmé opondrá al concepto denotado la idea connotada: la idea que hace resonar la melodía del alma (al oro del financiero opone el oro del poeta).

Son movimientos condenados a naufragar. Escribe Lacan: «Pienso que la consigna de un retorno a Descartes no sería superflua». Retorno, sin duda, a la duda. Antes de hacer hablar a los hechos hay que preguntar por las condiciones de sentido que nos los dan por tales. Desde que Velázquez pintó a Velázquez pintando el cuadro que pinta Velázquez, hasta que Patino filmó a Patino filmando el filme que filma Patino, abundan las obras de arte que son una pregunta por las condiciones de posibilidad de la obra de arte. El sujeto —«absoluto», «relativo»— se ha desvanecido: sólo queda la posibilidad de un sujeto «reflexivo». Son las tres posiciones del sujeto en física: clásica, relativista y cuántica. El sujeto es interior a la representación, que es interior a lo representado. Foucault ha buscado, en

la genealogía de las prácticas de sí, las condiciones de posibilidad del sujeto.

La relación epistemológica ha sido sucesivamente, según Serres, sujeto/sujeto (certidumbre individual), sujeto/objeto (condiciones invariantes de la experiencia) y objeto/objeto (capacidad compartida de retener la información). La profundidad vertical (el sujeto de la enunciación) está en lo que de objeto hay en el sujeto. La horizontalidad superficial está en lo que de sujeto hay en el sujeto (en una intersubjetividad transcendental).

Después del descentramiento del sujeto (Copérnico, Darwin, Freud), un nuevo centramiento (principio antrópico). No soy una anomalía en los márgenes, soy un dispositivo de reflexividad que el universo se pone en su centro. El universo es como es porque yo soy como soy. Nos hemos descentrado de un falso centro (el alma), para centrarnos en un centro verdadero (el cuerpo): el hombre vuelve a ser la medida de todas las cosas, porque ha recuperado sus tesoros (lo inconsciente, lo vivo, lo material en el sujeto).

## BIBLIOGRAFÍA

- ARISTÓFANES, *Las ranas*, Valencia, Prometeo.  
 GIDE, A., *Los monederos falsos*, Barcelona, Seix Barral, 1985.  
 GOUX, J.-J., *Economie et symbolique*, París, Seuil, 1973.  
 —, *Les monnayeurs du langage*, Auvers, Galilée, 1984.

## 1) Las posiciones del sujeto

- Artículo de JESÚS IBÁÑEZ, «Relatividad y física cuántica sacuden las ciencias sociales», *Tendencias Científicas y Sociales*, I, 6, septiembre (1988).

Las mecánicas relativista y cuántica no cancelan la mecánica newtoniana: la delimitan. Hoy sabemos que una vale para móviles de velocidad casi nula en relación a la velocidad de la luz (entonces vale la relativista), y otra para masas casi infinitas en relación a la masa de un electrón (entonces vale la cuántica).

Las revoluciones relativista y cuántica distorsionan la relación sujeto/objeto. En mecánica newtoniana, el sujeto está separado del objeto. En mecánica relativista, el sujeto es deformado por el objeto: sus parámetros básicos —como espacio, tiempo y velocidad—

quedan transformados cuando observa/manipula el objeto. En mecánica cuántica, el objeto es deformado por el sujeto: al observarlo/manipularlo, lo transforma.

El sujeto es —respectivamente— absoluto, relativo y reflexivo. En mecánica newtoniana, puesto que el sujeto y el objeto no se deforman entre sí, hay una posición absoluta para el sujeto: un lugar privilegiado para el acceso a la verdad, el lugar del sujeto transcendental kantiano. En mecánica relativista, puesto que el sujeto es deformado por el objeto, hay un conjunto de posiciones relativas para el sujeto: el acceso a la verdad exige una conversación entre todos los observadores posibles (pues la observación es relativa a las condiciones de observación), los lugares de la intersubjetividad transcendental. En ambos supuestos, hay uno o más lugares transcendentales: el sujeto puede observar/manipular los objetos desde uno o varios lugares exteriores a ellos. En mecánica cuántica, finalmente, puesto que el objeto es deformado por el sujeto, no hay posición exterior —ni absoluta ni relativa— para el sujeto: sujeto y objeto desaparecen en la relación/operación

de observación/manipulación, lo que observa/manipula el sujeto no es un objeto, sino la observación/manipulación de un objeto. El sujeto se hace reflexivo.

Así como Kant codificó en términos filosóficos la concepción newtoniana del mundo, se está codificando la concepción relativista/cuántica (aún no están unificadas las dos concepciones, pero se procede rápidamente —Hawking, Wheeler, etc.— a la cuantización de la relatividad). La nueva situación está siendo traducida filosóficamente. Hasta hace poco, se había creído que la verdad era alcanzable conjugando una prueba teórica (coherencia del discurso) y una prueba empírica (adecuación a la realidad). Hoy sabemos que ambas pruebas son paradójicas, porque son autorreferentes: la prueba teórica exige *pensar el pensamiento* (incompletitud de Gödel), la prueba empírica exige medir la *materia* con instrumentos hechos de *materia* (indeterminación de Heisenberg). Dice Gödel: una teoría no puede ser a la vez consistente (todas las proposiciones son verdaderas) y completa (todas las proposiciones son demostrables); habrá al menos una proposición que siendo verdadera no es demostrable —sentencia gödeliana—. Dice Heisenberg: no se pueden determinar a la vez la posición y el estado de movimiento de una partícula; puesto que al determinar transformamos, si determinamos la posición indeterminamos el estado de movimiento (tendremos una partícula), si determinamos el estado de movimiento indeterminamos la posición (tendremos una onda); de ahí la complementariedad partícula/onda.

Así, el proceso de conocimiento empírico y teórico nunca termina. La verdad es perseguible, pero no alcanzable. La incompletitud de Gödel introduce en la teoría una reflexión relativista: la verdad de una proposición es relativa a los axiomas que fundan una teoría. La indeterminación de Heisenberg introduce en la empiria una inflexión cuántica (reflexiva): la observación (extracción de observación) y la manipulación (inyección de neguentropía) son reflexiones del objeto sobre sí mismo; el sujeto (observador/manipulador) es un espejo —refleja y refracta— que el universo se pone en su corazón.

### La memoria de la sociedad

Las ciencias sociales toman como modelo las ciencias de la naturaleza, pero también las ciencias de la naturaleza toman como modelo las ciencias sociales. El proceso es circular: las revoluciones en física reflejan las revoluciones en las tecnologías de la comunicación social.

La memoria de la sociedad se ha depositado: primero en los cuerpos (cuando la comunicación era oral); luego en hojas de papel (cuando la comunicación era escrita); finalmente en bancos de datos (cuando la comunicación es mediante dispositivos electrónicos —computadoras—). En la fase de comunicación oral,

la relación privilegiada era sujeto/sujeto: la verdad se fundaba en la certeza subjetiva (es absoluta). En la fase de comunicación escrita, la relación privilegiada es sujeto/objeto. El modelo era un lector ante un libro. El lector está fuera del libro, y hay muchas lecturas posibles del libro (relatividad). La página del libro era el modelo del objeto. La captación de la verdad del objeto era una simplificación: la página es una superficie plana (esto es, un espacio de  $n - 1$  dimensiones). Por eso se dice en inglés *ex-plain* (proyectar sobre un plano) y en castellano *ex-plicar* (desplegar, reducir en una dimensión). El modelo de captación de la verdad era analógico (visual): el lector que mira la página es el modelo del sujeto que contempla el mundo.

En la fase de comunicación electrónica, la relación privilegiada es objeto/objeto (sujeto y objeto comparten la propiedad de importar y exportar información). El modelo es un operador manejando una computadora. El modelo de captación de la verdad es digital (táctil): el operador que maneja una computadora es el modelo de un sujeto que maneja el mundo (hemos pasado de la semántica o extracción de información, a la pragmática o inyección de neguentropía). La captación de la verdad es una complicación: el sujeto es una dimensión complementaria del objeto (el observador/manipulador introduce una dimensión más en el sistema). El operador es interior a la computación: de momento, establece con la computadora una relación/operación del tipo estímulo/respuesta; cuando las computadoras sean inteligentes podrá conversar con ellas.

### Principio de complementariedad

El principio de complementariedad puede extenderse del campo de la física a los campos de la biología y de la sociología. La complementariedad partícula/onda tiene ecos biológicos (organismo/especie) y sociales (individuo/sociedad). En un conjunto, podemos distinguir tres niveles: elementos, estructura (conjunto de relaciones entre los elementos) y sistema (conjunto de relaciones entre relaciones —relaciones entre estructuras o cambios de estructura—). Un individuo puede ser considerado a estos tres niveles: como individuo, como nudo de relaciones sociales (en el sentido en que dicen los marxistas que el individuo es el conjunto de sus relaciones sociales) y como operador (observador/manipulador) del cambio de las relaciones sociales. En el primer sentido, lo trata la psicología, en el segundo, la sociología estática (estructura social), en el tercero, la sociología dinámica (cambio social). La investigación social puede tener como referente uno de estos tres niveles: la perspectiva distributiva (encuestas) en cuanto elemento; la perspectiva estructural (grupo de discusión) en cuanto nudo de relaciones; la perspectiva dialéctica (socioanálisis) en cuanto operador del cambio.

## Díada y tríada

La díada partícula/onda se ha transformado en tríada (elemento/nudo de relaciones/operador del cambio). Hemos pasado de un sistema dinámico a un sistema lingüístico; de un sistema en el que sólo hay intercambio de energía a un sistema en el que hay —también— intercambio de información. En un sistema dinámico la correlación entre dos estados de un sistema es uno-a-uno: sólo hay un camino. En un sistema lingüístico es uno-a-varios: hay caminos entre los que elegir (de ahí la necesidad de dispositivos de clasificación, ordenación y medida). Los entes físicos no necesitan saber física; saben biología inconscientemente los entes biológicos; y saben sociología conscientemente (saben que saben) los entes sociales. Los elementos de un sistema lingüístico

son reflexivos: están regulados por códigos, genéticos, los biológicos, lingüísticos, los sociales. En un sistema dinámico, los elementos son pasivos: sus movimientos son resultado de la correlación de fuerzas. En un sistema lingüístico son —también— activos (su comportamiento es intencional). La estructura refleja su cara pasiva; el sistema, su cara activa.

La perspectiva de investigación distributiva tiene que ver con la mecánica newtoniana; la estructural, con la mecánica relativista; la dialéctica, con la mecánica cuántica. Lo mismo que las mecánicas relativista y cuántica no cancelan la mecánica newtoniana —sino que la delimitan—, el grupo de discusión y el socioanálisis no cancelan la encuesta —sino que la delimitan—. Un sociólogo cuantitativo es la proyección lineal de un sociólogo cualitativo (tridimensional).

## 2) Relativismo

- Extractos de GORDON PASK, «Relativism», en *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, Londres, Hutchinson, 1975, pp. 81 ss.

### 1. Observación

La mayoría de los escritores científicos, aun en ciencia del comportamiento, dan por hecho que un observador, en principio, actúa como una entidad numinosa e imparcial llamada observador externo. Este punto de vista está encajado en parte, pero no en toda, en la teoría de sistemas.

1.1. Un observador externo puede hacer mediciones, determinar el estado de un sistema observado, por ejemplo. Basta que divida el sistema (por ejemplo, en una «caja negra» llamada organismo y en otra «caja negra» llamada su medio —Ashby, 1964—) para que llegue, a fuerza de observación o datos auxiliares, a abrigar hipótesis detalladas. Aunque, desde luego, tenía alguna clase de hipótesis para empezar. Vale la pena observar el organismo; tiene algún objetivo o algún comportamiento característico; en vez de otra miríada de organismos candidatos, ha sido distinguido del flujo de sucesos y tomado aparte de su medio.

Las hipótesis detalladas a las que en última instancia se ha llegado son causales. El organismo y el medio son concebidos como ciertas clases de máquina. El observador cree, con certeza o sólo estadísticamente, que cada salida (*output*) era *causada* por alguna entrada

(*input*), o por alguna historia de *input/output*. Recíprocamente, puede actuar sobre el organismo de una manera especial o puede construir el medio, como regulador experimental, para hacer eso. En este caso, abriga la hipótesis predictiva de que un *input* causará un cierto *output* o secuencia de *outputs*.

1.2. Por otra parte, el observador externo está relacionado causalmente con el sistema bajo observación; lo concibe por necesidad impersonalmente y se refiere a él como *ello*. Una consecuencia útil de este hecho es que puede abrigar consistentemente la noción de que el sistema tiene, en principio, un estado y sólo uno y que este estado sucede instantáneamente. Las transiciones de estado están ordenadas, y este orden es interpretado como ordenamiento temporal y puede ser determinado por un reloj de la observación. Su reloj interno puede ser sincronizado con este reloj, al menos en principio, en el siguiente sentido: cualquier proceso, sea o no ejecutado serialmente, es *equivalente* a un modelo serial dentro de este marco de referencia.

1.3. Como parte y parcela de la misma idea, sólo el observador externo puede hacer distinciones y empeñarse en ciertas otras operaciones que se indican más abajo. La distinción entre organismo y medio, por ejemplo, es de su incumbencia: se cree que el organismo es incapaz de tal actividad. Si un suceso de esta clase ocurriera, o bien permanecería inobservado o bien sería achacado a un proceso de azar; esto se sigue del esquema en el que un observador externo puede preservar su demarcación y su postura imparcial; no es una *verdad*.

1.4. Muchas de las consecuencias de elegir el ser un observador externo son ventajosas [...]. Caracterizan una orientación teórica y un método experimental

que será llamado *clásico*. En algún modo, los *modelos* clásicos son bastante potentes. Por ejemplo, es posible, bajo estas condiciones, imputar las actividades de inferencia deductiva e inductiva al sistema o a sus componentes: modelos suficientemente complejos erigidos dentro del marco clásico pueden actuar de esa manera. De aquí que puedan, si son bastante listos, llegar a reflejar algunas operaciones mentales del mismo observador como si estuviera inmerso en el sistema y fuera observado imparcialmente por otro observador.

Pero otras consecuencias del concepto clásico no son tan deseables. Considérese, por ejemplo, la actividad mental básica del observador al construir una hipótesis (sección 1.1). No es deductiva ni inductiva, sino una mezcla de abducción (como McCulloch—1965— subrayó), de distinción, predicación o de desgajamiento a partir de un flujo de sucesos (la lógica de lo cual es debida a Spencer-Brown, 1969), y de regla de invención para colectar los fragmentos distinguidos bajo el principio abducido. En conexión con esto, se remite al lector al comentario de Beer (1974) sobre Charles Peirce y *Fixing Belief*.

Desde luego, este dogma puede ser cualificado; algunas hipótesis son deducidas de otras y algunas parecen generalizaciones inductivas a partir de hipótesis menores previamente no falsadas. Pero el tema inicial fue abducido/distinguido/inventado en su totalidad, y aun la actividad relativamente pedestre de derivar hipótesis subsidiarias está guiada necesariamente por un acumen que proviene de esta fuente. Aquí, la inventividad es manifiesta como aplicación, o estética, o criterios de «saber cómo», usados para extraer líneas «provechosas» de desarrollo de posibilidades real o virtualmente ilimitadas.

Estos aspectos de mentación, o de aspectos correspondientes de otros procesos que los mentales, no pueden ser acreditados a los participantes en un sistema clásico, porque las reglas y métodos de modelación lo prohíben.

1.5. La dificultad es ampliamente apoyada por los intentos que se han hecho para representar aspectos interesantes de cognición dentro de un esquema clásico. Por ejemplo, cuando Wittgenstein (1945) habla de juego de lenguaje, quiere decir un juego en el que los participantes tienen ciertos roles y en el que las formas de pregunta son interpretadas como preguntas. Cuando Harrah (1966) habla, en vena similar, de comunicación, de debate o interrogación, quiere decir un proceso que implica formas de pregunta y respuesta que son interpretadas por los participantes con roles. En cada caso, es afirmada la fuerza y la existencia de una pregunta: nadie niega que las preguntas existen y son, en realidad, interpretadas con propiedad (como entidades semánticas y pragmáticas, no precisamente como formas de pregunta). Pero los roles responsables de dar esta interpretación son propuestos extrateóricamente por la simple razón de que no pueden acomodarse

dentro del marco clásico. Si uno *realmente* hace una pregunta le lleva, a él o a cualquiera a quien esté dirigida, a abducir/distinguir/inventar. En cualquier caso una transacción mediante preguntas no es causal y, si los roles y las razones para adoptar estos roles fueran expresados dentro de la teoría, entonces los participantes no podrían ser considerados como *ello*, sino más bien como entidades pronominalizadas personalmente.

Aunque el argumento suene menos dramático, estos comentarios sobre modelos para una interacción sentiente (con rol, psique o interpretación no formulados en la teoría) va estrechamente en paralelo con comentarios similares sobre cognición de máquina. Los actos de abducción/distinción/invención están fuera de la especificación teórica del modelo y sólo *simuladamente* dentro de él: esto es también verdad para esos heurísticos que persiguen producciones ejecutables provechosamente y ponen en juego sólo indirectamente abducción/distinción/invención.

1.6. Si estuviéramos ansiosos (y lo estoy) por teorizar sobre tales materias como abducción/distinción/invención entonces sería necesario dejar a un lado el concepto clásico de modelado y experimentación y recurrir a una teoría *reflexiva* (como muchas teorías más bien «chapuceras» en psicología y sociología). No hay nada contrafactual en hacer eso, aunque se pierden muchas ventajas. Por ejemplo, en una teoría reflexiva, se pierde la posición especial del observador externo: con menor caución, se transforma en participante. Además, cualquier teoría reflexiva es propensa a situaciones paradójicas engendradas por la posibilidad de autorreferencia. En *general*, tal teoría no concuerda con una teoría clásica: aunque en casos especiales, pero importantes, sí. (Lo molesto es que hay una indeterminación básica en la especificación de los casos especiales por anticipado, o en la elección a voluntad.) [...].

1.7. ¿Hay una verdadera dicotomía que insiste en que la teoría debe ser o clásica o reflexiva? La distinción es válida; pero afortunadamente hay un continuo de tipos teóricos y métodos experimentales que se extienden entre los extremos clásico y reflexivo.

1.8. Una ruta de aproximación a una teoría reflexiva, la ruta que vamos a adoptar en lo que sigue, va por el camino de las teorías y métodos relativistas en los que la distinción entre organismo y medio es eliminada sistemáticamente (mientras que se mantiene la posición de observador externo) hasta que, al fin, la posición del observador externo sea indeterminada.

## 2. Desarrollo del relativismo

[...] El requerimiento básico es que un modelo sea comunicable a otros observadores usando un lenguaje observacional (usualmente, inglés—castellano— científico junto con esquemas formales como álgebra, para au-

mentarlo localmente). Es un metalenguaje para hablar sobre modelos como clase y también para hablar sobre estructuras reales y experimentos de laboratorio [...].

En todos los casos se asume que un observador tiene una descripción de su modelo y una descripción posiblemente imperfecta del experimento. [...] Además, el observador externo puede operar de varios modos sobre los modelos y/o experimentos bajo escrutinio. [...].

### 2.1. [...] Modelo clásico experimental:

a) El observador es un observador *externo* en tanto que puede contemplar el experimento y a cualquier participante (aquí titulado el «organismo») impersonalmente como un *ello* que es estudiado.

b) Porque está en esa posición puede usar un reloj o su sentido del tiempo para ordenar los sucesos. En particular, el tiempo (aplicado a los números enteros) impone un orden de sucesión a los universos (tanto al modelo como al experimental); cualquiera de los universos es constante y hay equivalencia entre universos temporalmente distintos.  $(U) t = U(t + 1)$ .

c) Es siempre posible, en este contexto, distinguir entre el *organismo* y el *medio* en el siguiente muy definitivo sentido: los fundamentos para hacer la distinción en el universo experimental son los mismos que los fundamentos para hacerla en el universo de un modelo para el experimento. Por eso la distinción aparece en el modelo también y representa la misma cosa; por ejemplo, la frontera del organismo con el medio, dibujada en sus sensores y efectores.

d) La interacción entre el organismo y el medio es concebida también como causal y puede por eso ser referida a un intercambio como *input/output* o, en psicología, estímulo/respuesta. Este intercambio es distinto de cualquier interacción que implique el metalenguaje observacional.

e) La caja rotulada «medio especial acoplado a la hipótesis que se está sometiendo a prueba» se refiere a cualquier circunstancia que el observador juzgue relevante. Además, el organismo está encajado en un compartimiento adicional del «medio», diseñado para excluir o anular o echar fuera *inputs* extraños y así mantener condiciones constantes que son repetibles de una sesión experimental a otra.

f) El observador abraza sólo hipótesis *causales* (deterministas o estadísticas), esto es, el organismo es considerado como *ello* y es distinto. Una hipótesis (que está siendo sometida a prueba, por ejemplo) es representada como parte de un modelo para el medio. Típicamente, una hipótesis sobre el organismo incluye alguna relación entre *inputs*, representados en el modelo por valores de variables independientes, y *outputs*, representados por valores de variables dependientes. Bajo una familia de hipótesis (o actuando como generador de esta familia), un observador sostiene un modelo para el organismo, partes del cual son sostenidas o eliminadas para la confirmación o denega-

ción de la hipótesis. Tales modelos pertenecen a la clase de las máquinas seriales (véase el punto b) o, apelando al límite de Bremmerman, máquinas de estados finitos.

g) Las variables macroscópicas o probabilísticas apropiadas son índices de incertidumbre/información *selectivos*, y son estimadas bien como índices estadísticos bien como índices de trabajo selectivo. En particular, el universo es constante, así que  $U(t) = U(t + 1)$ .

Una teoría, dentro de la cual un observador externo puede hacer inferencias, es una metáfora y es expresada en el metalenguaje observacional que afirma una analogía estricta o, lo que es lo mismo, bien un isomorfismo (correspondencia uno-a-uno) bien un homomorfismo (relación muchos-a-uno, preservando la correspondencia) entre una *relación* que acopla el «modelo del observador para el organismo» con el «modelo del observador para el medio» y otra *relación* más que acopla el «organismo real» con el «medio especial». El tenor de la analogía es contingente respecto a la existencia de su dominio de interpretación, que es una identificación entre el universo «modelo» y el universo «experimental», esto es, se sostiene que si en una proposición metalingüística «hay una identificación» es verdadera.

Una identificación, obtenida usualmente por mediciones especificantes y cosas semejantes, es una condición estable en la que las cajas o fronteras de subsistemas incluidas en el «modelo» y en el «experimento» retienen su integridad y en la que los incluidos en el «modelo» están en registro con algunas o todas las incluidas en el «experimento». El punto crucial es que las variaciones que no aparecen explícitamente en el modelo son «condiciones constantes» en el experimento (esto es, la «Caja» condición constante tiene una aplicación unidireccional dirigida hacia el organismo). En otras palabras, la analogía material que subyace a la teoría tiene un universo en el que estas condiciones *son* mantenidas constantes como su dominio de interpretación. [...].

### 2.2. Teorías relativistas:

Un método teoría/modelo/experimento *relativista* es necesario en tanto que el organismo (más plausiblemente, el sujeto) emprende actividades tales como exploración, dirección con atención o aprendizaje no trivial, en las que ejerce control sobre su medio y en consecuencia cambia el universo (sea real o modelado) en el que opera. [...].

Los rasgos salientes de esta teoría/modelo/método relativista son reseñados en el siguiente orden previamente establecido:

- a) El observador es un observador externo.
- b) Puede ordenar los sucesos, como antes, *excepto* los que están dentro del sistema de juntura.
- c) Si tiene que mantener la constancia fundamental, el observador externo no puede ya hacer una de-

marcación clara entre el compartimiento del medio responsable de la constancia de las condiciones y el sujeto [...]; sólo es posible observar una interacción estable regulador/sujeto.

d) Los sucesos que están *dentro* del sistema de juntura no son *observados* como causales, sino que son distintos de cualesquiera transacciones en el metalenguaje observacional.

e) El medio que encaja la hipótesis experimental del observador *puede* ser distinguido del sistema real regulador/sujeto, pero *no* del sujeto aislado.

f) El observador abraja hipótesis causales *sobre modos de interacción estables* en el sistema de juntura y su modelo es un modelo de esta entidad tomada como un todo [...]. Perteneciente a la clase de máquinas de función finita.

g) Las variables apropiadas macroscópicas o probabilísticas son índices de autoorganización, derivadas de índices selectivos de incertidumbre/información, pero que no están constreñidas por el requerimiento de que  $U(t) = U(t+1)$ ; en realidad, esta condición raramente es satisfecha.

Una teoría, *dentro* de la cual el observador externo puede hacer inferencias, es una metáfora expresada en el metalenguaje observacional, que afirma una estricta analogía entre una relación que acopla el «modelo del observador para la interacción» con la «hipótesis del observador sobre la interacción» y otra relación más que acopla la «interacción real (ambos componentes)» con el «medio especial». El tenor de la analogía depende de la existencia de su dominio de interpretación, que es una identificación entre el universo «modelo» y el universo «experimento».

La identificación es asegurada por la operación estable del regulador.

El observador externo realiza dos clases de operaciones: a) por medio de operaciones irrestrictas, propone y prueba hipótesis sobre una interacción estable; b) por medio de operaciones de «sintonización», ajusta el regulador real de modo que asegure una interacción estable y lleve el modelo a una interacción en registro con la realidad. [...].

2.3. El *hinterland* entre teorías relativistas y reflexivas:

Las dificultades causadas (desde el punto de vista clásico) por actividades como dirigir la atención y aprender pueden ser adscritas a una elección bastarda de la unidad de observación. En vez de considerar al sujeto como un sistema (tal como un sistema en física clásica), con *input* y *output*, sería posible mirarle (ahora es seriamente pensado como *le —él—*) como una unidad de interacción; una estructura simbólica que usualmente es ejecutada en un procesador no-localizado. Realmente, es una vía de acceso. Pues, en cualquier caso, el carácter sentiente del ser humano (y de otros sistemas también) debe ser reconocido. Así como su

integridad como entidad simbólica (interpretativa, innovativa, constructora de estrategias) puede ser tomada como *fundamental* y el procesador responsable reconocido después; o incluso, usando el acceso ya adoptado, el procesador puede ser considerado como la unidad fundamental y los procesos simbólicos que ejecuta pueden ser cargados sobre él.

Todos los expedientes relativistas pueden ser considerados con bastante legitimidad como medios para aislar un núcleo *observable* de mentación dentro de una cápsula del procesador. En cada caso, el procesador se ha expandido (para mantener observables los sucesos simbólicos, el procesador está distribuido a través de los componentes de un sistema interactivo, limitado por U). [...].

Algo se ha ganado haciendo esto. Bajo esta interpretación está claro que las condiciones constantes de un experimento dependen de ciertas normas que el sujeto acepta si se compromete en un contrato experimental [...]. Más aún, en tal situación adopta un rol y este rol (estudiante, respondiente a una entrevista, el que adopta decisiones, u otro cualquiera) *puede* ser tomado como la unidad fundamental bajo escrutinio. [...].

a) El sujeto habla un lenguaje: o bien se le ha dado formalmente un lenguaje, el lenguaje objeto del experimento, o bien usa el sistema simbólico previsto *como si fuera un lenguaje*, un hecho que es empíricamente manifiesto, por ejemplo, como la «interacción participante». El lenguaje objeto tiene una interpretación genuina y es un lenguaje para ordenar y preguntar, no precisamente un lenguaje formal.

b) El medio especial es simbólico y constituye una descripción, en términos del lenguaje objeto experimental, de las relaciones o tópicos que son cognoscibles. Puede ser extremadamente complejo.

c) La constancia experimental es mantenida por un esquema normativo, el contrato experimental. Como una parte de este contrato, el sujeto acepta un *rol* que el regulador debe también interpretar. Por su parte, el regulador coopera con el sujeto (a través del lenguaje experimental) y hace *posible* para él mantener el contrato que ha convenido mantener. [...].

Se deduce que una hipótesis del observador ya no es necesariamente causal y que, aunque el observador puede referirse al sistema sujeto/regulador como *ello*, debe reconocer, con fuerza creciente en tanto las hipótesis más interesantes son sometidas a prueba, que está observando una conversación en la que el sujeto y el regulador se miran uno a otro como «tú» y «yo» (no, como antes, en la que el sujeto mira al regulador como *ello*) [...]. Estos son los rasgos:

a) El observador es un observador externo.

b) Sólo puede ordenar sucesos a costa de restringir su investigación, y no está en posición de ordenar



todos los sucesos que tienen lugar en el sistema de juntura.

c) El medio especial es simbólico, y es interpretable tanto en el lenguaje objeto del experimento como en el metalenguaje observacional.

d) Los sucesos (transacciones) en el sistema sólo son distintos de las transacciones en el metalenguaje observacional en la medida en que el uso del lenguaje objeto es restringido con este propósito.

e) El medio especial (simbólico) que encaja la hipótesis experimental del observador es distinguido como tópico de una conversación en la que el regulador y el sujeto discuten.

f) El observador abriga hipótesis sobre las relaciones que pueden ser puestas en juego por la ejecución de los procedimientos y tópicos que pueden ser conocidos a fuerza de ejecutar otros procedimientos. Algunas hipótesis conciernen a las relaciones cognoscibles y otras conciernen a cómo son conocidas o reconstruidas y satisfechas las relaciones.

Los modelos *más estrechos* para la conservación entre el sujeto y el regulador pertenecen a la extensión mínima de la clase de máquinas de función finita; a saber, a la clase de autómatas reproductivos y evolutivos. En *general*, estos modelos pertenecen a la clase de los algoritmos vagos (*fuzzy*) que son reproductivos y evolutivos en carácter, y que son también ejecutados en concurrencia; una caracterización plena se obtiene fuzzificando (haciendo vaga) la secuencia de ejecución excepto en puntos especiales de sincronización donde la transferencia de información en el sentido de Petri (1965) y Pask (1973) tiene lugar.

g) Las variables apropiadas macroscópicas o probabilísticas son índices de incertidumbre/información subjetiva. [...].

2.4. Transición de las teorías relativistas a las reflexivas:

Cuando quiera que la posición de un observador externo es atenuada, la teoría y los métodos y modelos asociados con ella se hacen *reflexivos*. La distinción no

está bien delimitada en el caso cuando un observador elige mantener su estatuto externo, pero para abandonar la posibilidad de una analogía estricta que subyace siempre (de modo que ciertos sucesos sean estrictamente medibles, cuantificables, etc., pero otros no). En realidad, como se ha afirmado previamente, hay un continuo de posibilidades. Algunas han sido instrumentadas (Pask, Scott y Kallakourdis, 1973; Pask y Scott, 1973) [...]. Como regla, se alcanza un punto en el que las ocasiones bajo las cuales la analogía subyacente es localmente estricta llegan a ser tan raras que el constructo teórico es virtualmente inútil, y, en ese punto, la adopción de una teoría reflexiva es la única opción sensible. Se debería insistir en que las teorías reflexivas son perfectamente respetables, pero implican diferentes técnicas experimentales [...] y tienen poco parecido con las teorías clásicas.

### BIBLIOGRAFÍA

- ASHBY, W.R., *An Introduction to Cybernetics*, Londres, Chapman and Hall, 1964.
- BEER, S., *Designing Freedom*, Nueva York, Wiley, 1974.
- HARRAH, D., *Communication: A Logical Model*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1966.
- McCULLOCH, W., *Embodiments of Mind*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1965.
- PASK, G., «Models for Social Systems and for their Languages», en *Instructional Science*, 1, 4 (1973), pp. 395-445.
- y SCOTT, B.C.E., «CASTE: A System for Exhibiting Learning Strategies about Individual Style and Strategies of Learning», en *Interim Report*, SSRC, Project HR, 1424/1, System Research Ltd. (1973).
- SCOTT, B.C.E. y KALLAKOURDIS, D., «A Theory of Conversations and Individuals», *J. Man-Machine Studies*, 5 (1973), 443-566.
- PETRI, C.A., «Communication with Automata», *A Supplement to Technical Documentari Report*, 1 (1965), preparado en Roma por el Centro de Desarrollo del Aire, Contrato AF30 (602) - (3.324).
- WITTGENSTEIN, L., «Philosophischen Untersuchungen», en *Schriften*, I, 1945.

### 3) Complementariedad

#### A) COMPLEMENTARIEDAD LENGUA/HABLA

- Artículo de JESÚS IBÁÑEZ, «La historia real es la suma de todas las historias virtuales», *Tendencias Científicas y Sociales*, I, 8, noviembre (1988).

##### La sorpresa de la luz

Se ha discutido durante mucho tiempo sobre la naturaleza corpuscular u ondulatoria de la luz. Un físico inglés, Thomas Young, intentó demostrar en el siglo pasado su naturaleza ondulatoria. Cuando dos ondas se cruzan, hay interferencia; la interferencia es constructiva si coinciden sus respectivas crestas y valles (el cruce produce una onda de altura doble). La interferencia es destructiva si las crestas de una coinciden con los valles de la otra (se anulan: produce una onda de altura cero).

Young colocó frente a una fuente luminosa una pantalla opaca con dos ranuras finísimas, y frente a ella otra pantalla opaca sin ranuras. Al pasar el haz luminoso por las dos ranuras de la primera pantalla, se generaban dos ondas, y en la segunda pantalla aparecían los resultados de la interferencia: franjas alternativamente brillantes —producto de la interferencia constructiva— y franjas oscuras —producto de la interferencia destructiva—.

Ello probaba la naturaleza ondulatoria de la luz. Pero, ¿qué pasa si tenemos en cuenta también su naturaleza corpuscular? Lo obvio es pensar que los fotones se reparten entre las dos ranuras. Pero si se reduce el flujo luminoso hasta que la luz pase fotón a fotón, aparecen también las franjas de interferencia. Lo que exige que un fotón haya pasado a la vez por los dos agujeros. Paradoja.

La complementariedad corpúsculo/onda, que aparece en el orden microfísico, juega también un papel esencial en los órdenes biológico (regulado por códigos genéticos) y social (regulado por códigos lingüísticos).

Newton nos enseña que un móvil con un impulso inicial se mueve indefinidamente en línea recta (si no encuentra resistencia). Einstein hace una pequeña corrección: sólo en un espacio plano (vacío) se movería en línea recta; en un espacio curvado por la masa se mueve siguiendo la curva más corta. Se plantea un enigma: ¿cómo «sabe» el móvil, cuando está en el pun-

to A, cuál es el camino más corto que le llevaría al punto B? El enigma ha sido resuelto por la teoría cuántica.

La teoría cuántica explica que lo que en realidad ocurre es que, para ir del punto A al punto B, el fotón —u otra partícula, como un electrón— ensaya a la vez todos los caminos posibles entre A y B. Cada camino contribuye a la onda total asociada a la partícula. La historia real es el resultado de la suma de todas las historias virtuales, dirá Feynmann (recientemente fallecido). Para que se materialice la partícula actual (corpúsculo) en un punto, ha de haber pasado como partícula virtual por todos los caminos posibles (onda). Unos más rectos o cortos, otros más sinuosos o largos. Cuando una amplia colección de ondas se superponen aleatoriamente tienden a cancelarse en masa. Las ondas sinuosas se cancelarán, las ondas rectas se reforzarán. Así «aprende» la partícula cuál es el camino más corto. El aspecto ondulatorio es un dispositivo de aprendizaje.

Hay modos de aprendizaje más refinados, por más reflexivos. Los que aparecen en el orden biológico y en el orden social.

Una partícula es un elemento, y a ella se asocia un camino actual. Una onda es un conjunto, y a ella se asocian multitud de caminos virtuales. La complementariedad partícula/onda se amplifica a los niveles biológico y social. Se amplifica en dos direcciones. Verticalmente: produciendo la complementariedad *hardware* (material)/*software* (logical). Horizontalmente: produciendo las complementariedades organismo/especie (en el orden biológico) e individuo/sociedad (en el orden social).

La complementariedad *hardware* (partícula)/*software* (onda) aparece con las computadoras. A nivel del *hardware* nos encontramos con una red muy compleja de corrientes electrónicas por la que se transmiten pulsos eléctricos. A nivel del *software* nos encontramos con programas que resuelven problemas matemáticos. Algo semejante ocurre con las complementariedades cuerpo (*hardware*)/mente (*software*) e infraestructura (*hardware*)/supraestructura (*software*). En las relaciones cuerpo/mente o infraestructura/supraestructura hay una interacción circular entre los niveles, mientras la interacción *hardware/software* exige para que sea circular introducir al operador en el circuito.

##### Aprender el mundo

El aspecto corpuscular corresponde al cuerpo o a la infraestructura: en general, a la circulación de energía. El aspecto ondulatorio corresponde a la mente o a la infraestructura: en general, a la circulación de información. En lo real objetivo no hay corpúsculos ni ondas; ambos aspectos son producto de la actividad de un observador (= extrae información)/actor (= inyecta ne-

guentropía). Es la relación de incertidumbre: si determinamos la posición de una partícula, indeterminamos su estado de movimiento (tenemos una partícula); si determinamos su estado de movimiento, indeterminamos su posición (tenemos una onda). Las partículas son localizables, las ondas no; son ondas de probabilidad. Una partícula es el resultado de colapsar una onda.

La onda es un conjunto de partículas virtuales (de posiciones posibles de una partícula), y mide —abstractamente— la probabilidad de esas posiciones virtuales. Cuando intentamos medir concretamente la posición actual, colapsamos la onda: hacemos aparecer a la partícula en una posición determinada. El *software* es una clasificación simplificada del *hardware*: en vez de jugar con elementos, juega con conjuntos de elementos (de los que hay que abstraer las propiedades no comunes, reteniendo sólo las comunes). El genotipo es la definición «abstracta» de un organismo; se concreta —se colapsa— en el fenotipo (resultado de las interacciones del genotipo con los sucesos aleatorios del medio). Un fenotipo es un genotipo que ha «aprendido» cómo es el mundo. El percepto y/o el concepto son definiciones abstractas de operaciones (contienen todas las operaciones posibles con el ente o suceso a que se refieren): se concretan —se colapsan— en las interacciones actuales con esos entes o sucesos. Las ondas son información (resultado de «observaciones»), las partículas son neguentropía (resultado de «acciones»).

Mediante estos dispositivos, la vida y el pensamiento «ensayan» futuros cada vez más complejos. Hacen posible la evolución biológica y la historia social. Las ondas, de naturaleza probabilística, contienen los futuros probables e improbables. Futuro probable es la degeneración, futuros improbables son las generaciones. Una onda se refiere a un conjunto, no a un elemento. No sabemos cuándo desaparecerá una partícula, un organismo o un individuo. Pero sabemos su vida media —su esperanza matemática de vida—: cuándo habrán desaparecido la mitad de las entidades. Los dispositivos de aprendizaje (de construcción de *soft-ware*) permiten colapsar las ondas en sus puntos improbables. Alargar, por ejemplo, la vida de una partícula, un organismo o un individuo.

Lo mismo que una partícula elemental ensaya todos los caminos posibles, los ensayan los organismos (en cuanto especies o conjuntos de organismos) y los individuos (en cuanto sociedades o conjuntos de individuos).

### El orden biológico

Los códigos genéticos regulan el orden biológico. La vida de cada organismo está regulada por sus genes. Cada organismo forma parte de un conjunto de orga-

nismos —especie— y de un conjunto de conjuntos de organismos —vida—. Esos conjuntos extienden la vida por el espacio/tiempo. El genotipo se modifica por alteraciones programadas (cuando en la reproducción sexual, por casualidad, se combinan los genes del padre y de la madre) o por alteraciones no programadas —aprendizaje— (cuando, por casualidad, se produce una mutación). De todas las mutaciones que se producen, sólo una ínfima parte resultan favorables (como de todas las trayectorias de una partícula sólo una ínfima parte son casi rectas). Éstas son las que la evolución selecciona. Así «aprende» la vida qué alteraciones —trayectorias— tienen valor de supervivencia.

Los códigos lingüísticos regulan el orden social. El orden social es del orden del *decir*: está hecho de *dictados* (caminos prescritos) e *interdicciones* (caminos proscritos). Cada individuo es regulado por la red de dictados e interacciones que le contiene. Así quedan determinadas su posición social y su trayectoria social (su estado de movimiento). Esta red fija su posición (el individuo queda atado por la red de dictados e interdicciones que corresponde a sus posiciones de clase) y restringe sus movimientos (las probabilidades de cambiar de posición: su movilidad social, como individuo —promoción— o como clase —cambio—). Sin embargo, muchos individuos logran moverse: se promocionan y/o cambian la sociedad. A través de ellos la sociedad ensaya nuevos caminos: caminos con valor de supervivencia. La mayor parte de los intentos fracasan: para que emerjan un Mario Conde (promoción individual) o un Fidel Castro (cambio social) —éstos son los que la historia selecciona—, ha tenido que quedar el camino sembrado de cadáveres de Condes y Castros en potencia (virtuales). Así aprende la sociedad qué alteraciones tienen mayor valor de supervivencia.

Uno, como organismo y como individuo, tiene un aspecto corpuscular (una posición a la que está más o menos atado) y un aspecto ondulatorio (una mayor o menor probabilidad de cambiar su posición). Pero su aspecto ondulatorio lo tiene como elemento de conjuntos. Si, como organismo, es una mosca, tiene menos esperanza de vida que si es un elefante (aunque un elefante concreto puede vivir menos que una mosca concreta). Si, como individuo, es hijo de un albañil tiene menos esperanza de hacerse rico que si es hijo de un banquero (aunque un hijo concreto de un albañil puede hacerse más rico que un hijo concreto de banquero).

### El orden social

El orden social, regulado por códigos lingüísticos, tiene un nivel de reflexividad mayor que el orden biológico, regulado por códigos genéticos. La evolución biológica depende de mutaciones aleatorias (componentes de azar), seleccionadas por su valor de supervivencia

(componentes de necesidad). El animal sabe, el ser humano sabe que sabe (al pensar, piensa —también— su propio pensamiento). El orden biológico es homoplástico: el organismo se adapta pasivamente al medio (se acomoda al medio). El orden social es aloplástico: el individuo adapta a sí activamente el medio (asimila el medio). La evolución biológica es una onda retardada: los cambios del organismo van detrás de los cambios del medio. La historia social es —puede ser— una onda avanzada: el individuo se adelanta a los cambios del medio. Una especie biológica puede salvarse de una glaciación si se producen aleatoriamente mutaciones que hagan a sus organismos menos sensibles al frío. Una sociedad humana puede adelantarse a la glaciación —preverla—: puede construir antes de que llegue refugios isotérmicos (vestidos, casas, ciudades). Una onda avanzada determina el pasado desde el futuro.

Tiene —en abstracto— valor de supervivencia liberar nuestro aspecto ondulatorio: la producción de mutaciones y/o ideas. A través de ellas la vida y el pensamiento ensayan nuevos caminos. El orden que se fija en su estado actual firma su sentencia de muerte. Es la persecución de los diferentes; de los mutantes o intelectuales/artistas. Los organismos y/o los individuos quedan desnudos (los físicos llaman «desnuda» a una partícula abstraída de su contexto de interacciones). Nadie puede superar desnudo las inclemencias del medio.

El único vestido para una partícula es una onda.

## B) COMPLEMENTARIEDAD SUJETO/OBJETO

- Extracto de LARS LÖFGREN, «Cybernetics, Science and Complementarity», en «Support, Society and Culture. Mutual Uses of Cybernetics and Science», conferencia celebrada en Amsterdam, del 27 de marzo al 1 de abril de 1989.

### 4. La complementariedad lingüística

La complementariedad ha sido propuesta como un concepto clave para la ciencia, en particular dentro de la física cuántica, donde Bhor [1] introdujo el término y planteó el problema del desarrollo de una teoría de la complementariedad.

Dentro de la teoría de sistemas, Pattee [15] ha sugerido una complementariedad entre sujeto y objeto, con argumentos procedentes del círculo de ideas de Bohr, como concepto clave; sin embargo, con comparativamente poca respuesta que yo sepa.

Es mi impresión que éstas, y otras formas propuestas de complementariedad, son casos especiales de una complementariedad lingüística, válida para cualquier fenómeno que pueda ser concebido naturalmente como lenguaje. Un lenguaje, esto es, que sirve como medio de comunicación y control.

En [15] Pattee escribe lo siguiente: «Sin embargo, no me gustaría esto... oscurecer mi argumento más general de que de la teoría general de sistemas no puede esperarse que nos provea de modelos adecuados de los sistemas biológico, social o político, que funcionan obviamente a través de sus propias descripciones internas, hasta que el problema epistemológico de la complementariedad entre sujeto y objeto sea reconocido con más claridad».

Pattee apoya su sugerencia apelando al pensamiento de Bohr sobre la complementariedad como herramienta para explicar los fenómenos en física cuántica. Bohr termina su famoso escrito de Como [1], en el que introdujo el término «complementariedad», como sigue:

«Espero, sin embargo, que la idea de complementariedad sea apropiada para caracterizar la situación, que tiene una analogía profunda con la dificultad general en la formación de ideas humanas, inherente a la distinción entre sujeto y objeto».

Más allá de esto, lo que Bohr ha referido realmente a la complementariedad ha sido debatido extensamente. En mi opinión, sus intenciones tras la introducción del concepto se ven con más claridad al principio del escrito de Como [1], donde (p. 580) el término «complementariedad» es mencionado por primera vez: «La propia naturaleza de la teoría cuántica nos fuerza a considerar la coordinación del espacio-tiempo y la postulación de la causalidad, aspectos ambos que caracterizan las teorías clásicas, como rasgos complementarios excluyentes de la descripción, que simbolizan la idealización de la observación y la definición, respectivamente. En realidad, en la descripción de fenómenos atómicos, el postulado cuántico nos enfrenta con la tarea de desarrollar una teoría de la “complementariedad”, cuya consistencia puede ser juzgada sólo ponderando las posibilidades de definición y observación».

Independientemente, ha habido un progreso subsiguiente sustancial, desde los treinta hasta aquí, sobre la naturaleza de los lenguajes naturales y formales, en particular sobre la definibilidad e interpretatividad. Se ha sugerido [8] que todo lenguaje es un fenómeno complementarístico, sea un lenguaje genético, un lenguaje de programación, un lenguaje formal o un lenguaje natural: «La complementariedad lingüística». Todo lenguaje puede ser considerado naturalmente como un lenguaje que contiene descripciones e interpretaciones, que son complementarias dentro del lenguaje. Esto es, en la medida en que estemos dentro de un lenguaje *L*, no podemos describir completamente *L* sólo en los términos de sus propias frases. Ambos procesos, el de

descripción y el de interpretación, ambos procesos (el de frases y el de interpretaciones, el de modelos y el de descripción), deben interactuar necesariamente para dar completamente cuenta de *L*. Sin embargo, puede haber un metalenguaje, con describibilidad más alta que la de *L*, que nos permita una descripción completa de *L*. En ese caso, decimos que la complementariedad es *transcendible*. Si ese metalenguaje no puede existir, la complementariedad es *no transcendible*.

Se ha obtenido en parte un apoyo para la complementariedad lingüística del hecho de que todos los lenguajes conocidos se han considerado complementarios (o se puede argüir que lo son). Y parcialmente, un fenómeno que es considerado naturalmente como lenguaje lo es en virtud de su función de establecer comunicación o control. En general, lo que está siendo comunicado intenta una interpretación, como conocimiento, ideas, el comportamiento propuesto para un programa, etc. Así, al contrario de la comprensión técnica de la «comunicación» como refiriéndose meramente a la transmisión de una sarta de símbolos, consideramos la comunicación en su sentido semántico primario. Lo que es transmitido, en un proceso de comunicación, es descripción (frases, teorías, programas, etc.), que deben ser finitas para permitir comprensibilidad (no podemos esperar infinitamente antes incluso de que podamos empezar a pensar qué se supone que significa la descripción transmitida). Una descripción apropiada no sólo debe ser finita, sino también independiente localmente del tiempo, para permitir inferencia del significado que intenta transmitir antes de que la descripción cambie. Sabemos que comunicamos —en términos de descripciones finitas y estáticas— ideas, propuestas de interpretación o modelos, que pueden ser no finitos y estáticos sino infinitos y dinámicos. El único modo de explicar esto es que no todo el proceso de interpretación es él mismo descrito por la descripción transmitida, sino que es compartido entre los participantes en el proceso de comunicación lingüística por otros medios. Por ejemplo, genéticamente por medio de un lenguaje genético subyacente. O, por propiedades lingüísticas, adquiridas por adaptación de un lenguaje a un cierto medio. Tales propiedades pueden muy bien estar ocultas a la descripción en el lenguaje mismo, aunque sean producto de un proceso inductivo de aprendizaje-del-lenguaje.

Brevemente, la función natural de la comunicación es reforzar la naturaleza complementarística del lenguaje. Respecto a los lenguajes que son más naturalmente concebidos como medios de control, ha sido sugerido por Von Neumann [13] un argumento similar. Por ejemplo, formas complejas de organización biológica (autoorganización) se mantienen funcionando mediante lenguaje genético. La simplicidad de las descripciones genéticas, en relación a la complejidad de las interpretaciones fenotípicas, atribuyen a las descripciones genéticas un papel en los dispositivos de control.

La complementariedad lingüística, presente en todos los lenguajes, no está restringida a lenguajes del tipo sujeto-verbo-objeto, tan familiares para nosotros, pues así es nuestro lenguaje natural para la comunicación, y nuestros lenguajes formales son normalmente predicativos. Ciertamente que los principios de incompletitud de Gödel y Tarski para lenguajes predicativos, entendidos usualmente en términos de autorreferencia, pueden ser tomados en apoyo de la complementariedad lingüística. Pero también para los lenguajes formales en general, sean o no de tipo predicativo, es un argumento válido, a saber, en términos de un conjunto de teoremas que sean recursivamente enumerables *versus* la naturaleza recursiva de los axiomas y reglas de inferencia. Y para los lenguajes no formales, sean o no de tipo sujeto-verbo-objeto, es decisiva la representatividad finita de las descripciones.

La cuestión de si la complementariedad lingüística puede servir como candidato para responder a la cuestión planteada por Bohr sobre una teoría «complementaria» de la consistencia, de la que sólo se puede juzgar ponderando las posibilidades de definición y observación, se discute en otra parte [10]. Si «definición y observación» son consideradas en términos de describibilidad (la definición es una forma especial de descripción formal) e interpretación (la observación es una forma especial de interpretación; véase Margenau [11] para una idea parecida), la conclusión es que la complementariedad va más allá de la formalizabilidad y que no puede haber una teoría formal completa de la complementariedad.

Con todo, la complementariedad lingüística puede ser comprendida intuitivamente, en términos de paradigmas de complejidad. En realidad, aun con referencia al concepto de paradigma en general. Tiendo a considerar la complementariedad lingüística como la razón principal para introducir el concepto de paradigma en el primer lugar. Si la complementariedad lingüística no existiera para algún lenguaje científico, significando que todas las interpretaciones (aplicaciones) lingüísticas podrían ser descritas como teorías en el lenguaje, no habría necesidad de una comprensión paradigmática de ese dominio (un paradigma es una teoría *junto con* su campo de aplicación).

Debería mencionarse también que el término «complementariedad», dentro de la física cuántica, ha sido sujeto de purificación científica, resultando en el uso de complementariedad para la no compatibilidad de los observables que corresponde a la no conmutabilidad de los operadores en un espacio de Hilbert. Este aspecto formalizado, que fue sugerido por Pauli [16], refleja sin embargo sólo una parte de la intención original de Bohr. Hoy, en la extensión en que el término complementariedad es usado dentro de la física cuántica, se refiere a la abstracción de Pauli y no a las ideas primarias de Bohr, como, por ejemplo, fueron expresadas en el escrito de Como [1]. Me parece que es im-

portante hacer una clara distinción entre «complementariedad» en el sentido de Pauli y la «complementariedad de Bohr», así una distinción entre, por ejemplo, comunicación en el sentido de la «teoría matemática de la comunicación» de Shanon (que abstrae y deja fuera la semántica de la comunicación) y comunicación en su sentido lingüístico primario. Para no hablar de los peligros de no hacer una clara distinción entre descripción (teoría, programa, etc.) e interpretación (modelo, comportamiento del computador, etc.), ¡en particular en un contexto de sistemas y cibernética!

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] BOHR, Niels, «The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory», *Nature*, 121 (1928), 580-590. (Frecuentemente citado como la «Conferencia de Como».)
- [2] CHEW, Geoffrey, «Bootstrap: A Scientific Idea?», *Science*, 161 (1968), 762-765.
- [3] FOERSTER, Heinz von (ed.), «Cybernetics of Cybernetics», *Biological Computer Laboratory Report (University of Illinois)*, 73 (1974), 38.
- [4] GLANVILLE, Ranulph, «The Question of Cybernetics», *Cybernetics and Systems*, 18, 2 (1987), 99-112.
- [5] KOCHEN, Manfred, reseña de [4], *Mathematical Reviews*, 88g:00030 (1988).
- [6] LÖFGREN, Lars, «Knowledge of Evolution and Evolution of Knowledge», en Jantsch, Erich (ed.), *The Evolutionary Vision, AAAS Selected Symposium 61*, Boulder, Westview Press, 1981, pp. 129-151.
- [7] LÖFGREN, Lars, «Autology for Second Order Cybernetics», en Uempleby, S. (ed.), *Fundamentals of Cybernetics*, Namur, Association Internationale de Cybernétique, 1983, pp. 17-23.
- [8] LÖFGREN, Lars, «Towards System: From Computation to the Phenomenon of Language», en Carvallo, M. (ed.), *Nature, Cognition and Systems*, I, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1988, pp. 129-152.
- [9] LÖFGREN, Lars, «The Partiality of Self-Reference» (de próxima aparición).
- [10] LÖFGREN, Lars, «Understandings of Complementarity: from Bohr complementarity to the linguistic complementarity» (de próxima aparición).
- [11] MARGENAU, Henry, «The Philosophical Legacy of Contemporary Quantum Theory», en Colodny (ed.), *Mind and Cosmos*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1966, pp. 330-356.
- [12] NEUMANN, John von, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton, Princeton University Press, 1955. (Traducción al inglés de la edición original alemana: *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlín, Springer, 1932.)
- [13] NEUMANN, John von, *Theory of Self-Reproducing Automata*, editado y completado por Arthur Burks, Urbana/Londres, University of Illinois Press, 1966.
- [14] PATTEE, Howard (ed.), *Hierarchy Theory, the challenge of complex systems*, Nueva York, George Braziller, 1973.
- [15] PATTEE, Howard, «Reply to Donnelly's Comment on "Dynamic and Linguistic Modes of Complex Systems"», carta al editor, *Int. J. General Systems*, 5 (1979), 59-61 (cfr. pp. 247-248 para un comentario más profundo de Löfgren).
- [16] PAULI, Wolfgang, «Die allgemeine Prinzipien der Wellenmechanik», en Geiger, H. y Schell, K. (eds.), *Handbuch der Physik*, vol. 24, Berlín, Springer, 1928.
- [17] RUSSELL, Bertrand, *History of Western Philosophy*, Londres, George Allen and Unwin, Ltd., 1946.
- [18] WIENER, Norbert, *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Nueva York/Londres, MIT Press/John Wiley, 1961.
- [19] WIGNER, Eugene P., «Remarks on the Mind-Body Question», en Good, I.J. (ed.), *The Scientist Speculates*, Londres, William Heinemann, Ltd., 1961.

### III) SISTEMAS REFLEXIVOS

#### 1) Lógica de la reflexividad

- Extracto de JESÚS IBAÑEZ, «Cuantitativo/cualitativo», en Ramón Reyes (dir.), *Terminología científico-social. Aproximación crítica*, Barcelona, Anthropos, 1988, p. 229.

En primer lugar, la aritmética de Spencer-Brown (Spencer-Brown, 1971). Russell y Whitehead habían evitado las paradojas —inherentes a todo lenguaje autorreferente— mediante la prohibición de mezclar en la misma proposición sentencias de distinto tipo lógico («Yo miento», por ejemplo, mezcla los tipos «Yo digo que...» —metalenguaje— y «...yo miento» —lenguaje objeto—): lo que evita las paradojas, pero evita también el pensamiento. Spencer-Brown explicita la aritmética implícita en el álgebra de Boole, proporcionándonos un cálculo para la lógica de los sistemas que se construyen a sí mismos (reflexivos y autopoieticos). En el cálculo ordinario, los matemáticos se habían encontrado con expresiones paradójicas por autorreferentes: en la ecuación  $x^2 + 1 = 0$  (transformable en  $x = -1/x$ ) no hay solución con números negativos ni positivos. La paradoja se evitó inventando, junto a los números positivos y negativos, los números imaginarios (componente de los números complejos). En el cálculo de Spencer-Brown aparecen —también— ecuaciones paradójicas de grado par: no tienen solución ni «verdadera» ni «falsa». Evita la paradoja inventando, junto a los valores «verdadero» y «falso», el valor «imaginario» (imaginario, porque no está en el espacio sino en el tiempo, en uno de los futuros posibles), necesario para el pensamiento complejo. La primera definición de la aritmética, reza: *Distinción es perfecta continencia*. Es decir, una distinción es trazada disponiendo una frontera con lados separados de tal modo que un punto a un lado no pueda alcanzar el otro lado sin cruzar la frontera. Por ejemplo, en un espacio plano, un círculo traza una distinción. Una vez una distinción está trazada, los espacios, estados o contenidos a cada lado de la frontera, siendo distintos, pue-

den ser indicados. No puede haber distinción sin motivo, y no puede haber motivo sin que los contenidos sean considerados como diferenciando en valor. Así, se introducen, en el cálculo lógico, los valores (los dos lados de la distinción o frontera difieren en valor) y el sujeto (el que traza la distinción o frontera).

\* \* \*

- Extractos de GEORGE SPENCER-BROWN, *Laws of Form*, Londres, Dutton, 1979.

La posición es simplemente ésta. En álgebra ordinaria, los valores complejos son aceptados como cosa de cajón, y las técnicas más avanzadas serían imposibles sin ellos. En álgebra booleana (y por eso, por ejemplo, en todos nuestros procesos de razonamiento) los rechazamos. Whitehead y Russell introdujeron una regla especial, a la que llamaron Teoría de Tipos, expresamente para hacer eso. Un error, como ahora vemos. Así, en este campo, las técnicas más avanzadas, aunque no imposibles, simplemente no existen aún. En el momento presente estamos obligados, en nuestros procesos de razonamiento, a actuar como se actuaba en los días de Aristóteles. El poeta Blake debe de haber tenido alguna intuición de esto, pues en 1788 escribió que «la razón, o la ratio de todo lo que hemos conocido ya, no es la misma que será cuando conozcamos más». Recordando la conexión de Russell con la Teoría de Tipos me acerqué a él con algún temor en 1967 con la prueba de que esa Teoría era innecesaria. Para alivio mío, quedó encantado. La teoría era, dijo, la cosa más arbitraria que él y Whitehead habían tenido que hacer, no realmente una teoría sino una tapadera, y se alegró de haber vivido lo bastante para ver el asunto resuelto.

Expuesto de la manera más sencilla de que soy capaz, la resolución es como sigue. Todo lo que tenemos que mostrar es que las paradojas de la autorreferencia, descartadas con la Teoría de Tipos, no son peores que paradojas de la autorreferencia similares, y que son consideradas bastante aceptables, en la teoría ordinaria de las ecuaciones.

La más famosa de tales paradojas en lógica está en la proposición «Esta afirmación es falsa».

Supongamos que asumimos que una proposición cae en una de las tres categorías, verdadera, falsa o sin sentido, y que una proposición con sentido que no es verdadera debe ser falsa, y una que no es falsa debe ser verdadera. La proposición bajo nuestra consideración no parece ser sin sentido (algunos filósofos han pretendido que lo es, pero es fácil refutarlos), así que debe ser o verdadera o falsa. Si es verdadera debe ser, como dice, falsa. Pero si es falsa, dado que es lo que dice, debe ser verdadera.

Nadie ha advertido hasta ahora que tenemos una paradoja igualmente viciosa en la teoría de las ecuaciones ordinarias, porque nos hemos guardado con cuidado de expresarla de ese modo. Hagámoslo ahora.

Haremos asunciones análogas a las de arriba. Asumimos que un número puede ser positivo, negativo o cero. Asumimos, además, que un número no cero que no es positivo debe ser negativo, y uno que no es negativo debe ser positivo. Consideremos ahora la ecuación:

$$x^2 + 1 = 0$$

Trasponiendo, tenemos:

$$x^2 = -1$$

y dividiendo ambos lados por  $x$  da:

$$x = -1/x$$

Podemos ver que esto (como la proposición análoga en lógica) es autorreferente: el valor-raíz de  $x$  que buscamos debe volver a ser puesto en la expresión a partir de la cual lo buscamos.

Más inspección nos muestra que  $x$  debe ser una forma de unidad, o la ecuación no se equilibraría numéricamente. Hemos asumido sólo dos formas de unidad,  $+1$  y  $-1$ , así que vamos a probarlas una cada vez. Poner  $x = +1$ . Esto da:

$$+1 = -1/+1 = -1$$

que es claramente paradójico. Así que poner  $x = -1$ . Esta vez tenemos:

$$-1 = -1/-1 = +1$$

y es igualmente paradójico.

Desde luego, como todos saben, la paradoja se resuelve en este caso introduciendo una nueva clase de números, llamados *imaginarios*, de modo que podamos decir que las raíces de la ecuación de arriba son  $+i$ , donde  $i$  es una nueva clase de unidad que consiste en la raíz cuadrada de menos uno.

Lo que haremos [...] es extender el concepto a las álgebras booleanas, lo que significa que un argumento válido puede contener no sólo tres clases de afirmaciones, sino cuatro: verdadero, falso, sin sentido e imaginario. Las implicaciones de esto, en los campos de la lógica, las matemáticas, la filosofía, y aun la física, son profundas.

Lo que es fascinante a propósito de los valores booleanos imaginarios, una vez que los admitimos, es la luz que aparentemente esparcen sobre nuestros conceptos de materia y tiempo. Está, creo, en la naturaleza de todos nosotros el asombrarnos de que el universo



aparezca precisamente en la forma en que lo hace. ¿Por qué, por ejemplo, no aparece como más simétrico? Bien, si usted es suficientemente amable, y suficientemente paciente, para ser indulgente conmigo durante el argumento que se desarrolla en este texto, verá, creo, aunque le empezamos tan simétricamente como sabemos, que se vuelve, espontáneamente, menos y menos según vamos procediendo. [...].

Puesto que no queremos, si podemos evitarlo, abandonar la forma, el estado que consideramos no está en el espacio sino en el tiempo. (Siendo posible entrar en un estado de tiempo sin salir del estado de espacio en el que se está ya alojado.)\*

Un modo de imaginar, esto es, suponer que la transmisión de un cambio de valor a través del espacio en el que está representado lleva tiempo para cubrir la distancia. [...].

Uno de los motivos que me movieron a la culminación del presente trabajo fue la esperanza de confrontar las investigaciones sobre la estructura interna de nuestro conocimiento del universo, tal como es expresada en las ciencias matemáticas, y las investigaciones sobre su estructura externa, tal como es expresada en las ciencias físicas. Aquí, la obra de Einstein, Schrödinger y otros parece haber conducido a la realización de una frontera última del conocimiento físico en la forma de los *media* a través de los cuales lo percibimos. Llega a ser evidente que ciertos hechos sobre nuestra experiencia común de percepción, o lo que podríamos llamar el mundo interior, pueden ser revelados por un estudio extenso de lo que llamamos, en contraste, el mundo exterior; entonces un estudio igualmente extenso de este mundo interior revelará, a su vez, los hechos con que primero nos encontramos en el mundo exterior. Para que nos acerquemos, en ambos casos, de un lado al otro, está la frontera común entre ellos.

No pretendo haber llevado muy lejos estas revelaciones, o que otros, mejor equipados, no las puedan llevar más lejos. Espero que lo hagan. Mi intención consciente al escribir este ensayo era la elucidación de un cálculo indicativo, y, su potencial latente, que sólo llegó a ser manifiesto cuando la realización de esta intención estaba ya muy avanzada, me cogió por sorpresa.

Dejé las cosas en el punto donde, cuando entramos en la tercera dimensión de la representación con ecuaciones de grado mayor que la unidad, la conexión con las ideas básicas del mundo físico empieza a aparecer con más fuerza a la vista. Había intentado, antes de que empezara a escribir, dejarlo aquí, ya que las formas latentes que emergen en ésta, la cuarta desviación

de la forma primaria (o la quinta, si contamos desde el vacío), son tantas y tan variadas que no podría esperar presentarlas todas, ni aun por encima, en un libro.

Observa Medavar [1] que la forma estándar de presentación requerida de un escrito científico ordinario es la contraria de lo que el investigador estaba, en realidad, haciendo. Ciertamente, dice Medavar, primero es propuesta la hipótesis, y llega a ser el médium a través del cual hechos de otro modo oscuros, que luego serán colectados en su apoyo, son vistos primero con claridad. Pero se espera que al dar cuenta en el escrito se dé la impresión de que tales hechos sugirieron primero la hipótesis, prescindiendo de si esa impresión es verdaderamente representativa.

En matemáticas vemos este proceso en forma contraria. El matemático, con más frecuencia de la que nos permitimos admitir, procede por experimento, inventando y sometiendo a prueba hipótesis para ver si cubren los hechos de razonamiento y computación con los que se enfrenta. Cuando ha encontrado una hipótesis que los cubre, se espera que dé cuenta, mediante publicación, del trabajo en el orden contrario, de modo que los hechos se deduzcan de las hipótesis.

No recomendaría que actuáramos de otra forma en cualquier campo. Para todos los rendimientos de cuentas, contar la historia hacia atrás es conveniente y ahorra tiempo. Pero pretender que la historia fue realmente vivida hacia atrás puede ser extremadamente mistificador.

En vistas de esta aparente inversión, sugiere Laing [2] que los que en las ciencias empíricas son llamados *data*, y que han sido elegidos de acuerdo con la naturaleza de la hipótesis ya formada, podrían ser llamados con más honestidad *capta*. Por analogía inversa, los hechos de la ciencia matemática, que aparecen al principio como habiendo sido arbitrariamente elegidos, y por tanto como *capta*, no son en realidad arbitrarios en absoluto, sino absolutamente determinados por la naturaleza y coherencia de su ser. Desde este punto de vista, podemos considerar que los hechos de las matemáticas son los *data* reales de la experiencia, pues sólo ellos parecen ser, en el análisis final, ineludibles.

Aunque he procurado, en la medida de mis fuerzas, preservar, en el texto mismo, lo que es ineludible, y por eso atemporal, y, al contrario, descartar lo que es temporal, no me hago ninguna ilusión de haber tenido éxito completo en esto. El que uno *no* pueda, en tal empeño, tener un éxito perfecto, me parece a mí que reside en la imperfección manifiesta del estado de *existencia particular* de absolutamente toda forma. El trabajo de cualquier autor humano debe ser en alguna medida idiosincrásico, aunque pueda conocer que su

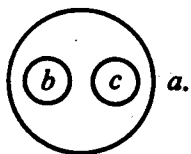
\* Se refiere a las ecuaciones de segundo grado con recentrada (esto es, autorreferentes). Para salir de la paradoja, inventa el valor *imaginario* que pertenece a alguno de los futuros posible. «Es real en relación con el tiempo y puede, en relación consigo mismo, llegar a ser determinado en el espacio, y ser entonces real en la forma» (p. 61). [N. del T.]

ego personal no es sino un traje a la moda para ajustarse a la moda del presente más que a la media del pasado y el futuro, en que este trabajo vendrá a quedar. En esta medida, la moda o modo es inevitable a expensas de la media (*mean*) o sentido (*meaning*), o puede no haber conexión de lo que es periférico, y tiene que ser mirado, con lo que es central, y tiene que ser adivinado.

Un aspecto mayor del lenguaje de las matemáticas es el grado de su formalización. Aunque es cierto que nos ocupamos, en matemáticas, de proveer una abreviatura de lo que es efectivamente dicho, ésta es sólo la mitad de la historia. Lo que intentamos hacer, además, es proveer una forma más general en la que el lenguaje ordinario de la experiencia procura reposar. Mientras nos confinemos al sujeto a mano, sin extender nuestra consideración a lo que tiene en común con otros sujetos, no nos estamos aprovechando de un modo verdaderamente matemático de presentación.

Lo que es abarcado, en matemáticas, es una transcendencia de un estado de visión a una nueva, y por eso no aparente, visión más allá de él. Cuando la existencia presente ha dejado de tener sentido, puede aun venir a sentir de nuevo a través de la realización de su forma. [...].

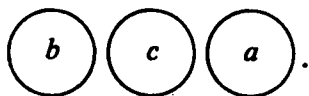
Imaginemos que, en vez de escribir en una superficie plana, estamos escribiendo en la superficie de la Tierra. Ignorando las madrigueras de conejos, etc., podemos tomarla por una superficie de genus 1. Supón que escribimos:



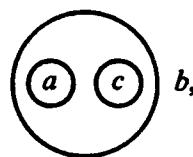
Para que se pueda leer desde otro planeta, lo escribimos en grande. Supón que dibujamos el corchete exterior alrededor del Ecuador, y hacemos que los corchetes que contienen *b* y *c* sigan la línea de las costas de Australia y de la isla sur de Nueva Zelanda, respectivamente.

Arriba es cómo la expresión aparecerá desde algún lugar en el hemisferio Norte, digamos Londres. Pero viajemos.

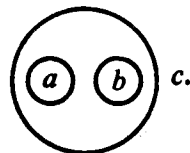
Llegados a Ciudad del Cabo, vemos:



Navegando a Melbourne, vemos:



y continuando desde allí hasta Christchurch, vemos:



Estas cuatro expresiones son distintas y no equivalentes. Entonces, es evidente que no basta con escribir una expresión, llana sobre una superficie de genus 0, y esperar que sea comprendida. Debemos indicar también dónde se supone que está el observador en relación a la expresión. Cuando escribimos sobre un plano, la ambigüedad no es aparente porque tendemos a ver la expresión desde fuera del corchete más exterior. Cuando está escrita sobre la superficie de una esfera, puede no haber ningún medio de decir cuál de los corchetes se supone que es el más exterior. En tal caso, para hacer que la expresión tenga sentido, debemos añadir un indicador para ofrecer un lugar desde el que el observador es invitado a mirar.

Observamos en el tercer experimento un modo alternativo (aunque aquí menos potente) de usar el principio de relevancia. Por el uso normal del principio podríamos borrar las marcas adicionales (ya que todos los estados están marcados idénticamente) y llegar en una etapa a un círculo particular, mientras que en el experimento adoptamos el curso más débil de borrar la línea de distinción entre las marcas, y entonces necesitamos una etapa más para llegar a un círculo particular.

Notar que ambos caminos de simplificación son *diferentes* de los métodos de condensación y cancelación adoptados para el cálculo, aunque surgen de, y entonces no son inconsistentes con, ellos. A partir del experimento empezamos a ver en realidad cómo todos los principios constelares por los que navegamos en nuestros viajes de y a la forma surgen de la, en última instancia, reducibilidad de los números y vaciabilidad de las relaciones, sólo deteniendo o fijando el uso de esos principios en alguna escena en la que nos las arreglamos para mantener un universo en alguna forma determinada, y nuestra comprensión de tal universo viene no del descubrimiento de su apariencia presente,

sino del recuerdo de lo que originalmente hicimos para hacerlo surgir.

De este modo, el cálculo mismo puede ser realizado como una recolección directa. Cuando dejamos el estado central de la forma, procediendo hacia afuera e imaginariamente hacia la condición periférica de existencia, vimos cómo las leyes de llamar y cruzar, que establecen la escena de nuestro viaje a través de un espacio representativo, llegan a ser estrellas fijas en el juego familiar del tiempo. Nuestras proyectadas esperanzas y temores de su expiación final, a las que llamamos teoremas, llegan a ser su reparto de apoyo. Al final, cuando reentramos la forma, todas están justificadas y gastadas. Sólo fueron necesarias mientras se dudaba de ellas. Cuando no se puede dudar de ellas, pueden ser descartadas.

Retornando, con brevedad, a la idea de precursores existenciales, vemos que si aceptamos su forma como endógena para la estructura menos primitiva identificada, en la ciencia de estos días, con la realidad, no podemos escapar de la inferencia de que lo que ahora es comúnmente considerado como real consiste, en su verdadera presencia, meramente en fichas o expresiones. Y, dado que las fichas o expresiones se considera que son *de* algún (otro) sustrato, entonces el universo mismo, tal como lo conocemos, puede ser considerado como siendo una expresión de una realidad otra que él mismo.

Consideremos, por un momento, el mundo tal como es descrito por la física. Consiste en un número de partículas fundamentales que, si son disparadas a través de su propio espacio, aparecen como ondas, y son entonces de la misma estructura laminar que las perlas o las cebollas; y en otras formas de onda llamadas electromagnéticas que es conveniente, por mor de la navaja de Occam, considerar como viajando a través del espacio con una velocidad estándar. Todas ellas aparecen ligadas por ciertas leyes naturales que indican la forma de su relación.

Ahora, el físico mismo, que describe todo esto, está, en su propia consideración, él mismo construido a base de ellas. Está hecho, dicho brevemente, de un conglomerado de los mismos detalles que describe, de ninguno más, de ninguno menos, ligados juntos por, y obedeciendo a, leyes generales, tales como las que él ha manejado para encontrar y para registrar.

Así, no podemos escapar del hecho de que el mundo que conocemos está construido para (y entonces de tal modo que sea capaz de) verse a sí mismo.

Esto es realmente asombroso.

No tanto teniendo en cuenta lo que ve, aunque esto puede parecer bastante fantástico, sino considerando el hecho de que *puede ver de algún modo*.

Pero *para* hacer eso, debe primero cortarse a sí

mismo en al menos un estado que ve y en al menos otro estado que es visto. En esta condición desgarrada y mutilada, lo que sea que ve se ve *sólo parcialmente* a sí mismo. Podemos quedarnos con esto, que el mundo es indudablemente sí mismo (esto es, indistinto de sí mismo), pero, en cualquier intento de verse a sí mismo como objeto, debe, igual de indudablemente, actuar\* de modo que se haga a sí mismo distinto de, y por lo tanto falso a, sí mismo. En esta condición siempre se eludirá parcialmente a sí mismo.

Parece difícil encontrar una respuesta aceptable a la pregunta de cómo o por qué el mundo concibe un deseo, y descubre una capacidad, de verse a sí mismo, y parece sufrir el proceso. Esto es llamado a veces el misterio original. Quizás, en vista de la *forma* en que *nosotros nos apegamos brevemente a la existencia*, el misterio *surge* de nuestra insistencia en *formular* una pregunta donde no hay, en realidad, *nada* que cuestionar. Sin embargo puede parecer que, si tal deseo, capacidad o sufrimiento fuera otorgado, el estado o condición que surge como resultado es, de acuerdo con las leyes aquí formuladas, absolutamente inevitable. A este respecto, al menos, no hay ningún misterio. Nosotros, en cuanto representativos de lo universal, *podemos* registrar la ley lo bastante para decir «y así sucesivamente, y así sucesivamente construirás eventualmente el universo, en cada detalle y potencialidad, como le conoces ahora; pero entonces, de nuevo, lo que construirás no será todo, pues por el tiempo en que has alcanzado lo que ahora es, el universo habrá expandido a un nuevo orden para contener lo que entonces será».

En este sentido, con respecto a su propia información, el universo *debe* expandir para escapar de los telescopios a través de los cuales nosotros, que somos él, estamos tratando de capturarlo, a él que es nosotros. La serpiente se muerde a sí misma, el perro caza su rabo.

Entonces el mundo, cuando por casualidad aparece como un universo\*\* físico, debe parecerse a nosotros, sus representativos, que está jugando una especie de juego al escondite consigo mismo. Lo que es revelado será ocultado, pero lo que es ocultado será otra vez revelado. Y, dado que nosotros mismos lo representamos, esta ocultación será aparente en nuestra vida en general y en nuestras matemáticas en particular.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] MEDAWAR, P.B., «Is the Scientific Paper a Fraud?», *The Listener*, 12 de septiembre (1963).
- [2] LAING, R.D., *The politics of experience and the bird of paradise*, Londres, Penguin Books, 1967.

\* *Agonistés* = actor, antagonista. Podemos advertir la identidad de la acción con la agonía.

\*\* *unus* = uno, *vertere* = dar una vuelta. Un universo dado (o capturado) es lo que es visto como resultado de dar una vuelta, y entonces es la *apariencia* de una distinción primera, y sólo un aspecto menor de todo ente, aparente o no aparente. Esta particularidad es el precio que tenemos que pagar por su visibilidad.

## 2) Tipos de sistemas reflexivos

- PABLO NAVARRO, «Sistemas reflexivos», en Román Reyes (dir.), *Terminología científico-social. Aproximación crítica (Apéndice)*, Barcelona, Anthropos (en preparación).

### 0. Introducción

El pensamiento sistémico (constituido fundamentalmente por la Teoría de Sistemas y la Cibernética [1, 2, 3]) ha dedicado desde sus comienzos una atención sostenida a diversos tipos de sistemas, pero casi siempre asumiendo lo que podría llamarse el *presupuesto clásico de objetividad*: una realidad puede considerarse un sistema en la medida en que es objetivable, es decir, definible, como una estructura separada y claramente diferenciable del sujeto definidor [4, 5].

De un tiempo a esta parte, sin embargo, algunos sectores del movimiento sistémico —encuadrados en la corriente de la «nueva cibernética» o «cibernética no clásica» [6]— han llegado a la conclusión de que ningún planteamiento hecho en los términos de la objetividad clásica es capaz de capturar la conducta de realidades ontológica y epistémicamente complejas [7]. Para esos sectores sólo cuestionando la validez de ese presupuesto es posible ofrecer una modelización adecuada de tales realidades.

El abandono del presupuesto clásico de objetividad permite, en efecto, una concepción nueva de la noción de sistema: una concepción según la cual un sistema, en lugar de ser una estructura definible como una realidad separada del sujeto que la considera, es una entidad definible justamente *en su relación con ese sujeto*. Dicho de otro modo, desde esta perspectiva no clásica un sistema es una realidad compuesta por un sujeto y la realidad que ese sujeto intenta objetivizar. La estructura y la actividad de esa realidad aparece así como dependiente de la actividad del sujeto que la define [8, 9], y viceversa. Considerado de este modo, un sistema adquiere características *reflexivas* [10], al resultar constituido por la flexión recíproca de la actividad del sujeto sobre la actividad del sistema presuntamente objetivo por él definido.

Un planteamiento reflexivo de este cariz es especialmente relevante de cara a la modelización de sistemas biológicos en general [11, 12, 13] y humanos en particular [14]; más en concreto, sólo una aproximación epistémica de tipo reflexivo parece tener potencia suficiente para visualizar, en una perspectiva sistémica, la dinámica propia de los procesos sociales humanos [15, 16, 17, 18]. A continuación se caracterizará con

mayor precisión el concepto de *sistema reflexivo*, para pasar después revista a las distintas formas de reflexividad detectables en diversos tipos de sistemas más o menos complejos.

### 1. La noción de sistema reflexivo

Un sistema (concebido como la relación entre un sujeto y un sistema objeto) es reflexivo en la medida en que en su seno se generan efectos reflexivos, es decir, interferencias entre la actividad del sistema objeto y la *actividad objetivizadora* [19] del sujeto.

Para evitar una interpretación errónea de lo que se entiende por tales interferencias conviene advertir que las mismas no deben ser entendidas como *relaciones causales objetivas* (en el caso de que el sistema objeto sea un sistema real), ni como *relaciones formales objetivas* (en el caso de que el sistema objeto sea un sistema formal). Pues cualquier relación *objetiva*, real o formal, presupone la inclusión de (respectivamente) causa y efecto o antecedente y consecuente en un *mismo dominio de objetividad*.

Lo que aquí se entiende por interferencia no es una relación (de causación real o de consecuencia formal) que ocurra en un mismo dominio de objetividad. Por el contrario, las interferencias entre la actividad característica del sistema objeto y la actividad objetivizadora del sujeto ponen justamente en cuestión tanto la presunta objetividad de la primera como la pretendida no-objetividad (el carácter puramente subjetivo) de la segunda. En lugar de ser objetivables (reducibles a un único dominio de pura objetividad) o subjetivables (reducibles a un único dominio de pura subjetividad), tales situaciones de interferencia señalan justamente los límites de todo dominio presuntamente objetivo (o presuntamente subjetivo).

Cuando se asume un punto de vista reflexivo, la actividad del sistema objeto y la actividad objetivizadora del sujeto que observa, manipula y modeliza esa actividad del sistema objeto deben pensarse como procesos *coexistentes*. Ahora bien, si entre esos dos tipos de procesos coexistentes se generan necesariamente interferencias es porque los mismos no son ni mutuamente reducibles ni completamente separables. Por una parte, ni la actividad del sistema objeto es independiente (y, por lo tanto, separable) de la actividad objetivizadora del sujeto, ni ésta es independiente de aquélla. Por otra parte, ni la actividad objetivizadora del sujeto es reducible a la objetividad característica del sistema objeto, ni esta objetividad es reducible a tal actividad.

La perspectiva reflexiva puede aplicarse a todo tipo de sistemas, reales o formales. Los sistemas que se califican de reflexivos no son otros que los que se suelen considerar, desde una actitud clásica, como no reflexivos: todos los sistemas presuntamente no reflexivos se

revelan como sistemas reflexivos en cuanto se considera su constitución como sistemas objeto en una relación de interferencia con la actividad objetivadora del sujeto.

La forma que adoptan los efectos reflexivos depende del tipo de sistema objeto involucrado, pues los distintos géneros de sistema revelan aspectos específicos de la actividad objetivadora del sujeto. Atendiendo a la clase de sistema objeto que el sujeto objetiviza, los efectos reflexivos pueden ser de tipo *óptico*, de tipo *lógico*, de tipo *óptico-lógico*, de tipo *epistémico* y de tipo *auto-reflexivo*.

## 2. Reflexividad óptica

Cuando el sistema objeto es de tipo meramente material, los fenómenos reflexivos se presentan en forma de *reflexividad óptica*. Un sistema «material» u *óptico* es un sistema real (no es simplemente el resultado de ciertas estipulaciones, como es el caso de los sistemas formales), que puede considerarse distincionalmente cerrado, o lo que es lo mismo, es un sistema real en cuyo seno *no* se genera *sentido*. Para simplificar, se presumirá que tales sistemas objeto materiales son todos de índole puramente física.

En esta clase de sistema los fenómenos reflexivos se manifiestan típicamente en los procesos de medición, que son el aspecto característico, en este contexto, de la actividad objetivadora del sujeto. Una medición consiste [20] en una manipulación por parte del sujeto de la magnitud cuyo valor trata de determinar. Ahora bien, la manipulación de tal magnitud hace que su valor inicial varíe hasta cierto punto. Por lo que el proceso de medición, que tiene como objetivo determinar ese valor inicial, tiene como resultado su alteración. En un contexto físico clásico, esa alteración se concibe como error.

Mas lo que en los sistemas físicos de tipo clásico aparece como error no es sino la forma epistémicamente degradada de la interferencia reflexiva entre la presunta actividad del sistema objeto y la actividad objetivadora del sujeto. El fenómeno clásico del error es la huella que deja, en un contexto no reflexivo, lo que es en realidad un efecto reflexivo ineliminable: en efecto, el proceso de medición tiene como consecuencia el hacer dependiente la actividad (óptica) del sistema objeto de la actividad objetivadora (manipuladora) del sujeto, y viceversa [21]. Pues la objetivación ontológica de la primera depende de su objetivación epistémica por la segunda. Pero ese proceso de objetivación epistémica que es la medición sólo sería a su vez objetivizable si se subsumiese en el sistema objeto cuya determinación es justamente dependiente de tal proceso. En realidad, el proceso de medición no es propiamente objetivizable, sino sólo operacionalmente controlable.

En contextos físicos no clásicos, los efectos reflexivos adquieren una apariencia menos evanescente que la del mero error. En los procesos de medición cuántica, por ejemplo, las características de la actividad objetivadora del sujeto que determina la actividad del sistema objeto no afectan meramente al grado de definición (la captación en forma más o menos «borrosa») de esa actividad, sino que determinan su propia configuración. Así, el carácter de la medición *constituye* el *tipo* de realidad (onda o partícula) objeto de medición [22]. O, dicho de otro modo, el contexto de medición selecciona el modelo de sistema objeto [23] de la misma sin que —según la llamada «interpretación de Copenhague»— tenga sentido preguntarse cuál es el modelo «real» subyacente y subsistente a las diversas formas de operación del sujeto.

## 3. Reflexividad lógica

En sistemas de tipo *lógico*, es decir, distincionalmente cerrados y de índole puramente formal (totalmente determinados por estipulaciones del sujeto), los fenómenos reflexivos se manifiestan típicamente en contextos de *interpretación* [24]. Los procesos de interpretación, en efecto, constituyen la forma específica que adopta la actividad objetivadora del sujeto cuando se enfrenta epistémicamente con sistemas lógicos, y juegan en esos sistemas un papel análogo al de los procesos de medición en sistemas ópticos. De la misma forma que sólo se puede determinar un sistema físico operando físicamente sobre el mismo *desde fuera* (midiéndolo), sólo se puede determinar (en un sentido productivo y reproductivo: creando y manteniendo su identidad) un sistema lógico operando lógicamente sobre el mismo *desde fuera* (interpretándolo).

Ese operar lógico interpretativo es el que *presta sentido* a la actividad del sistema lógico objeto. Ahora bien, tal operar interpretativo, objetivador del sistema objeto, no puede ser integrado en la objetividad que constituye [25]. O mejor dicho, sólo puede ser integrado (siquiera sea parcialmente) en esa objetividad al precio de volverla inconsistente o incompleta (lo que viene a significar en cierto modo su destrucción como objetividad lógica). Ésa es la raíz de la proliferación de paradojas que aqueja a los lenguajes naturales [26], y de la necesaria incompletitud, que Gödel puso de manifiesto [27], de los lenguajes formales capaces de cierto grado de autointerpretación.

Fenómenos como los indicados se originan como consecuencia de procesos de interferencia reflexiva entre la actividad de un determinado sistema objeto lógico (la dinámica de su cálculo), y la actividad objetivadora del sujeto (la interpretación que da sentido a esa dinámica [28]). La respuesta clásica ante esos fenómenos consiste en distinguir entre diversos tipos lógicos [29], o entre lenguaje objeto y metalenguaje [30].

Pero ese desdoblamiento no elimina la posibilidad de que tales efectos reflexivos se produzcan, sino que tan sólo la aleja: pues dentro del modelo metalingüístico los fenómenos de interferencia se reproducen como interferencia entre el lenguaje objeto y el metalenguaje desde el que se realiza la interpretación [31]. El problema reside en que la actividad metalingüística, en el mismo acto de su aplicación sobre el lenguaje objeto, puede modificar las condiciones de interpretación de ese lenguaje objeto; nos encontramos aquí frente a una situación similar a la que enfrenta la física cuántica: diversos contextos de aplicación del metalenguaje *constituyen* interpretaciones diferentes del lenguaje objeto.

#### 4. Reflexividad óntico-lógica

Hay una tercera clase de sistemas afectados por fenómenos de reflexividad: se trata de sistemas en los que se aúnan un *aspecto real* (óntico) y un *aspecto formal* (lógico). Son, pues, sistemas que exhiben un doble carácter óntico-lógico [32]; el paradigma de este tipo de sistemas lo proporcionan los sistemas cibernéticos [33]. En los sistemas óntico-lógicos una cierta actividad de tipo lógico (en la jerga cibernética: de tipo informacional) se materializa por medio de un determinado sistema físico (o, desde el punto de vista opuesto, un determinado sistema físico admite una cierta interpretación en los términos de la actividad de un específico sistema objeto lógico [34]).

El modo de reflexividad característico de esta clase de sistemas se manifiesta en forma de interferencias entre su aspecto óntico (su realidad como «hardware») y su aspecto lógico (su realidad en tanto que «software» [35]). Desde la perspectiva cibernética clásica, tales interferencias son interpretadas simplemente como *ruido*, puesto que «hardware» y «software» son realidades presuntamente paralelas (como lo son lenguaje objeto y metalenguaje en la perspectiva lógica clásica, o como lo son, desde el punto de vista de la física clásica, la realidad «en sí» que se da por supuesta y las operaciones del sujeto sobre esa realidad). Esa condición de paralelismo prohíbe cualquier intersección productiva de uno y otro aspecto: cuando esa intersección se produce de hecho, el resultado es un cortocircuito intencional que colapsa el sistema.

Desde un punto de vista reflexivo, sin embargo, esas interferencias no sólo pueden producirse sino que son por principio inevitables. La razón que hace esas interferencias ineliminables es que el sistema objeto óntico-lógico no puede aislarse, ni en su condición de «hardware», ni en su condición de «software», de la actividad objetivadora del sujeto. No puede aislarse en tanto que «software», pues en ese caso ese «software» carecería de sentido: para que lo adquiriera es preciso interpretarlo por medio de otro «software» de tipo metalingüístico [36, 37]. Tampoco puede aislarse en

tanto que «hardware», porque un «hardware» aislado sería incapaz de conectar el «software» objeto con el «meta-software» que lo interpreta: así, el «hardware» objeto tiene que vincularse a un «meta-hardware» que sea el soporte físico de ese «meta-software».

La cuestión es que ni los límites entre «software objeto» y «meta-software» ni los límites entre «hardware objeto» y «meta-hardware» son objetivables. Pues para establecer los primeros habría que establecer antes los segundos, y viceversa. Y es justamente la existencia de esos espacios no objetivables lo que permite (de hecho, fuerza) la producción de nuevas relaciones interpretativas entre «software» y «hardware», relaciones que trascienden el sentido inicial del sistema.

#### 5. Reflexividad epistémica

Los sistemas de tipo óntico-lógico pueden ser naturales o artificiales, y se presentan con diversos grados de complejidad. Una variedad específica de sistema óntico-lógico reviste especial importancia, por ser característica de los sistemas vivos [38]: se trata de la clase de sistemas dotados de clausura organizacional [39]. Un sistema objeto organizacionalmente cerrado, sobre todo cuando tiene la propiedad adicional de ser *informacionalmente abierto* [40] (como ocurre en el caso de los seres vivos), posee un modo de complejidad óntico-lógica que permite la emergencia de nuevos y más potentes efectos reflexivos.

Esos nuevos efectos se generan debido al hecho de que cualquier sistema objeto organizacionalmente cerrado e informacionalmente abierto desarrolla un cierto tipo de actividad objetivadora (por primitiva que ésta sea en comparación con la actividad objetivadora del sujeto). Dicho de otra forma, los sistemas de ese tipo *interpretan* el medio que les rodea (medio del que se diferencian gracias a su clausura organizacional, y con el que se relacionan merced a su apertura informacional). En ese proceso de interpretación tales sistemas producen y reproducen *sentido* [41]; por lo cual su realidad no puede captarse asumiendo el presupuesto de clausura distincional tal y como se hace al caracterizar sistemas puramente físicos.

Cuando se enfrenta a esa clase de sistema objeto, la actividad objetivadora del sujeto se ve reflejada en la actividad objetivadora «sui generis» del sistema objeto, y viceversa. Esa reflexión consiste en la interferencia entre la forma epistémica (el marco de distinciones [42, 43]) con la que el sujeto trata de objetivizar la actividad del sistema objeto y la «forma epistémica» idiosincrásica con la que ese sistema trata a su vez de «objetivizar» su medio. En definitiva, se trata de una interferencia entre dos procesos de generación de sentido en principio distintos.

En esas circunstancias el sujeto no puede simplemente describir el sistema objeto en los términos de un

marco distincional cerrado: tiene que adoptar una actitud de apertura distincional con el propósito de entender el sentido generado y re-generado por ese sistema, entrando así en una dinámica *hermenéutica* [44]. Se llaman efectos reflexivos epistémicos a esos fenómenos de interferencia entre la actividad objetivadora del sujeto y la actividad objetivadora «sui generis» del sistema objeto.

## 6. Auto-reflexividad

Los sistemas objeto organizacionalmente cerrados e informacionalmente abiertos, a medida que ganan en complejidad, entran en relaciones reflexivas epistémicas cada vez más profundas con el sujeto. En última instancia el sujeto, para comprender tales sistemas, no sólo tiene que adoptar una actitud de apertura distincional, sino que tiene que descubrir en ellos más y más rasgos característicos de su propia actividad objetivadora. O lo que es lo mismo, debe tomarse a sí mismo como modelo de tales sistemas [45, 46]. Se alcanza así una forma de reflexividad máximamente compleja: aquella por la que el sistema objeto refleja en su totalidad las virtualidades de la subjetividad del sujeto. A esa forma más elevada de reflexividad se llama auto-reflexividad, y los sistemas que la exhiben se denominan sistemas auto-reflexivos. Los sistemas sociales humanos, cuando son concebidos atendiendo a sus cualidades más características, ejemplifican —al menos en potencia— esta noción de sistema auto-reflexivo.

Los efectos auto-reflexivos se producen como consecuencia de procesos de interferencia entre dos actividades objetivadoras, la del sujeto y la del sistema objeto, que ahora se revelan como formalmente idénticas; en esas circunstancias el sistema objeto se transforma a los ojos del sujeto «ego» en *otro* sujeto. Lo cual implica que «ego» debe aceptar que el sistema objeto al que se enfrenta (el «otro» sujeto) puede asumir *también* el papel de «ego». Es decir, el «otro» puede considerar a «ego» como su sistema objeto, con el mismo derecho con que «ego» considera al «otro» como su sistema objeto. Por lo tanto, cualquier intento de objetivación por parte de «ego» de la actividad del «otro» se ve amenazado por la capacidad que tiene ese «otro» de objetivizar a su vez la actividad de «ego», incluyendo la parte de esta actividad dedicada a la objetivación del «otro». De hecho, el «otro» puede frustrar, mediante su actividad en forma de acción consciente, la objetivación de esa actividad por «ego», y así la mentira es una forma típica de interferencia reflexiva en contextos auto-reflexivos.

En esos contextos, además, «ego» debe enfrentarse a sí mismo por intermediación del «otro», en tanto que sistema objeto. En tales circunstancias la comprensión del sistema objeto (el «otro») por «ego» implica la auto-comprensión de «ego» en tanto que sujeto. Y esa

auto-comprensión de «ego» implica la comprensión del sistema objeto en tanto que *otro* sujeto [47]. En definitiva, se trata de una reformulación de la vieja intuición según la cual entender al otro es entendernos a nosotros mismos, y entendernos a nosotros mismos es entender al otro. Pero esta reformulación, al enraizar tal intuición en un entramado conceptual riguroso, permite iluminar aspectos especialmente relevantes de los procesos de entendimiento (y de falta de entendimiento) mutuo que son la base de la conciencia y la vida social humanas.

## 7. El significado del punto de vista reflexivo

La perspectiva reflexiva conduce no tanto al abandono del presupuesto de objetividad como a su profundización o, si se quiere, a su generalización. La objetividad clásica es, de hecho, una objetividad restringida: afecta solamente al objeto, en tanto que el sujeto se mantiene fuera de su alcance, asumiendo una identidad puramente noética. La objetividad reflexiva, a diferencia de la clásica, desborda el objeto e incluye en su radio de acción al sujeto, que así debe dar cuenta de sí mismo en los términos de lo que es su producto: la propia objetividad por él constituida. El precio que hay que pagar por esa generalización del concepto de objetividad es la relativización reflexiva de esa noción. Pero, contra lo que pudiera parecer a primera vista, el pago de ese precio no supone una pérdida, sino una buena inversión; pues, en efecto, el concepto reflexivo de objetividad permite enfrentar los resultados negativos fundamentales con los que la razón clásica se ha topado en los últimos cien años (de los surgidos en la mecánica cuántica a los revelados en el análisis de sistemas formales) *en positivo* y de forma teóricamente productiva.

Según la interpretación que aquí se propone, la quiebra de las pretensiones absolutizadoras de la objetividad clásica que esos resultados negativos testimonian no es un hecho limitador, un contratiempo que desdichadamente disminuye nuestras potencialidades epistémicas. Al contrario, los fenómenos de reflexividad responsables de esa quiebra no sólo explicitan los *límites* de las diferentes clases de objetividad erigidas por el sujeto; además, y lo que es más importante, revelan las relaciones productivas que se dan entre los diversos tipos de objetividad *justamente a través de esos límites*. Pues, de hecho, son los límites reflexivos característicos de las formas más simples de objetividad los que cooperativamente constituyen las condiciones de posibilidad de la emergencia de las formas de objetividad más complejas: la vida, la conciencia, la sociedad.

El pensamiento moderno, desde Descartes, ha atribuido al sujeto las condiciones de posibilidad del objeto. La perspectiva reflexiva, recíprocamente, atribuye asimismo al objeto las condiciones de posibilidad del

sujeto. En realidad, las condiciones de posibilidad del objeto y las del sujeto son las mismas; unas y otras se generan y requieren mutuamente en el espacio topológico no orientable que es el vínculo reflexivo. Entenderlas como condiciones separadas es imponer una orientación ficticia a ese espacio. Ontología y gnoseología son dos aspectos de una misma disciplina. En definitiva, un mundo exento de reflexividad, ni podría haber generado sujeto alguno, ni sería inteligible para ningún sujeto.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] WIENER, N., *Cibernética*, Madrid, Guadiana, 1971.
- [2] ASHBY, W.R., *An Introduction to Cybernetics*, Londres, Chapman & Hall, 1956. (En castellano, *Introducción a la cibernética*, Buenos Aires, 1960.)
- [3] BERTALANFFY, L. VON, *Tendencias en la teoría general de sistemas*, Madrid, Alianza, 1978.
- [4] KLIR, G.J., *An approach to General Systems Theory*, Nueva York, Van Nostrand Reinhold, 1969. (En castellano, *Teoría general de sistemas*, Madrid, ICE, 1980.)
- [5] MESAROVIC, M.D. y TAKAHARA, Y., *General System Theory: Mathematical Foundations*, Nueva York, Academic Press, 1975.
- [6] PASK, G., *The Old and New in Cybernetic Fashions*, trabajo no publicado, 1988.
- [7] «Science et pratique de la complexité». *Actes du colloque de Montpellier. Mai 1984*, París, La Documentation Française, 1986.
- [8] GAINES, B.R., «General System Identification», en Klir, G.J. (ed.), *Applied General Systems Research. Recent Developments and Trends*, Nueva York, Plenum, 1978.
- [9] GLANVILLE, R., «Inside every black box there are two white boxes trying to get out», *Behavioral Science*, 27 (1982), 1-11.
- [10] PASK, G., *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, Londres, Hutchinson, 1975, esp. cap. IV.
- [11] FOERSTER, H. VON, «Notes for an epistemology of living beings», en *Observing Systems*, Seaside, California, Intersystems Publications, 1981 (1972).
- [12] MATURANA, H. y VARELA, F., *De máquinas y seres vivos*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 1973. [En inglés, en Maturana y Varela, *Autopoiesis and Cognition*, Dordrecht, Holanda, Reidel, 1980 (Boston Studies in Philosophy of Science, 42)].
- [13] MATURANA, H., *Biology of cognition*, *ibid.*
- [14] PASK, G., *Conversation Theory*, Nueva York, Elsevier, 1976.
- [15] AULIN-AHMAVARA, A., «The impossibility of genuinely self-steering machines: a fundamental theorem on actor-systems», *Kybernetes*, 10 (1981), 113-121.
- [16] BRÄTEN, S., «The Third Position — Beyond artificial and autopoietic reduction», *Kybernetes*, 13 (1984), 157-163.
- [17] IBÁÑEZ, J., *Más allá de la sociología*, Madrid, Siglo XXI, 1979.
- [18] IBÁÑEZ, J., *Del algoritmo al sujeto*, Madrid, Siglo XXI, 1985.
- [19] FOERSTER, H. VON, «Objects: Tokens for (Eigen-) Behaviors», en *op. cit.* [11] (1976).
- [20] STERN, J., «Measurement Process and Systems», en el artículo «Principles, Methods and Instruments of Measurement and Observation», última edición de *Encyclopaedia Britannica*.
- [21] VALLÉE, R., «Eigen-elements for observing and interacting subjects», en Trapl, R. (ed.), *Cybernetics and Systems Research 2*, Elsevier, 1984.
- [22] GRIBBIN, J., *En busca del gato de Schrödinger*, Barcelona, Salvat, 1986 (Biblioteca Científica Salvat, 20).
- [23] BARROW, J.D. y TIPLER, F.J., *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford, Oxford University Press, 1986.
- [24] LÖFGREN, L., «Life as an Autolinguistic Phenomenon», en Zeleny, M. (ed.), *Autopoiesis: a Theory of Living Organization*, Nueva York, North Holland, 1981.
- [25] MILGRAM, M., «Les formalismes du hasard», en Dumouchel, P. y Dupuy, J.P. (eds.), *L'auto-organisation: de la physique au politique*, París, Seuil, 1983.
- [26] GODDARD, L. y JOHNSTON, M., «The Nature of Reflexive Paradoxes», *Notre Dame Journal of Formal Logic*, Part I, 24 (1983), 491-508; Part II, 25 (1984), 27-58.
- [27] GÖDEL, K. [1931], «On formally undecidable propositions of "Principia Mathematica" and related systems I», en Van Heijenoort, J. (ed.), *From Frege to Gödel*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1981 (trad. cast.: Universidad de Valencia, 1981).
- [28] FINSLER, P., «Formal proofs and undecidability», *ibid.* (1926).
- [29] RUSSELL, B., «Mathematical logic as based on the theory of types», *ibid.* (1908).
- [30] TARSKI, A., «The concept of truth in formalised languages», en *Logic, Semantics and Metamathematics*, Oxford, Oxford University Press, 1956 (1931).
- [31] KRIPKE, S., «Outline of a Theory of Truth», en Martin, R.L. (ed.), *Recent Essays on Truth and the Liar Paradox*, Oxford, Oxford University Press, 1984 (1975).
- [32] DEUTSCH, D., «Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer», *Proceedings of the Royal Society of London*, A 400 (1985), 97-117.
- [33] McCULLOCH, W., *Embodiments of Mind*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1965.
- [34] LANDAUER, R., «Fundamental Physical Limitations of the Computational Process; an Informal Commentary», *Cybernetic Machine Group Newsheet* (Londres), 2 (1987).
- [35] HOFSTADTER, D.R., *Gödel, Escher, Bach: un eterno y grácil bucle*, Barcelona, Tusquets, 1987.
- [36] KAMPIS, G., «On systems and Turing Machines», en *Cybernetics and Systems'88 (Proceedings of the Ninth European Meeting on Cybernetics and Systems Research, Vienna, 1988)*, Dordrecht, Holanda, Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [37] LÖFGREN, L., «The Partiality of Self-Reference», a aparecer en Rossel, E. (ed.), *Proceedings of the Symposium Self-Steering and Cognition in Complex Systems*, Bruselas, 1987.
- [38] PATTEE, H.H., «Dynamic and linguistic modes of complex systems», *International Journal of General Systems*, 3 (1977), 259-266.
- [39] VARELA, F., *Principles of Biological Autonomy*, Nueva York, North Holland, 1979.
- [40] PASK, G., «Organizational Closure of Potentially Conscious Systems», en *op. cit.* [24].
- [41] ATLAN, H., «La complexité naturelle et l'auto-crédation du sens», en *op. cit.* [7].
- [42] SPENCER-BROWN, G., *Laws of Form*, Londres, George Allen & Unwin, 1969.
- [43] NAVARRO, P., «Cybernetics of (Im)possibility», en Glanville, R. y De Zeeuw, G. (eds.), *Problems of impossible worlds, Systemica 7*, 1988.
- [44] WINOGRAD, T. y FLORES, F., *Understanding Computers and Cognition*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1987.
- [45] HUMPHREY, N., *The Inner Eye*, Londres, Faber and Faber, 1986.
- [46] NAVARRO, P., *Redes de Petri y teoría social*, trabajo no publicado, 1986.
- [47] FOERSTER, H. VON, «On Constructing a Reality», en *op. cit.* [11].



### 3) Historia de la reflexividad

- Extractos de FRANCISCO VARELA, «El círculo creativo: esbozo histórico-natural de la reflexividad», en Watzlawick y otros, *La realidad inventada*, Buenos Aires, Gedisa, 1988.

Una mano se alza del papel y se eleva hacia un mundo más vasto. Cuando pensamos que ha abandonado definitivamente al plano de origen, recae nuevamente en él y dibuja su propio relieve en el blanco papel. Un círculo se cierra y al mismo tiempo dos planos coinciden, se superponen, se confunden. En esta coincidencia se observa que lo que deseábamos mantener en planos separados es inseparable. Nuestro sentido de orientación y nuestros sentimientos hacia aquello que forma la base empiezan a tambalearse y tenemos la impresión de encontrarnos ante una paradoja.

Este tipo de fenómenos circulares solían llamarse usualmente círculos del diablo (*círculos viciosos*) y eran la encarnación de aquello que debía evitarse. Por mi parte recomendaría denominarlos *Circuli virtuosi* o círculos creativos [...].

#### La perspectiva empírica

En el dibujo de Escher observamos que ambas manos se dibujan mutuamente. Esto implica que establecen recíprocamente sus condiciones de creación. Se extraen mutuamente con medios propios, fuera del grabado, crean una identidad propia. Más precisamente, su determinación recíproca las extrae del resto del dibujo permitiéndoles conformar una «unidad». Dicho de otra

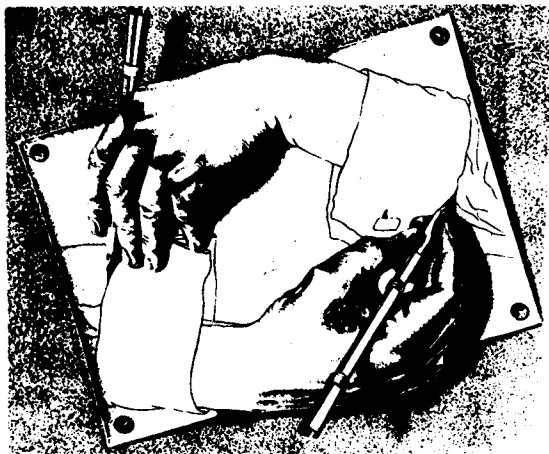


FIGURA 22. M.C. Escher, *Zeichnen*

manera: su operación (su mutuo dibujarse), establece las condiciones bajo las cuales pueden ser diferenciadas al tiempo que las destaca sobre un fondo.

El hecho de que una unidad se destaque de un fondo, como consecuencia de la operación, es una experiencia cotidiana que podemos asociar normalmente con los seres vivos. Desde la Antigüedad se ha dado en dar a esta experiencia el nombre de «autonomía». Cuando observo a un perro que camina por la calle, que cambia repentinamente de dirección y se dirige hacia mí es muy común que adjudique al perro la intención de saludarme. Determinar si esta adjudicación de un proceso mental está justificada o no es menos importante para mí que el hecho de que resulta *tentador* hacerlo basándose en el comportamiento del perro. Dicho de otra manera: el comportamiento del perro es muy difícil de explicar a menos que suponga que el perro no reacciona ante el mundo que lo rodea, es decir, como si recibiera instrucciones que apuntan a determinados resultados, sino más bien como si se tratara de perturbaciones que el perro interpreta de acuerdo con sus propios mecanismos de regulación y balance. Ésta es, nuevamente, la cualidad tan particular a la que denominamos *autonomía*. Si mi auto no arranca mañana, efectivamente estaría tentado de decir que está enojado conmigo, pero, dado que soy un individuo instruido, sé que una subordinación de este tipo no es posible, ya que nosotros mismos construimos la máquina.

Precisamente aquí comienzan las dificultades: Nosotros no creamos el perro y tampoco pareciera existir para un fin específico sobre el cual pudiéramos ponernos de acuerdo. La clara contraposición entre sistemas vivos, en quienes se advierte la idea de autonomía, y los muchos otros sistemas naturales y artefactos creados por el hombre fueron fascinantes para la biología desde Aristóteles hasta entrado el siglo XIX, y en un grado solamente comparable a la atracción ejercida por la diversidad de los seres vivos.\*

Resulta interesante comprobar que el tema de la autonomía desapareció gradualmente del discurso científico al comenzar el desarrollo de la genética y la biología molecular, a comienzos de siglo. Paralela y rápidamente la técnica y la mecánica hicieron rápidos progresos y se orientaron hacia la cibernética y la teoría de control. Este es el motivo por el cual hoy en día no pensamos en autonomía en el área de los sistemas naturales, sino que simplemente lo pasamos por alto sin considerar que se pueda hablar de autonomía de manera precisa. La contrapartida de la autonomía, el control, puede precisarse en cambio sin inconvenientes.

Naturalmente que no existe nada más misterioso en la autonomía que lo que pueda haber en el control. Lo decisivo radica en considerar a la autonomía como la expresión de un tipo de *proceso* que aparece por doquier en

\* Véase por ejemplo, J. Schiller, *La Notion d'Organisation dans l'Histoire de la Biologie*, Paris, Maloine, 1978.

la naturaleza y en numerosas formas concretas.\* Este tipo de proceso es exactamente lo que Escher presentó. (Las partes se especifican mutuamente y se fijan entre sí.)

La vida se caracteriza por esta forma de vinculación con el ámbito molecular, adquiriendo su cualidad de autónoma. De esa «sopa» de moléculas se destaca una célula, porque define y fija fronteras que la separarán de todo aquello que no es ella. Esta determinación de fronteras se cumple, sin embargo, mediante producciones moleculares que, por su parte, sólo fueron posibilitadas por esas fronteras. Las transformaciones químicas y los límites físicos se condicionan mutuamente: la célula se destaca de un entorno homogéneo. Si este proceso de autocreación se interrumpe, la unidad celular deja de formar una unidad y se deshace hasta formar poco a poco la sopa molecular [7].

La esencia de la organización celular se puede representar de la siguiente manera:

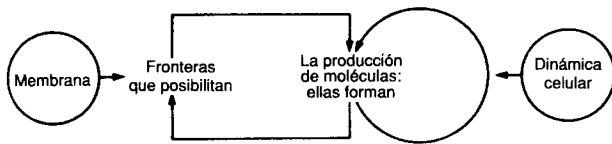


FIGURA 23

Esta configuración es determinante: las operaciones conforman un *círculo cerrado*, motivo por el cual los productos se encuentran en el mismo plano que los procesos de producción. Dentro de esta organización pierden sentido las diferenciaciones usuales entre productor y producto, entre comienzo y final o entre *input* y *output*. Poco podemos decir sobre el origen de las células, pero los resultados de las últimas investigaciones concuerdan sustancialmente con la idea de que el cierre de un circuito generacional como el que acabamos de bosquejar resulta una condición indispensable [2]. Una vez que existen tales unidades autónomas surge todo un nuevo dominio: la vida, como la conocemos hoy. Este tema fundamental de la interacción de los circuitos de procesos de producción molecular admite numerosas variaciones, así como también muchas materializaciones específicas que dan como resultado una infinidad de células distintas.

Es posible que las células modernas sean el fruto de una simbiosis de unidades, originariamente autónomas. Tal es el caso de las mitocondrias, cloroplastos y otros orgánulos celulares, los cuales hoy en día conservan solamente vagos vestigios de su autonomía original [5]. Incluso en nuestros días encontramos algas y hongos que conforman sus cambiantes recíprocamente

y suministrándose alimentos. Por consiguiente, las células pueden interactuar formando nuevas unidades autónomas. Todos los organismos multicelulares fueron creados en similares circunstancias.

El fenómeno básico es, en todos estos casos, el mismo: elementos de diversos planos se reúnen operacionalmente y forman una unidad a raíz de su interacción circular. Si este proceso se interrumpe, se destruye esta unidad. La autonomía nace en esta intersección. El surgimiento de la vida no es un mal ejemplo para esta ley general.

### La perspectiva estructural

«Esta frase es falsa si la añade a sí misma entre comillas», es falsa cuando se la añade a sí misma. Este *Koan* de Quine [8] es una expresión jocosa de una dificultad a la cual se enfrentan hace largo tiempo la lingüística y la matemática. A partir de que al cretense Epiménides se le ocurrió decir aquello de que «Todos los cretenses son mentirosos», la singular cualidad humana de la reflexividad (autorreferencia) fue la causa de permanentes dolores de cabeza.\*\* Esta singular cualidad reposa sobre un postulado que determina que las afirmaciones sobre algo no deben ser elemento constitutivo de ese algo.

Afirmaciones como la de Epiménides y Quine lesionan obviamente este postulado.

En todos los casos similares en los que existen confusiones lingüísticas es evidente cierto parecido familiar con el grabado de Escher, así como con la formación de las células y la autonomía. En todos los casos se trata de movimientos con los cuales aquello que debería quedar separado se entrecruza (en el caso de Quine y de Epiménides serían los planos de significación), de manera que dos planos se confunden en uno solo y a pesar de todo siguen siendo diferenciables.

Sin embargo, resulta interesante comprobar que aquello que en el ámbito molecular aparece como complejo pero entendible adquiere en el ámbito lingüístico la significación más profunda de una *paradoja*. Es más difícil saltar fuera de la necesidad de permanecer en un determinado plano de significación y considerar sencillamente toda la oración como una unidad. Una paradoja es exactamente esto, lo que permanece incomprendible si no lo examinamos saliendo de ambos planos mezclados en la estructura de la paradoja. Quine y Epiménides siguen siendo paradójicos en la medida en que no estoy dispuesto a abandonar la necesidad de elegir entre lo verdadero y lo falso, así como a reconocer en la reflexividad de la premisa una forma determinada de fijación de su significado. Esto implica que la frase existe dentro de un ámbito más amplio y sólo se torna paradójica en la medida en que

\* Para una presentación detallada de esta idea, véase F. Varela, *Principles of Biological Autonomy*, Nueva York, North Holland, 1979.

\*\* Para un debate completo véase Patrick Hughes y George Brecht, *Vitons, Doubleday, New York, 1975*, Braunschweig, Vieweg, 1978 y especialmente el último libro de D. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach*, Nueva York, Basic Books, 1979.

se la proyecte sobre un ámbito más restringido, en el cual debe ser obligatoriamente verdadera o falsa.

Este es, según supongo, el motivo por el cual aparece la paradoja en situaciones como la de los ejercicios zen, en los que justamente debería aprenderse a saltar a un plano cognoscitivo superior para poder observar en este nuevo plano sus pensamientos y conceptos valorativos en forma imparcial. Mientras el que aprende se mantenga atado a uno u otro plano, a una predilección o juicio, a lo bueno o lo malo, lo positivo o lo negativo, a lo espiritual o lo mundano, la meta de la enseñanza no se habrá alcanzado. Un buen maestro es aquel que puede transmitir vívidamente la reflexividad y lo entreverado de la situación hasta que el estudiante se vea obligado a extraerse de ella.

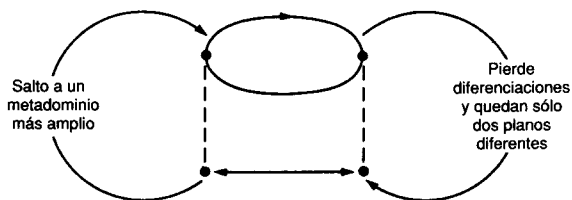


FIGURA 24

Quizá la prueba más interesante y famosa de fecundidad en el ámbito de la reflexividad en el lenguaje y en la matemática sea el Teorema de Gödel, ejemplo del cual quisiera extraer algunas conclusiones en relación a la circularidad y clausura.

La intuición de Gödel está (también) representada perfectamente en el grabado de Escher. Gödel (y sus contemporáneos) querían determinar si los lenguajes formales podían autoanalizarse; dicho de otra manera, querían ver si se los podía analizar exclusivamente con sus propios medios. Para ello debemos ocuparnos por lo menos de aquellos lenguajes matemáticos que contengan los números naturales y que puedan hacer afirmaciones sobre los números. Claro está que los números no son afirmaciones matemáticas, sino objetos matemáticos, a los cuales uno puede referirse en un lenguaje matemático apropiado para este fin. La ocurrencia genial de Gödel consistió en entrecruzar el plano del lenguaje sobre los números con los números mismos. Realmente un circuito peculiar. Para ello adjudicó un signo lingüístico a cada número, de manera tal que también a las series de números (es decir, afirmaciones sobre números) correspondía una cifra. Los detalles no nos interesan aquí,\* pero el punto central del lenguaje construido de esta manera por Gödel es el siguiente [véase figura 25].

Cuando en este sentido se entrecruzan claramente diversas áreas no resulta dificultoso conformar premisas reflexivas como la de Quine. Gödel manifiesta este mismo pensamiento diciendo: «Esta afirmación es inde-

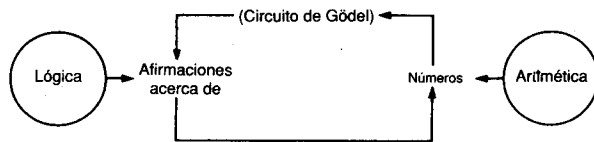


FIGURA 25

mostrable» (ni su veracidad ni su falsedad puede demostrarse). La sola existencia de tal afirmación demuestra que todos los sistemas formales, de hecho suficientemente ricos como para contener números y la aritmética, contienen afirmaciones llenas de sentido y perfectamente definidas de los cuales no se puede inferir si son verdaderas o falsas. Por eso se dice de estos sistemas formales que son *incompletos*. El hecho de que existan en afirmaciones indecibles justamente dentro del ámbito central de la matemática produjo gran insatisfacción entre los matemáticos. Desde nuestro punto de vista, en cambio, los resultados a los que arriba Gödel se interpretan de manera muy diferente. No como una prueba de la limitación, sino como un caso más que demuestra que la circularidad puede llevar a la constitución de un dominio autónomo formándose una unidad que especifica un dominio abarcador y más amplio. En el caso de Gödel, no bien se completa su circuito y los planos se cruzan, aparece una unidad en el universo lingüístico. La comparación con el ejemplo biológico es obvia.

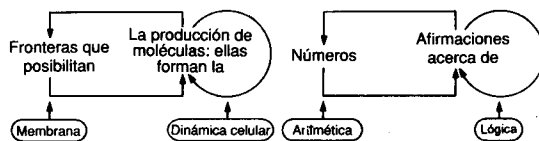
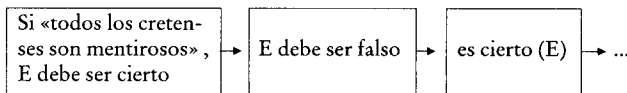
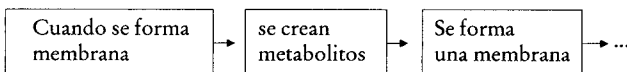


FIGURA 26

Observen un momento qué es lo que se desarrolla dentro de estos curiosos circuitos. En el caso de Epiménides, la afirmación es —cuando aceptamos que es verdadera— falsa. Si es falsa, consecuentemente debe ser verdadera. En su estructura hay una oscilación entre lo que antes se encontraba separado. Lo podemos graficar de la siguiente manera:



En lo que a la célula se refiere podemos abrir el círculo, y obtenemos igualmente una estructura que se prolonga al infinito.



\* Para mayores detalles, véase Ernest Nagel y James R. Newman, *Gödel's Roof*, Nueva York, Univ. Press, 1965, como Hofstadter, *op. cit.*

[...] Quisiera ilustrar el mismo pensamiento más virtualmente. Consideremos un triángulo. Cada lado lo dividimos en tres partes, las cuales unimos luego de tal manera que formen una estrella de seis puntas. Procedemos ahora a dividir de igual manera cada lado de la estrella. Este proceso se repetirá con cada nuevo lado creado, *ad infinitum*. La figura así creada se asemeja a un cristal de nieve y es inmediatamente comprensible pues posee una forma coherente. Pero lo que percibimos es como un antepasado mítico que nunca fue totalmente dibujado y que sólo puede ser intuido como tendencia de una repetición ininterrumpida. Resulta interesante el hecho que figuras como éstas tienen, de acuerdo con su construcción geométrica autorreferencial, dimensiones que no son las tradicionales. En el caso del triángulo de más arriba, la dimensión es superior a 1 pero menor que 2, exactamente 1,2618. Dado que dimensión es un número (fraccionario) a tales figuras se las denomina *fractals* [4].

**La perspectiva cognitiva**

Hemos presentado dos perspectivas paralelas, en las cuales la formación de círculos operacionales mediante el acto aparentemente inofensivo de la reflexividad crea un ámbito completamente nuevo, así se trate de células y seres vivos o de lenguajes e indeterminación.

Ahora debemos dar el próximo paso en nuestra investigación de la historia natural de la reflexividad y analizar el otro caso fundamental, cuyo cierre hace variar totalmente el cuadro: descripciones de *nosotros mismos*, nuestro *propio* conocer.

Precisamente, en la observación de nuestros propios conocimientos, reunimos los tópicos principales de las dos perspectivas anteriormente mencionadas.

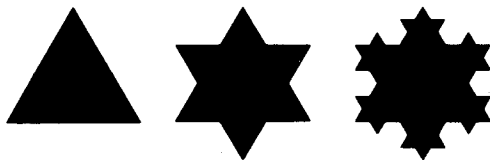


FIGURA 27

Por una parte, nuestra cognición ocurre en el sustrato biológico de nuestro cuerpo. Por otra parte, nuestras descripciones son capaces de autodescripciones. Gracias a nuestro sistema nervioso se superponen ambos modos de cierre y forman así aquella vivencia que es la más familiar y al mismo tiempo la más inasible: nosotros mismos.

Está claro que el sistema nervioso es una parte integrante de nuestra unidad como seres biológicos, como unidades autónomas que somos. Lo que no es tan evidente es que el propio sistema nervioso es autorreflexivo de varias maneras básicas [6].

Esto es así sobre todo porque no hay efecto del sistema nervioso (capacidad de movimiento, secreciones internas) que no tenga un efecto directo sobre una superficie sensorial. De la misma manera que una neuro-

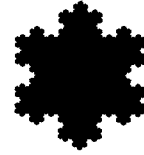


FIGURA 28

na actúa sobre otra por una estrecha vecindad de sus superficies a través de una sinapsis, un grupo de músculos actúa sobre el sistema sensorial del cuerpo por efecto reflexivo sobre una sinapsis sensorial y motora.

Un movimiento reflejo de la rodilla es provocado por la tracción de un tendón, que ejerce una tracción sobre propioceptores y provoca una modificación de la actividad de las neuronas motoras en la médula espinal, todo lo cual conduce a una contracción muscular en dirección opuesta a la tensión del tendón. Los efectos motores tienen consecuencias sensoriales y los efectos sensoriales tienen consecuencias motoras. Este principio de referencia tiene validez universal:



FIGURA 29

Pero el sistema nervioso es un circuito cerrado en un sentido más sustancial. Tan pronto se traspone el umbral de lo sensorial o de lo motor, los efectos que éstos ejercen sobre el sistema nervioso no tienen una dirección única, como en una calle de una sola vía. Se parecen más bien a la aparición de otro comprador en la sala de la Bolsa de valores. Si, por ejemplo, siguiéramos la excitación creada en la retina en su trayecto hacia la zona de la corteza cerebral (lóbulo occipital), podríamos comprobar que en cada fibra que llega a la corteza, proveniente de la retina, desembocan en este mismo punto 100 fibras provenientes de otros lugares del cerebro [1]. La actividad de la retina suministra así sólo una modulación de aquello que se desarrolla en el sistema nervioso central.

Pero esto aún no es todo. Si bien los estímulos eléctricos se propagan sólo en una dirección, muchos otros estímulos químicos del eje neuronal se desplazan en sentido contrario, de manera que las vías de transmisión son siempre «calles de dos manos» en el sistema nervioso. Así, por ejemplo, puede incorporarse en el extremo del axón neuronal una sustancia reguladora que viaja hacia el cuerpo celular y actuar por medio de un impulso eléctrico sobre la neurona pro-

cedente a través de una sinapsis. En el sistema nervioso existen numerosos efectos recíprocos de este tipo, cuyo funcionamiento sólo ahora se está empezando a estudiar.\*

En el siguiente esquema se observa la organización descrita:

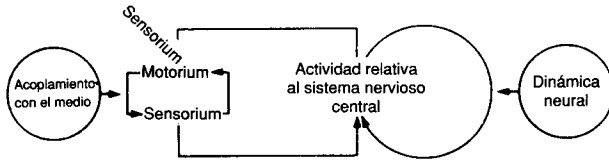


FIGURA 30

En esta visión del sistema nervioso observamos una conducta determinada cuando, por haberse cerrado el circuito de esta estructura total de conexiones recíprocas, se logra cierta coherencia. Se podría analizar esta coherencia dividiendo el proceso en sus partes constitutivas. Podríamos, por ejemplo, comenzar con la visión que tiene su origen en el ojo y seguir luego todos los trayectos que llevan desde el ojo hacia la corteza cerebral y luego desde la corteza al tálamo y al lóbulo anterior, etc. Finalmente habríamos descrito un círculo completo y de hecho podríamos seguir girando indefinidamente en él. La conducta se refiere, como en el ejemplo del *fractal* —es como el antecesor mítico de este proceso infinitamente recurrente— sobre sí mismo.

## Sujeto/Objeto

Si tomamos en serio lo que dijimos acerca del sistema nervioso, debemos reconocer que nuestra experiencia personal se origina de la misma manera. De esto se extraen dos conclusiones de eminente importancia:

1. No podemos *salir* del mundo determinado por nuestro cuerpo y nuestro sistema nervioso. No existe otro mundo excepto el que experimentamos por medio de estos procesos, procesos que son premisas para nosotros y hacen de nosotros lo que somos. Nos encontramos dentro de un dominio cognoscitivo del cual no podemos salir, o decidir dónde comienza o cómo se crea.

2. Y esto no es menos importante: no podemos retrotraer una experiencia dada de una manera única e irreplicable a sus *orígenes*. Cada vez que intentamos

rastrear los orígenes de una percepción o de una idea chocamos contra un fractal que permanentemente retrocede ante nosotros. Donde investiguemos tropezamos contra la misma multiplicidad de detalles, y vinculaciones recíprocas. En todos los casos se trata de la percepción de una percepción de una percepción, etc., o la descripción de la descripción de la descripción de la descripción. En ningún lugar podemos arrojar el ancla y decir: de aquí partió esta percepción y de esta manera se desarrolló. En nuestra percepción del mundo olvidamos todo aquello que aportamos para percibirla de este modo, precisamente porque estamos incluidos a través de nuestros cuerpos en el peculiar proceso circular de nuestros comportamientos. Al igual que el joven del dibujo de Escher *Galería de cuadros* vemos un mundo que se convierte en el sustrato que nos produce, cerrando así el círculo y haciendo que se entrecrucen las áreas. Al igual que en el grabado de Escher, no hay salida hacia ninguna parte. Si intentáramos salir nos encontraríamos nuevamente en un círculo sin fin que se perdería en un punto central, dentro de un espacio vacío.\*\*

Conforme a la tradición,\*\* la experiencia es o bien objetiva o subjetiva. El mundo existe y nosotros



FIGURA 31. M.C. Escher, *Bildergalerie*

lo podemos ver tal como es (objetivamente) o bien lo vemos a través de nuestra subjetividad. Si seguimos el hilo conductor de la reflexividad y de su historia de la naturaleza podemos ver esta intrincada pregunta desde otro punto de vista: el de la *participación* y de la *inter-*

\* Para un nuevo enfoque, véase R.K. Dismukes: «The Brain», *Beh. Science*, 2 (1979), 409.

\*\* Nota del revisor: Ernst [3] describe esta litografía de la siguiente manera: acerquémonos al cuadro en calidad de observador sin prejuicios. En el ángulo inferior derecho vemos la entrada de una galería de arte en la que se exponen cuadros. Hacia la izquierda observamos a un joven que contempla uno de los cuadros colgados en la pared. En el cuadro se ve un barco y por encima de éste, en el borde superior izquierdo, una hilera de casas en un muelle portuario. A la derecha, arriba, sigue la hilera de casas y bajando la mirada por el borde derecho se descubre en el ángulo inferior una casa de esquina, con una entrada a una galería de arte en la que se exponen cuadros. Nuestro joven está por lo tanto, dentro del cuadro que él mismo está contemplando.

\*\* La diversidad de tradiciones debería ser determinada con mayor detenimiento. En este sentido resulta muy significativa la fenomenología con sus diferentes ramificaciones. Pero aquí se habla, sin embargo, del sentido común dominante.

*pretación* en el cual el sujeto y el objeto están inseparablemente unidos entre sí. Esta interdependencia se pone en evidencia por el hecho de que no puedo comenzar en ninguna parte con una representación pura y no contaminada de lo uno o de lo otro y cualquiera sea el lugar por el que resuelva comenzar me las tendré que ver hasta cierto punto con un *fractal* que reproduce exactamente lo que yo hago, es decir, describirlo. De acuerdo con esta lógica, nuestro comportamiento en relación al mundo es igual al que tenemos ante un espejo, el que ni nos podrá decir cómo es el mundo ni cómo no es. Él nos muestra que es *posible* que seamos como somos y que actuemos como hemos actuado. Nos muestra que nuestra experiencia ha sido *viable*.

Es fascinante que el mundo sea así de plástico, ni subjetivo ni objetivo, ni unitario y separable, ni dual e inseparable. Esto apunta tanto a la *naturaleza* del proceso, que podemos percibir en la totalidad de su calidad formal y material así como también a los *límites* fundamentales de aquello que podemos comprender de nosotros mismos y del mundo. Demuestra que la realidad no está constituida sencillamente a nuestro antojo, porque esto significaría suponer que podemos elegir un punto de salida desde adentro. Prueba además que la realidad no puede entenderse como algo objetivamente dado, como algo que recogemos, porque esto significaría suponer un punto de partida externo. Demuestra de hecho una *ausencia de fundamento* sólido de nuestras experiencias, en las cuales nos son suministradas determinadas regularidades e interpretaciones, fruto de nuestra historia conjunta como seres biológicos y sociales. Dentro de estas áreas de historia común que reposan sobre acuerdos tácitos, vivimos en una aparentemente interminable metamorfosis de interpretaciones que se suceden.\*

Se nos revela un mundo en el cual lo infundado puede convertirse en base de comprensión de que el

antiquísimo ideal de la objetividad y de la comunicación, entendidos como la progresiva eliminación de los errores, en beneficio del aumento de coincidencia —medido en sus propias escalas científicas— es una quimera. Haríamos mejor en aceptar completamente la situación notoriamente diferente y difícil de él, de que vivimos en un mundo en que nadie puede pretender comprender las cosas, en sentido amplio, de mejor manera que otros. Lo notable es que el mundo empírico de los vivientes y la lógica de la autorreferencia, así como las enseñanzas de toda la historia natural de la reflexividad, que nos enseña que la ética, la tolerancia y el pluralismo nos liberan de nuestros propios valores y percepciones, para respetar las percepciones y los valores de los demás constituye en definitiva el conocimiento y al mismo tiempo su punto final. En este punto los hechos son más claros que las palabras.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] BRAITTENBERG, Valentin, *Gehirngespinnste: Neuroanatomic für Kybernetisch Interessierte*, Berlín, Springer, 1973.
- [2] EIGEN, M. y SCHUSTER, P., *The Hypercycle*, Berlín, Springer, 1979.
- [3] ERNST, Bruno, *The Magic Mirror of M.C. Escher*, Nueva York, Random House, 1976, S. 33.
- [4] MANDELBROT, Benoît B., *Fractals: Form, Chance, Dimension*, San Francisco, Freeman, 1978. (Edición original: *Les objets fractales*, París/Montreal, Flammarion, 1975.)
- [5] MARGULIS, L., *The Evolution of Eucaryotic Cell*, San Francisco, Freeman, 1980.
- [6] MATURANA, Humberto, *Biologie der Kognition*, Paderborn, 1975.
- [7] MATURANA, H. y VARELA, F., *Autopoiesis and Cognition* (Boston Stud. Phil. Sci., vol. 42) Boston, D. Reidel, 1980.
- [8] QUINE, W.O., *The Ways of Paradox and other Essays*, Harvard U. Press, 1971.

\* La expresión filosófica más concisa que he encontrado para esta conclusión es la Escuela Madhyámica de la filosofía medieval hindú. Véase, por ejemplo, las útiles explicaciones de F. Streng, *Emptiness: A study in religious meaning*, Nueva York, Abingdon Press, 1967.

# IV) LA GALAXIA COMPLEJIDAD

## 1) Complejidad universal

- Extractos de EDGAR MORIN, *El método. La naturaleza de la naturaleza*, Madrid, Cátedra, 1981.

### Hacia la galaxia Complejidad

#### *Una génesis teórica*

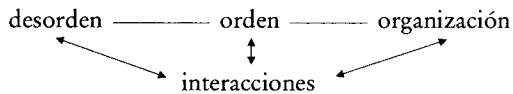
El concepto de orden en la física clásica era ptolemeico. Como en el sistema de Ptolomeo en que soles y planetas giraban alrededor de la tierra, todo giraba alrededor del orden. Ahora bien, nos vemos llevados a efectuar al mismo tiempo una doble revolución, copernicana y einsteiniana, en el concepto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

pítulo 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 sustancias, 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 antro-po-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, *épistémé*) 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, aturridos, salidas de los infiernos y de los guetos 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 deter-

minismo 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, lo que nos aparece absurdo ahora 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 es juego. La idea de juego ya se había arrojado filosóficamente al mundo (de Heráclito\* 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.[...].

Los encuentros producen más destrucciones y dispersiones que 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 solo núcleo de carbono! ¡Es preciso que se desperdicien tantos y tantos billones de espermatozoides (180 millones por eyacuación 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 pérdida. El pensamiento racionalista siguió ciego a la pér-

\* «El universo es el juego de un niño que juega a los dados...»



didada. 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, 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 deve-

nir, comenzando por la más grande, la de Hegel). Mezcla en sí de forma diversa, en sus flujos, sus encajalgamientos, 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...

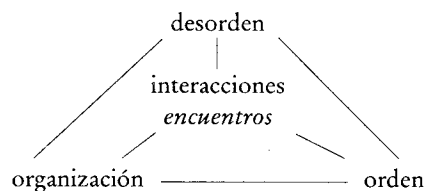
Así, desde el comienzo, el nuevo universo hace surgir, no solamente el tiempo irreversible, sino el tiempo complejo.

### *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 aquel que ha surgido con la incertidumbre cósmica: el observador/conceptuador.

### *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 lo 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,\* 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 antagonísticos. [...]*

### BIBLIOGRAFÍA

- AXELOS, K., *Le jeu du monde*, París, Minuit, 1969.
- BATAILLE, G., *La part maudite, essai d'économie générale*, París, Minuit, 1949 (trad. cast.: *La parte maldita*, Barcelona, Edhasa, 1974).
- DARWIN, CH.R., *On the origin of the Species, by means of Natural Selection or the preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, Londres, Murray, 1859 (trad. cast.: *El origen de las especies*, Bruquera, Barcelona, 1978).
- FINCK, E., *Das spiel als Weltsymbol*, Stuttgart, Kohlhammer, 1960 (trad. francesa: *Le jeu comme symbole du monde*, París, Minuit, 1966).
- GRINEVALD, J., «Le progrès de l'entropie», en *Colloque de l'Association internationale des sociologues de langue française, Sociologie du progrès, Menton, 12-17 mai 1975*, 1975.
- MORIN, E., «L'événement-sphinx», *Communications*, 18 (1972), 173-192.
- NEUMANN, J. VON y MORGENSTERN, O., *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 1947.
- SALLANTIN, X., «Introduction à la théorie du sens», *Internationales Futuribles* (rue des Saints-Pères, París), 52 multicopiado (texto presentado el 22 de febrero de 1973 ante el grupo Quadrivium).

\* \* \*

- Extractos de ANTHONY WILDEN, *System and Structure*, Londres, Tavistock, 1977.

### Homeostasis, homeorresis, homeogénesis, morfogénesis

Podemos establecer las siguientes cuatro definiciones provisionales:

1. *Perspectiva sincrónica*: Un síntoma, una ideología, una superestructura y cada otro nivel sincrónico de comunicación en un sistema es una comunicación sobredeterminada sobre una relación (sobredeterminada) u otra a algún otro nivel. Es una metacomunicación sincrónica sobre una comunicación referente. El régimen permanente implicado será descrito como *homeostasis*.

2. *Perspectiva diacrónica* (A): Maduración o aprendizaje a lo largo del tiempo de acuerdo con las posibilidades contenidas en las «instrucciones» o en el «programa» de un sistema (por ejemplo, los genes), implican una metacomunicación temporal continua sobre estados antecedentes. Esto es, un proceso de selección y combinación *dentro* de las normas dadas del sistema. Puede implicar saltos cuánticos en la organización de las normas (por ejemplo, aprendizaje de lenguaje, maduración sexual, emergencia de monopolios en una competición económica *laissez-faire*), pero no implica un cambio de las normas o un cambio esencial del código. Esto será descrito como *homeorresis*, siguiendo la concepción de Waddington del creodo («el camino del deseo o la necesidad»): en otras palabras, la «trayectoria de desarrollo» del sistema o subsistema (1968, 12-13).

3. *Perspectiva diacrónica* (B): Evolución o cambio histórico pueden ser descritos como proyección de mensajes en el sistema homeostático y homeorrético del eje metonímico al metafórico. Este proceso puede ser descrito como la *emergencia* metafórica de nuevos niveles de organización (reestructuración, renormalización). Define un *evento* (acontecimiento). Tal salto discontinuo en la organización implica alguna especie de cambio-de-objetivos. Describe un cambio metafórico de código, una metáfora-de-segundo-nivel distinta del código del sistema antecedente. Como en 2, pero a diferente nivel, el sistema emergente es una metacomunicación sobre los estados anteriores del proceso diacrónico. Este proceso de *Aufhebung* es descrito como la proyección de un conjunto de mensajes derivados de procesos metonímicos de comunicación al proceso metafórico de selección a un segundo nivel. Así, un mensaje originariamente metonímico se transforma en metáfora en el código. Este evento es el resultado del efecto combinado de diferencias que han

\* La noción del self-field y de renormalización de los físicos.

sido digitalizadas en oposiciones en sentido propio\* («contradicciones», en cuanto opuestas a las simples relaciones binarias o distinciones binarias), de retroalimentación positiva («intensificación de las contradicciones»), y de ruido en el ecosistema. «Ruido» se refiere tanto a las perturbaciones aleatorias que son productos del comportamiento de los sistemas complejos como a los errores en la codificación (por ejemplo, recombinaciones al azar en el ADN por medio de las cuales un mensaje llega a formar parte del código), como a las perturbaciones exteriores (por ejemplo, los efectos de la radiación sobre los genes). Será necesario luego hacer una distinción entre ruido *dentro* del sistema y «accidentes», que, por definición, son externos a él. El evento metafórico será descrito como un producto de la ultraestabilidad (Cadwallader, 1959, 397), o *morfogénesis*: la elaboración de nuevas estructuras mediante actividades sistémicas.

4. *Perspectiva diacrónica* (C): Hay otra forma de cambio metafórico de código, que no implica un cambio esencial de estructura, o de normas, o de nivel de organización. A falta de otro término, este tipo de cambio será llamado *homeogénesis*. Los códigos implicados son homeomorfos u homólogos.

Homeostasis, homeorresis, y homeogénesis son consideradas ejemplos de *morfostasis*, distintas de lo que aquí es definido como morfogénesis. En la morfostasis hay, bien permanencia de la estructura, bien elaboración de estructuras programadas, bien reemplazamiento de una estructura por una estructura homóloga. (Estas definiciones pueden diferir algo del uso aceptado de algunos de estos términos en algunas disciplinas. Cfr. Thom, 1968, 152).

## BIBLIOGRAFÍA

- CADWALLADER, Mervyn L., «The Cybernetic Analysis of Change in Complex Social Organizations», *The American Journal of Sociology*, 65 (1959), 154-157.
- MACKAY, Donald M., *Information, Mechanism and Meaning*, Cambridge, MIT, 1969.
- THOM, René, «Une Théorie Dynamique de la morphogénèse», en Waddington (ed.), 1968, pp. 152-179.
- WADDINGTON, C.H., *Towards a Theoretical Biology*, Chicago, Aldine, 1968 (trad. cast. parcial: *Hacia una biología teórica*, Madrid, Alianza, 1976).

## 2) Complejidad social

- Extractos de JEAN-PIERRE DUPUY, «Du bon usage des notions de complexité et de l'autonomie dans la pensée du social», en *Science et pratique de la complexité*, París, La Documentation Française, 1986, pp. 293 ss.

[...] La cuestión que querría plantear es: ¿Qué pasa con nuestro modo de pensar la sociedad? Antes de plantear la pregunta, debería en principio precisar en qué las ideas de complejidad, autopoiesis, autoorganización, orden, desorden, morfogénesis, evolución, etc., trabajan en profundidad el pensamiento científico contemporáneo y no se reducen a una moda, como algunos no temen sostener. [...] Me limitaré a unas breves notas sobre lo que puede dar una cierta unidad a toda esa pululación de conceptos y de modelos [...].

Sea un *genotipo*. Entiendo por eso una matriz, una estructura, un mecanismo, una regla de juego. No es,

pues, necesariamente el genoma de un ser viviente. Puede ser un sistema de ecuaciones diferenciales, la ecuación maestra de un sistema de ecuaciones estocásticas, un autómatas celular del tipo «juego de la vida» de Conway, una red de neuronas formales (McCulloch), una red de autómatas booleanos (Kaufmann, Fogelman, Weisbuch), probabilísticos (Milgram)...; pero también una situación física o química particular, y más especialmente una de esas situaciones llamadas con toda razón «críticas» (transiciones de fase de segunda especie, ferromagnetismo, percolación, vidrios de spin, estructura disipativa, etc.).

¿Cuáles son los *fenotipos* que este genotipo es capaz, o susceptible, de engendrar? Se sabe hoy que, aun para genotipos muy simples, y en particular deterministas, la respuesta a esta pregunta puede ser de una *complejidad* inextricable: porque los fenotipos son ellos mismos complejos, porque el conjunto que constituyen es de una riqueza inagotable, porque el paso de los genotipos a los fenotipos tropieza con problemas de calculabilidad difíciles y no completamente solucionables, o por todas esas razones a la vez.

En esas situaciones llamadas con razón comple-

\* Para Wilden la computación digital es en términos—binarios— de «Sí» o «No»; la computación analógica es en términos de «Más» o «Menos» (la primera es discreta, la segunda continua). [N. del T.]

jas, se verifica frecuentemente la doble propiedad siguiente:

— para determinar el fenotipo que corresponde a condiciones iniciales dadas, no hay medio más directo que desplegar, etapa por etapa, la cadena de deducciones locales, que no son «integrables» en una deducción instantánea. De modo que la distancia que, en la modelización clásica, separa el modelo, totalmente manipulable puesto que *se da*, del fenómeno, relativamente autónomo en cuanto que *es dado*, tiende a esfumarse. Siendo una pura construcción del espíritu, el modelo como genotipo se presenta como dotado de una cierta autonomía, capaz de producir lo nuevo e inesperado, y sus propiedades deben ser exploradas de algún modo como las de un objeto natural, por ese método experimental que constituye la simulación en ordenador;<sup>1</sup>

— modificaciones muy ligeras de las condiciones iniciales pueden dar fenotipos completamente diferentes, lo mismo que las perturbaciones introducidas en el curso de la evolución: de dónde el problema de la epigénesis.

Del genotipo al fenotipo, e incluso cuando queda perfectamente determinista, el paso no puede entonces ser asimilado a una simple deducción, a un cálculo que seleccionaría en el conjunto de posibilidades preexistentes una realización particular. Isabelle Stengers<sup>2</sup> propone recurrir a las categorías ontológicas de Gilles Deleuze:<sup>3</sup> estaríamos frente, no a la realización de una potencialidad, sino a la *actualización de una virtualidad*. Lo real se parece siempre a lo posible que era antes de su realización. Lo actual, en cambio, es semejante de lo virtual que actualiza: la actualización, que es diferenciación, «es siempre una verdadera creación», escribe Deleuze. Se trata de expresar la relación de *desmesura* que existe entre la simplicidad, incluso la pobreza, de las reglas de juego fijadas por el genotipo, y la gran riqueza y complejidad de los fenotipos que son invenciones que dan sentido a las virtualidades que actualizan.<sup>4</sup>

Los problemas de la morfogénesis, de la evolución y de la autonomía se pueden plantear hoy en día en el cuadro del mecanismo, ciertamente de un mecanismo ampliado, enriquecido, pero en todo caso no contra él. El paso de lo simple a lo complejo, de lo indiferenciado a lo diferenciado, del desorden al orden, no aparece ya como una contradicción en sí, de la que sólo un pensamiento falso podría pretender dar razón.

Las ciencias sociales no pueden permanecer insensibles a todo lo que se piensa en esas direcciones. Les interpelan más especialmente los modelos que tratan del paso de lo local a lo global en los «fenómenos colectivos» complejos, cuando este paso justamente no se reduce a una simple deducción, sino que produce algo verdaderamente nuevo.<sup>5</sup> Los modelos y conceptos de la autoorganización, por medio de los que toda

una corriente de la biología contemporánea entiende salir del atolladero al que le conduce la metáfora del «programa» genético, encuentran inmediatamente un eco en los pensadores de lo social enfrentados con problemas lógicos y epistemológicos de la misma naturaleza.<sup>6</sup> Los principios de clausura operacional (Varela) y de orden a partir del desorden (Von Foerster, Atlan) despiertan particularmente su interés.<sup>7</sup>

Evocaría, para terminar esta ojeada, el problema del genotipo modificado por el fenotipo particular que engendra o, si se quiere, del juego con reglas variables en función del desarrollo del juego.<sup>8</sup> Esta idea de que la ley que rige los fenómenos pueda ser ella misma producto de los fenómenos, sin cesar sin embargo de permanecer como la ley, esta extraña figura de «jerarquía enmarañada» que se encuentra en buen número de modelos y teorías de la ciencia actual, tiene para el pensamiento de lo social una importancia de primer orden, como trataré de mostrar en lo que sigue.

Aunque su interés por estas ideas sea grande, el pensador de lo social debe resistirse a una tentación: la de *aplicarlas* en su dominio propio. Hay algo mejor que hacer.

Conozco a más de un científico «duro» — la caridad me impide citar nombres — sinceramente convencido, y sin duda con razón, de que las ideas que he evocado representan para las ciencias de la naturaleza y de la vida la promesa de una ruptura con un cierto positivismo estrecho, que, «aplicándolas» a lo social, ha caído en el behaviorismo más chato, y el más ingenuo y el más reaccionario políticamente. ¿Por qué eso? Porque esos científicos han olvidado que el pensamiento de lo social no puede, contrariamente a las ciencias «duras», pararse precisamente en los *comportamientos*. El hecho social es un «hecho total»; como nos ha enseñado Marcel Mauss, no es solamente un hecho de comportamiento, es también siempre, indisolublemente, un hecho de valor, un hecho de conciencia.<sup>9</sup> Esto es lo que olvidan los modelos de desarrollo espacio-temporal de las ciudades, las opciones sobre circulación y sobre medios de transporte, los sistemas de intercambios económicos, etc., donde, entre otros ejemplos, las ideas de complejidad y de autoorganización han podido ser «aplicadas».

Hay algo mejor que hacer, decía. Habría que preguntarse si no hay en el pensamiento de lo social conceptos y modelos, incluso una tradición, *próximos* a este pensamiento, que habrían nacido de la necesidad de resolver problemas *formalmente* análogos a los que designamos aquí con las palabras complejidad y autonomía. La utilidad de las nuevas ideas en las ciencias de la naturaleza y de la vida sería entonces el ayudar a las ciencias del hombre y de lo social a tomar conciencia de las potencialidades de esos modelos y conceptos que les son próximos. Utilidad no despreciable, pues si esos modelos de la complejidad y de la autonomía existen ya en el pensamiento de lo social, como voy a

esforzarme en demostrar, no constituyen el paradigma dominante.

René Thom ha podido decir que una ciencia se define y se construye alrededor de un cierto problema a resolver. ¿Cuál es, pues, el que caracteriza a la sociología (incluyendo, en sentido amplio, la antropología)? Habitualmente se suele responder que es el problema del poder. Por razones que sería demasiado largo desarrollar aquí, responderé que es más bien el problema de lo religioso.<sup>10</sup> En esta fase de nuestra reflexión, poco importa, pues en los dos casos se trata del problema de la *división social*: lo social se pone en alguna manera a distancia de sí mismo para representarse como Uno. En relación a este problema, que es también el de lo *simbólico*, nos es preciso revisar tanto el paradigma dominante como las oportunidades de un pensamiento de la autonomía y de la complejidad.

El paradigma dominante, todos lo saben, es el estructuralismo. El modo como enfoca la cuestión de lo simbólico va a llevarnos directamente al cogollo de nuestro tema.

Como bien lo ha mostrado Vincent Descombes,<sup>11</sup> hay, en el discurso del estructuralismo, un equívoco fundamental respecto al tema de lo simbólico. Según una primera definición, es una «convención significativa» (Lacan), cuyo modelo es la contraseña. Es a la vez el establecimiento convencional de un signo arbitrario y el símbolo de esta convención. Signo de reconocimiento, el símbolo es en esta primera acepción la marca y el efecto de una *voluntad* colectiva, de un *contrato social*.

El problema es que la contraseña, la voluntad, el contrato no producen la sociedad global, sino sólo la conjura, la conspiración, la secta intolerante. «El estructuralismo propone aquí un vuelco paradójico: cuando los símbolos no son los efectos de la convención, son su fuente. Si no vienen después del vínculo social, es que vienen antes y lo producen.»<sup>12</sup> En esta segunda acepción, el símbolo hace lo social, y no a la inversa. Para Lévi-Strauss, la estructura, que es del orden del lenguaje, está siempre ya constituida, fuera y planeando sobre la historia. En su célebre *Introduction à l'oeuvre de Marcel Mauss*,<sup>13</sup> considerada por muchos como el manifiesto del estructuralismo francés, no duda en escribir: «El Universo ha significado, desde el principio, la totalidad de lo que la humanidad puede esperar conocer». La estructura es una partitura, y el desarrollo de los fenómenos, que revela su sentido, se reduce a su simple ejecución.<sup>14</sup> Descombes precisa: «...el significativo y el significado son íntegramente dados desde la primera aparición de una oposición de significantes [...]. Lo mismo que la lengua debe preceder a las experiencias que permitirá enunciar, lo mismo las leyes de la vida social deben preceder a los sucesos [...] que ordenan».<sup>15</sup>

De un lado, lo social es un artefacto, producto de la voluntad consciente de los hombres; del otro, nace de una estructura, es decir, de una totalidad que preexiste

a su realización. De un lado, es el producto de un *programa interno* (voluntad general, contrato social, actividad fabricadora del Estado); del otro, es la ejecución de un *programa externo* (para Lacan, voluntad de un «gran Otro»). El pensamiento de lo social y la filosofía política moderna han quedado prisioneros de esta alternativa: la manera en que acabo de formularla indica suficientemente que un pensamiento que opta por escapar de ella no puede encontrar en su camino más que la cuestión y los problemas de la *autoorganización*.

### Del pánico como arquetipo de los procesos de totalización social

Etimológicamente, el pánico es el efecto del terror producido por la aparición del dios Pan. Causa presente ausente de todo lo que no tiene causa, éste preside, en los asuntos humanos, las totalizaciones paradójicas: de una sociedad ordenada y racional hace una chusma (inglés: *mob*) desenfrenada. Los hombres son sorprendidos por esos desquiciamientos trágicos, cuando lo global adquiere súbitamente propiedades que lo local no permitiría en absoluto prever. ¿Se puede añadir que a semejanza de las situaciones «críticas» en física, el momento del pánico es aquel en que la pequeña fluctuación local puede ser considerable y brutalmente amplificada y abarcar todo el espacio social? Teniendo en cuenta lo que hemos expuesto en la introducción, no podemos menos de interesarnos en lo que las ciencias sociales han podido decir de este arquetipo de los procesos de totalización social.

El modelo más célebre es evidentemente el de Freud en su *Psychologie collective et analyse du moi*.<sup>16</sup> Freud comienza haciendo una teoría de la multitud, de tipo constructivista, estructuralista por anticipado. El pánico le parece entonces una «paradoja», la palabra es suya. Voy a mostrar que con la condición de ver en la multitud un ser *autoorganizado*, su descomposición pánica no plantea ningún problema de orden lógico.

Recuerdo brevemente que la multitud, para Freud, se caracteriza por tres rasgos:

— su principio de cohesión, que es la libido. Para que una colección de individuos haga «masa», es preciso que sea vencida la fuerza antisocial por excelencia: el egoísmo, el «narcisismo». En la multitud, observa Freud, es frecuente ver a los individuos sacrificar su interés personal y su amor de sí a un ideal colectivo que los supera. «Semejante restricción del narcisismo sólo puede resultar de la acción de un único factor: del apego libidinal a otras personas. El egoísmo sólo encuentra un límite en el amor de los otros, en el amor de objetos»;<sup>17</sup>

— el punto focal de esos apegos libidinales, a saber, la persona del *jefe*. Ciertamente, Freud reconoce, en resonancia con Le Bon y Tarde, que existen multi-

tudes sin jefe, aglomeraciones espontáneas y efímeras, pero para él, el modelo de la multitud es el Ejército y la Iglesia, multitudes *artificiales*, construidas por y alrededor de su jefe.\* El jefe es el operador de totalización del colectivo, su *punto fijo*.

— El fenómeno que es propio de la multitud: el *contagio*. Éste, que empuja a cada uno a imitar a cada uno, se parece a un efecto de resonancia que se propaga a lo largo de los lazos afectivos que sueldan la masa.

O sea que esta topología comporta una doble *singularidad*, en el sentido matemático del término.

La primera es precisamente la figura del jefe, ombílica de la masa. Se puede describir así: todos, en la masa, salvo el jefe, han renunciado a su amor de sí, y todos aman al jefe; el jefe, por su parte, no ama a nadie, sólo se ama a sí mismo. El operador libidinal, que asocia a todo sujeto un objeto, tiene pues un *punto fijo*, en el sentido preciso del término: el jefe.

El pánico es la segunda singularidad. ¿Qué pasa entonces cuando la multitud pierde su cabecilla, su punto fijo? Se asiste a un verdadero retorno con toda su fuerza del narcisismo y de los intereses egoístas, y los vínculos afectivos que aseguraban la cohesión de la multitud se rompen, lo que provoca, precisa Freud, la desagregación de ésta.

Y, en este momento preciso, reconoce Freud, cuando las principales características estructurales de la multitud han desaparecido —el jefe, los vínculos afectivos—, es cuando la multitud nos parece más multitud. Se llega así a «ese resultado *paradójico* de que el alma colectiva se disuelve en el momento mismo en que manifiesta su propiedad más característica, y a favor incluso de esa manifestación». <sup>18</sup> Para desenredar la paradoja, hay que renunciar a la separación tajante entre multitudes espontáneas y multitudes artificiales, entre masas anárquicas y masas construidas alrededor de un cabecilla. Hay que salir del paradigma del *punto fijo exógeno*, programa y productor de la multitud, para enfocar el paradigma del *punto fijo endógeno*, producido por la multitud, mientras que *ésta se imagina ser producida por él*. Hay que concebir la capacidad de todo grupo en «efervescencia» para proyectarse fuera de sí mismo, y su propensión a tomar por señal *exterior* sus proyecciones desde el *interior*. En fin, hay que ver que estas últimas pueden revestir formas muy diversas y sustituibles entre ellas: cabecilla, víctima, idea, movimiento, tendencia, etc.

Así, en el pánico, cuando el cabecilla ha huido, emerge en su lugar otro representante de la colectividad, transcendente en relación a sus miembros: no es otro que el mismo movimiento colectivo, que se destaca, toma una distancia, una *autonomía* en relación a los

movimientos individuales, sin cesar de ser, sin embargo, la simple composición de acciones y relaciones individuales. Como Durkheim lo ha visto bien, la totalidad social presenta en esos momentos, sobre todo en esos momentos, todos los rasgos que los hombres atribuyen a la divinidad: exterioridad, transcendencia, imprevisibilidad, inaccesibilidad. «La masa tiene necesidad de una dirección», escribe Elias Canneti, de un objetivo que sea dado «fuera de cada individuo», «idéntico para todos»: poco importa entonces cuál es, desde el momento en que *no ha sido «aún alcanzado»*.<sup>19</sup> En la huida pánica, es exactamente lo que realiza, él solo, el proceso de totalización.

La forma del pánico es, pues, la de una comunicación entre elementos de una totalidad por intermediación de esa totalidad considerada como transcendente. El punto fijo es aquí el todo mismo —por ejemplo, la dirección del movimiento colectivo—, engendrado por la composición de actos individuales que, sin embargo, se guían por él, como si comportara una orientación que no estuviera ya en sus componentes elementales. El credo holista según el cual hay más en el todo que en la suma de las partes encuentra entonces una pertinencia singular.

Así desenredada la paradoja del pánico tiene la misma forma, ya se habrá advertido, que la del cabecilla. En este último también, lo social encuentra su unidad en el mismo momento en que la pierde, poniéndose a distancia de sí mismo. La masa tiene necesidad del cabecilla para verse en la figura de Uno, pero esta redundancia trágica, este desdoblamiento fatal, es simultáneamente lo que sella su división. División en el *interior* de la masa en el caso del cabecilla, división *entre* la masa y su Otro transcendental en el caso del pánico: entre la figura del jefe y la del pánico, hay, en el sentido preciso del término, *dualidad*.

### Las metáforas del pánico y la «conjetura de Von Foerster»

Podría ser que con la figura precedente tuviéramos la clave de toda división social, el principio morfogenético de la forma social más compleja y más extraña: *la puesta en exterioridad de sí en relación a sí*.

Si me he interesado por el pánico es, ya lo habréis comprendido, en tanto que forma abstracta. Sus *metáforas* nos acercarán a los problemas que se plantean en este coloquio. Por metáfora, hay que comprender aquí el sentido propio, de desplazamiento, substitución. Lo que circula así y se sustituye por otra cosa son los objetos (concretos o ideales) que, por turno, ocupan el lugar del punto fijo endógeno.

\* Bion (*Experiencias en grupos*, Buenos Aires, Paidós, 1974) desarrolla estas concepciones. Postula tres supuestos básicos como organizadores de estas «multitudes»: el supuesto básico de dependencia organiza la Iglesia, el supuesto básico de ataque-fuga organiza el Ejército, y el supuesto básico de apareamiento organiza la Aristocracia («multitud» que él añade). [N. del T.]

Sea primero el *mercado*. El mercado tiene la misma forma que el pánico, se puede ver de dos maneras. Desde Adam Smith al menos, el mercado se caracteriza así: es un autómatas acentrado, es decir, sin centro regulador; resulta de la composición de acciones individuales movidas por el único interés egoísta: las gentes no tienen necesidad ni de hablarse, ni de amarse, para hacer sociedad, como le gusta recordar a Milton Friedman. Es, lo hemos visto, lo que produce la descomposición pánica de la multitud. El modelo walrasiano de mercado, retomado y complejizado por generaciones de economistas matemáticos, explica aun mejor el isomorfismo. En el modelo del equilibrio general, los precios cambian de estatuto según el nivel lógico al que se les considera: exógenos para los actores sociales, se hacen endógenos para el modelizador —y esta propiedad es a menudo considerada como una «contradicción» por los críticos del modelo—. El conjunto de los precios, que es para el teórico el punto fijo de un operador de totalización, aparece a los agentes como un dato *transcendente*. Hoy se conoce el lazo profundo que une el concepto de punto fijo (*eigenbehavior*, más generalmente, en el sentido que Heinz von Foerster da a esta palabra cuando escribe: «Objetos = *tokens for eigenbehavior*»)<sup>20</sup> al de autorreferencia (véanse los trabajos de Lawvere, Soto y Varela),<sup>21</sup> y a través de él al de autoorganización. Se ve aquí, transpuestas a los asuntos humanos, que esas nociones nos devuelven derechos a la lógica de lo sagrado.<sup>22</sup>

Cierto que los economistas tienen una respuesta preparada, para desactivar lo que esta observación puede tener de embarazosa: si hay «sagrado», no difiere aquí en nada de lo racional. Un teorema célebre de Debreu y Scarf establece, en efecto, que, cuando el número de agentes tiende al infinito, el conjunto de los «equilibrios» de una economía de mercado (sus «puntos fijos») tiende a coincidir con el *núcleo* del juego por el que se le puede representar.<sup>23</sup> El núcleo es el conjunto de estados posibles que resisten a los vetos de todas las coaliciones. Son, pues, racionales a todos los niveles. De manera tal que el teorema puede enunciarse así: la racionalidad asociada a un número grande produce un efecto de transcendencia. Desgraciadamente, las cosas no son tan simples desde que el punto fijo no es único. Pues la transcendencia multiplicada y luego dividida, estallada, opuesta a ella misma, no es ya verdaderamente transcendencia. La presuposición de la totalidad, condición necesaria del proceso de totalización, se convierte, en su indeterminación, en fuente de conflictos, lo que puede desencadenar inestabilidades contagiosas. A decir verdad, sólo desde hace poco los teóricos de la economía aceptan mirar de frente la posibilidad de que sus modelos, en tanto que representan procesos «operacionalmente cerrados» en el sentido de Varela, engendren una gran variedad y una gran complejidad de «comportamientos propios»

o puntos fijos. La epistemología de estos modelos de la crisis está en lo esencial sin hacer.<sup>24</sup>

La segunda metáfora del pánico que consideraré es la deriva de los grandes sistemas que el hombre contemporáneo ha alimentado con sus fantasmas y sus acciones y que parece a estas alturas incapaz de dominar. Que se trate de la medicina que vuelve enfermo, de la escuela que emburrece, del transporte que inmoviliza, de las comunicaciones que hacen sordos y mudos, de la riqueza que empobrece o de los medios de paz que producen la guerra, en todos los casos parece que sobrepasados ciertos umbrales críticos de desarrollo las instituciones producen lo contrario de lo que se espera de ellas. Esta *contraproduktividad* de los grandes sistemas industriales la ha afirmado Ivan Illich recurriendo conscientemente al lenguaje de lo sagrado. Heinz von Foerster, que frecuentó el CIDOC de Cuernavaca, prefirió un día<sup>25</sup> esclarecer este retorno de lo trágico en el mundo moderno mediante la «conjetura» siguiente, que recurre a las nociones de la cibernética. Cuanto más «trivialmente» conectados están los elementos de una red —en el sentido de que son unívoca y rígidamente determinados por sus vecinos—, más trivial y previsible para un observador *exterior* es el comportamiento global de la red —sugirió—, pero aparece más como «contraintuitivo» y no dominable para los observadores *interiores* que son los elementos de la red. La *exteriorización* del ser colectivo en relación a sus miembros crece, en consecuencia, de modo tal que estos últimos no reconocen en él el producto de sus acciones. Inversamente, la riqueza, la complejidad y la ambigüedad del vínculo social producen una sociedad que resulta relativamente opaca a los ojos de un observador exterior, pero en la que los societarios se *reconocen*. El *sentido pasa* incluso si, ellos también, en la medida en que se colocan artificialmente en situación de exterioridad en relación a su propia sociedad, el comportamiento de ésta les parece el de un ser dotado de vida propia.

De esta conjetura, muchos de nosotros hemos sentido su profunda verdad, aun si hemos sido incapaces de proponer una formulación más precisa, por no decir nada de su eventual formalización. [...].

## NOTAS

1. Lo que invalida el principio que Gauss tenía por firme, a saber, que podemos de derecho escribir completamente las construcciones de nuestro espíritu. Ver Webb, J.C., *Mechanism, Mentalism and Metamathematics*, Boston, D. Reidel, 1980, pp. 40-41.

2. En su tesis doctoral *États et processus. Quelques aspects de la transformation conceptuelle de la physique dans ses relations avec le problème du phénomène chimique*, Université Libre de Bruxelles, Faculté de Philosophie et Lettres, 1982-1983, especialmente el párrafo «El pasaje de lo local a lo global», pp. 446-463.

3. Deleuze, G., *Différence et répétition*, París, PUF, 1972, especialmente pp. 269-276. Se puede citar también su artículo «À quoi reconnaît-on le structuralism?», en Chatelet, F. (ed.), *Histoire de la philosophie; le XX siècle*, vol. 8, Hachette, 1973.

4. Se hallará un esclarecimiento complementario sobre esta idea en Eigen, M. y Winkler, R., *Laws of the Game*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 1981.
5. Por ejemplo: el método del grupo de renormalización, los modelos de cinética estocástica, los modelos de percolación y de vidrios de spin, etc.
6. Cfr. Dumouchel, P. y Dupuy, J.P. (eds.), *Actes du Colloque de Cerisy sur l'Auto-organisation: de la physique au politique*, Seuil, 1983; también Dupuy, J.P., *Ordres et désordres*, Seuil, 1982.
7. Varela, F., *Principles of biological autonomy*, North Holland, 1979; Atlan, H., *Entre le Cristal et la Fumée*, Seuil, 1979.
8. Cfr. Hofstadter, D., *Gödel, Escher, Bach*, Basic Books, 1979; también Stengers, I., *op. cit.*, pp. 453-457.
9. Mauss, M., *Sociologie et Anthropologie*, París, PUF, 1973. Cfr. también Louis Dumont, *Homo hierarchicus*, Gallimard, 1966, p. 312.
10. Cfr. toda la obra de René Girard y especialmente *Des choses cachées depuis la fondation du monde*, Grasset, 1978, y Dumouchel, P. y Dupuy, J.-P., *L'enfer des choses*, Seuil, 1979.
11. Cfr. Descombes, V., «L'équivoque du symbolique», *MLN*, 94, 4, mayo (1979), 655-675.
12. *Ibid.*, p. 658.
13. En Mauss, M., *Sociologie et Anthropologie*, *op. cit.*
14. Cfr. la crítica que Bourdieu dirige a esta concepción de la estructura, en su *Esquisse d'une théorie de la pratique*, Ginebra, Droz, 1972.
15. Descombes, V., *loc. cit.*, 660-661.
16. En *Essais de psychanalyse*, Payot, 1925.
17. *Ibid.*, p. 123.
18. *Ibid.*, pp. 117-118.
19. Canetti, E., *Masse et puissance*, Gallimard, 1966, p. 28.
20. Foerster, H. von, «Objects: tokens for eigenbehavior», en Inhelder, B. et al. (eds.), *Hommage à Jean Piaget*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1977.
21. Cfr. Soto Andrade, J. y Varela, F., «Self-Reference and Fixed Points. A Discussion and an Extension of Lawvere's Theorem», *Acta Applicandae Mathematicae*, 2 (1984), 1-19.
22. Cfr. Dupuy, J.-P., «Mimésis et Morphogenèse», en *Ordres et désordres*, *op. cit.*
23. Debreu, G. y Scarf, M., «A limit theorem on the core of an economy», *International Economic Review*, 4, 3, septiembre (1963), 235.
24. Para las primeras tentativas, ver el seminario «De la prophétie autoréalisatrice en économie», en *L'Auto-organisation: de la physique au politique*, *op. cit.*
25. Cfr. la introducción de mis *Ordres et desordres*, *op. cit.*, p. 14.

\* \* \*

- Extractos de JESÚS IBÁÑEZ, «Posibilidades y límites de la democracia formal representativa», *Contrarios*, 2, junio (1989).

¿Es lógicamente posible una sociedad democrática? Diversos teoremas parecen indicar que no. Sea el teorema de la amistad (Erdős): una sociedad está constituida por un conjunto de individuos  $a, b, c, \dots$  sobre el que se ha definido una relación de amistad que obedece a dos axiomas: 1.º si  $a$  es amigo de  $b$ ,  $b$  es amigo de  $a$  (la amistad es simétrica); 2.º dos individuos cualesquiera, sean o no amigos, tienen un, y sólo un, amigo común. Es fácil

demostrar que, para que se cumplan esas condiciones, ha de haber un individuo que sea amigo común de todos los otros (un confesor o un psicoanalista). Sea el teorema de la indecisión colectiva (Arrow): ¿son posibles opciones colectivas —voluntad general— que reflejen las opciones individuales —voluntad de todos—? No. Si el conjunto acepta dos axiomas: 1.º axioma de soberanía de la colectividad: la regla no excluye ninguna opción colectiva; 2.º axioma de lealtad de los individuos: cada individuo debe ajustar sus preferencias a las de la colectividad: sean  $A, B$  y  $C$  tres opciones posibles;  $1, 2$  y  $3$  tres individuos de la colectividad; supongamos que  $1$  prefiere  $A$  a  $B$ , y  $B$  a  $C$  (como consecuencia, preferirá  $A$  a  $C$ ), que  $2$  prefiere  $B$  a  $C$ , y  $C$  a  $A$  (como consecuencia, preferirá  $B$  a  $A$ ), y que  $3$  prefiere  $C$  a  $A$ , y  $A$  a  $B$  (como consecuencia, preferirá  $C$  a  $B$ ); hay, pues, una mayoría que prefiere  $A$  a  $B$ , y  $B$  a  $C$  (si la colectividad es racional, debe preferir  $A$  a  $C$ ); pues prefiere  $C$  a  $A$ . Dados los axiomas de soberanía y de lealtad, la única solución es que las opciones colectivas se ajusten a las opciones de un solo individuo (teorema de la dictadura). Desde todos los puntos de vista, aparece como necesario un punto fijo (sólo funcionan los autómatas centrados).

En la guerra del Vietnam se enfrentaron un autómata centrado muy grande (el ejército de los EE.UU.) y un autómata acentrado muy pequeño (la guerrilla vietnamita). Ganó el autómata acentrado. Este acontecimiento ha hecho reflexionar a los teóricos; Rosenthal y Petitot han resuelto un viejo problema matemático: el teorema del *firing squad* (pelotón de fusilamiento). Para coordinar el disparo de seis soldados, hay una solución trivial: mediante un autómata centrado (la orden del sargento). Ellos han encontrado una solución no trivial: mediante un autómata acentrado pueden ponerse de acuerdo. En la naturaleza hay muchos autómatas acentrados: especialmente entre los insectos (el hormiguero, la termitera). Las actividades de cada individuo no son recapituladas por una memoria central. Una sociedad acentrada —como lo eran las sociedades prehistóricas— rechaza como intruso asocial a cualquier autómata centralizador (por eso escribió Clastres *La sociedad contra el Estado*).

## BIBLIOGRAFÍA

- ARROW, K.J., *Social Choice and Individual Values*, Wiley.
- CLASTRES, P., *La société contre l'État*, Minuit.
- KREWERAS, G., «Les décisions collectives», en *Mathématiques et Sciences Humaines*, Gauthiers-Villars, t. 2, pp. 25-35.
- MOORE, E.F., «The Firing Squad synchronization problem», en *Sequential Machines Selected Papers*, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1964, pp. 213-214.
- ROSENTHIEL, P. y PETITOT, J., «Automate asocial et systèmes acentrés», *Communications*, 22 (1974), pp. 43-62.
- WILF, H.S., *The Friendship Theorem in Combinatorial Mathematics and its Applications*, J.-A. Welsh Academic Press, pp. 307-309.



# V) A GOLPES DE AZAR

«Dios no juega a los dados con el universo.»

ALBERT EINSTEIN

«Dios no sólo juega a los dados, sino que a veces los arroja a donde no pueden verse.»

STEPHEN HAWKING

## 1) Determinismo e indeterminismo

- Extractos de GUNTHER S. STENT, *Las paradojas del universo*, Barcelona, Salvat, 1986 (Biblioteca Científica Salvat, 87).

¿Y qué hay sobre las «jóvenes» ciencias sociales? ¿No son las ciencias del futuro, de cuyo desarrollo tenemos ahora la más imperiosa necesidad? Seguramente, quedan por descubrir muchos principios fundamentales de economía y sociología cuya aplicación, finalmente, permitirá al hombre controlar, no sólo la naturaleza hostil, sino también el trato con sus semejantes. Pero aquí encontramos el tercero y, para los propósitos de esta discusión, el que yo considero como el obstáculo más importante para el futuro progreso de las ciencias. A mi entender, este obstáculo fue reconocido por primera vez por el matemático Benoit Mandelbrot hace algunos años, mientras realizaba un análisis estadístico de algunas series econométricas temporales, tales como las fluctuaciones en el precio del algodón. En el curso de este análisis, Mandelbrot desarrolló un argumento epistemológico cuya aplicabilidad va más allá de la economía, y pone de manifiesto una barrera bastante más fundamental que cierra el fácil avance que ha tenido nuestra capacidad de descubrir nuevas leyes, tanto en las ciencias sociales como en las naturales. Este argumento tiene una afinidad considerable con el análisis precedente sobre la percepción de significado en la música; verdaderamente, podría ser útil para esta discusión el considerar la ciencia como la percepción de la música de la naturaleza. Lo que sigue a continuación es un resumen bastante superficial de lo que entiendo que son el argumento general y las principales conclusiones de Mandelbrot.

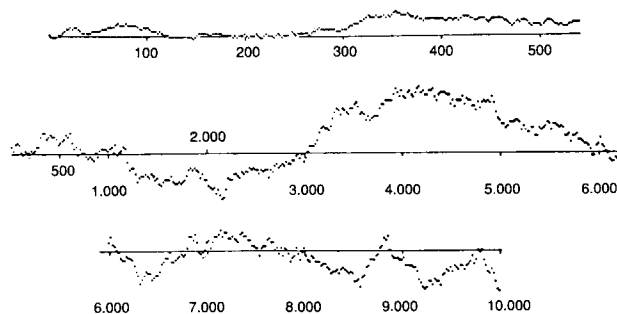
Recordemos, en primer lugar, que la ciencia —es decir, el esfuerzo para inferir relaciones causales a partir de sucesos públicos del mundo exterior— es, por su

propia naturaleza, un esfuerzo estadístico. El científico cree que reconoce algún común denominador, o alguna estructura, en un conjunto de sucesos, infiere que esos sucesos están relacionados, y entonces trata de derivar una «ley» que explique la causa de su relación. Un suceso que sea único, o al menos aquel aspecto de un suceso que le haga único, no puede ser, por lo tanto, objeto de investigación científica. Como un conjunto de sucesos únicos no tiene un denominador común, y no hay nada que explicar dentro de él, dichos sucesos son *al azar*, y el observador los percibe como *ruido*. Ahora bien, como todos los sucesos reales llevan incorporado algún elemento único, todos los conjuntos de sucesos reales contienen algo de ruido. Y, por eso, el problema básico de la investigación científica es reconocer una estructura con significado en un conjunto de sucesos, por encima de su inevitable ruido de fondo. Este problema de percepción es formalmente análogo a reconocer el significado de la secuencia de tonos en la música no trascendentalista. De hecho, no es más que otro ejemplo del problema teórico-informativo fundamental de distinguir la señal y el ruido en cualquier clase de comunicación. De aquí que cuanto menor sea el ruido de fondo de un fenómeno natural —es decir, cuanto menor sea el papel de los sucesos únicos que le constituyen dentro del marco general— menos ambigua será su estructura. Y tal como aumentó la sofisticación del oyente en la evolución del estilo musical hacia secuencias temporales-tonales cada vez menos estructuradas, aumentó también la sofisticación del observador en la evolución de los análisis científicos hacia fenómenos cada vez menos estructurados. Así pues, la mayor parte de los fenómenos naturales que fueron explicados con éxito por las teorías científicas que aparecieron antes de los últimos cien años están relativamente libres de ruido. Dichos fenómenos se explicaron mediante leyes *deterministas*, las cuales afirman que una serie dada de condiciones iniciales (situación antecedente) puede conducir a un y sólo un estado final (situación consecuente). Pero hacia el final del siglo XIX se llegaron a emplear los métodos de la estadística matemática en los anteriores fenómenos físicos inescrutables que contenían una cantidad de ruido apreciable. Este desarrollo dio lugar a la aparición de las leyes *indeterministas* de la física, tales como la teoría cinética de los gases y la mecánica cuántica. Estas leyes indeterministas consideran que una serie dada de condiciones iniciales puede conducir a varios estados finales alternativos. Sin embargo, una ley indeterminista no está desprovista de valor predictivo, ya que se asigna una probabilidad de realización a cada uno de los distintos estadios finales. Verdaderamente, una ley determinista puede considerarse como un caso límite de una ley indeterminista más general en la que la probabilidad de ocurrencia de *uno* de los estadios finales alternativos se acerca a la certeza. (Aquí, deberíamos conceder algún crédito a los falsos profetas del fi-

nal de la física; por lo menos, parece que percibieron correctamente que la física *determinista* llegaría al final en su tiempo.) El test convencional para conocer la validez, tanto de las leyes deterministas como de las indeterministas, es que se produzcan sus predicciones en observaciones futuras. Si las predicciones se producen, la estructura que cree haber percibido el observador en el fenómeno original puede ser considerada como verdadera.

Ahora, Mandelbrot afirma que la ciencia está actualmente en el umbral de lo que él llama un *segundo estadio de indeterminismo*, por cuanto que muchos de esos fenómenos con ruido, que siguen eludiendo una correcta explicación teórica, no sólo serán inaccesibles al análisis mediante las teorías deterministas al viejo estilo, sino que también se mostrarán refractarios a la formulación mediante las teorías actuales del primer estadio indeterminista. Al elaborar este punto, Mandelbrot llama la atención sobre el carácter estadístico del ruido que aparece debido al aspecto de azar de un conjunto de sucesos naturales: la *actividad espontánea del sistema*. Para el conocimiento de un sistema, la naturaleza de su actividad espontánea es de la mayor importancia. En la mayor parte de los sistemas en los que hasta ahora ha sido posible elaborar con éxito teorías científicas indeterministas de primer estadio, la actividad espontánea sigue una distribución estadística tal que el valor medio de una serie de observaciones converge rápidamente hacia un límite. Ese límite puede ser sometido a análisis del tipo clásico determinista. Por ejemplo, en la teoría cinética de los gases, la actividad espontánea de un gas satisface esta condición. Aquí, la energía de las moléculas individuales está sometida a una variación muy amplia (variación térmica), pero la energía media por molécula converge hacia un límite y, por lo tanto, a efectos prácticos, puede ser determinada. Pero muchos de los fenómenos para los que no ha sido posible elaborar teorías científicas con éxito parecen poseer una actividad espontánea de distribución bastante diferente. Para dichos fenómenos el valor medio de una serie de observaciones converge sólo muy lentamente, o bien no converge, hacia un límite. Y aquí, según Mandelbrot, es muchísimo más difícil asegurar hasta qué punto cualquier estructura que el observador cree haber percibido es real o una mera invención de su imaginación. Para ilustrar este punto, Mandelbrot cita la gráfica de una partida de cara o cruz de cien años de duración entre Peter y Paul, que se reproduce aquí. Si fijamos nuestra atención en los puntos en los que las fortunas de Peter y Paul son iguales (es decir, los puntos en los que la gráfica cruza la línea horizontal), observamos que la distribución de densidad de esos puntos es extremadamente irregular. En particular, está claro que la variabilidad relativa en el número de dichos cruces por intervalo de tiempo no disminuye al considerar intervalos cada vez más largos. En dicha gráfica, un observador interesado (por

ejemplo, un jugador) puede percibir una gran riqueza de detalle y estructura. Pero cualquier estructura percibida es, evidentemente, una mera ilusión del cerebro del observador que no tiene conexión con el mecanismo de azar que realmente generó la gráfica y que seguirá generando sucesos futuros.



Gráfica de las ganancias de Paul en un juego de cara o cruz, jugado con una moneda normal. Los puntos en los que la gráfica cruza la línea horizontal (ganancia = 0) parecen estar muy agrupados, aunque los intervalos entre esos puntos son, obviamente, estadísticamente independientes. Para apreciar completamente la extensión del agrupamiento aparente en esta figura, nótese que las unidades de tiempo usadas en la segunda y tercera filas equivalen a veinte jugadas. Por tanto, la segunda y tercera líneas tienen menos detalle, y cada una de las zonas en las que la gráfica cruza la línea horizontal es realmente una agrupación o una agrupación de agrupaciones. Por ejemplo, los detalles de la agrupación alrededor del tiempo 200 pueden verse claramente en la primera línea en la que se usa una unidad de tiempo igual a dos jugadas. (Tomado de W. Feller, *An Introduction to Probability Theory and its Applications*, 2.ª ed., Nueva York, John Wiley & Sons, 1975.)

Mandelbrot sugiere el experimento hipotético de tomar la gráfica de la partida de cara o cruz de Peter y Paul como la sección topográfica de una parte del mundo hasta ahora desconocida, en la que las regiones por debajo de la línea horizontal continua estén bajo el agua. Evidentemente, esta gráfica manifiesta características geográficas «típicas» tales como «océanos», «islas», «archipiélagos» y «lagos». El problema está ahora en cómo decidir hasta qué punto la formación de esta topografía fue debida a una causa determinada o bien al azar. Evidentemente, será enormemente difícil el tomar cualquiera de estas decisiones. Este problema hipotético es, de hecho, parecido a la situación real, en la que la variación en tamaño de las islas terrestres sigue el mismo tipo de distribución estadística que la variación en las distancias entre los puntos en los que se cruza con el cero la gráfica del cara o cruz. Este tipo de distribución se llama distribución de Pareto, en honor del economista italiano de principios de siglo que la

observó por primera vez en la distribución de rentas. Verdaderamente, muchos otros fenómenos geofísicos, meteorológicos y astrofísicos, tales como el tamaño de los depósitos minerales, cantidad de lluvia anual y energías de meteoritos y rayos cósmicos, siguen distribuciones de Pareto. La fácil percepción de estructura en estos fenómenos, tal como vimos en la distribución de densidades de los cruzamientos con la línea cero en la partida de cara o cruz de Peter y Paul, no garantiza que no se deban al puro azar. Y, tal como arguye Mandelbrot, el trabajo requerido para evaluar la realidad de cualquier estructura inferida de un sistema que muestre una estadística de Pareto excede varios órdenes de magnitud del trabajo llevado a cabo hasta ahora en la evaluación de leyes deterministas o indeterministas de primer estadio, inferidas de sistemas que muestran estadísticas cuyos valores medios convergen rápidamente hacia un límite. Así pues, mientras las observaciones de dimensiones tan claramente vacilantes no pueden evaluarse con test de leyes indeterministas de segundo estadio inferidas de sistemas en los que no haya convergencia de los valores medios hacia un límite, su análisis científico será, necesariamente, ambiguo. Por supuesto, existe un espectro de situaciones intermedias en las que aparece una lenta convergencia de los valores medios hacia un límite, disminuyendo el esfuerzo requerido para analizar dichos sistemas con la rapidez de esta convergencia.

El punto principal de Mandelbrot, sin embargo, trata del futuro de las ciencias sociales, particularmente de la economía y la sociología. Señala, en primer lugar, que la ausencia manifiesta de teorías satisfactorias en estos campos, si se compara con las ciencias naturales, no puede achacarse (tal como se hace a menudo) a una diferencia de edad. Al contrario, la teoría de la probabilidad apareció conectada a problemas de las ciencias sociales más de un siglo antes de que las teorías indeterministas hicieran su primera aparición en la física. Por lo tanto, la física indeterminista es más joven que la economía. No, la diferencia parece surgir de la predominancia de las distribuciones de Pareto en los fenómenos básicos a los que las ciencias sociales deben dirigir sus análisis cuantitativos. [...].

## BIBLIOGRAFÍA

MANDELBROT, B., «New methods in Statistical Economics», *Journal of Political Economy*, 71 (1963), 421.

## 2) Estructuras disipativas

### A) BREVE DESCRIPCIÓN DE LA TEORÍA

- Extractos de RAFAEL MANRIQUE, «Estructuras disipativas. De la termodinámica a la terapia familiar», *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiquiatría*, VII, 22 (1987), 435-454.

#### 1. Estructuras disipativas. Termodinámica

Tradicionalmente la termodinámica se centraba en el estudio de procesos en equilibrio en los cuales el determinismo funciona correctamente. La reversibilidad y el orden definen dichos procesos. Sin embargo, Prigogine observa que lejos de la situación de equilibrio aparecen espontáneamente nuevos tipos de estructuras. Del caos surgen estructuras ordenadas que exigen un aporte de energía para mantenerse, que no mantienen relaciones lineales y que no son posibles de predecir con exactitud. Cercano al punto en el que se organizan estructuras disipativas se observan grandes fluctuaciones que en lugar de amortiguarse pueden llegar a expandirse por todo el sistema llevándolo a nuevas situaciones que son cualitativamente muy diferentes de las que se encuentran cerca del equilibrio.

La termodinámica muestra cómo los sistemas capaces de escaparse del determinismo tienen que situarse lejos del equilibrio. Hay que distinguir, por ello, condiciones del equilibrio, condiciones del no-equilibrio, proceso que conduce de uno a otro y umbral que separa a ambos (figura 1).

Puede verse en la figura 1 que en un principio se tienen unas condiciones de equilibrio (sean cuales sean éstas) en el que se producen unas fluctuaciones de dichas condiciones que con el paso del tiempo se amortiguan. Si se va aportando energía las fluctuaciones van siendo más grandes pero el sistema aún consigue amortiguarlas. Hasta que llega un momento en el que un umbral se sobrepasa. La fluctuación ya no se amortigua sino que se estabiliza en un estado alejado del primitivo equilibrio pero igualmente estable mientras continúe el aporte de energía: se ha formado una estructura disipativa.

#### Bifurcaciones

Antes de profundizar puede ser útil analizar con más detalle el tema de las bifurcaciones.

Cuando está en equilibrio un sistema tiene solamente un estado estable estacionario que depende de algún o algunos factores de control.

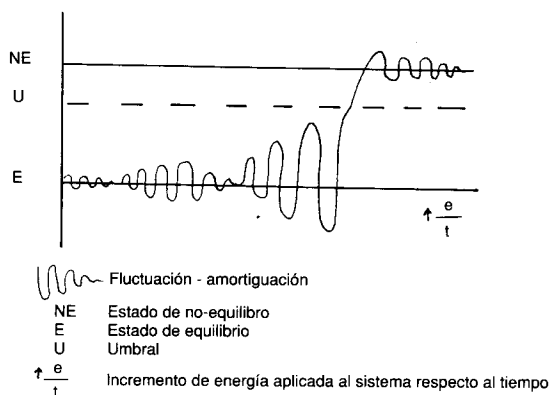


FIGURA 1. Las fluctuaciones del sistema en condiciones de equilibrio se amortiguan. Al ir aumentando la energía aplicada al sistema las fluctuaciones aumentan hasta que al sobrepasar un valor umbral se organiza un nuevo estado lejos del equilibrio: una estructura disipativa

Consideremos la figura 2. Entre los puntos A y B el sistema se mantiene estable para un valor de X (por ejemplo, concentración de la sustancia X), mientras el parámetro de control L (concentración de otra sustancia) va creciendo. Tras superar el valor  $L_1$  aparecen dos estados para X igualmente estables. Si continúa aumentando el parámetro L es posible que aparezcan más estados, algunos estables y otros inestables según los valores de partida de X y L. Como puede verse en la figura 2 una vez llegados al punto B el sistema puede estar igual en la rama BC o en la BD. Estadísticamente cabría esperar que los sistemas se sitúen al 50 % en cada una de ellas, sin embargo, no es así.

Parecería que el sistema llegado a ese punto puede «elegir» y se coloca solamente en una determinada rama la inmensa mayoría de las veces.

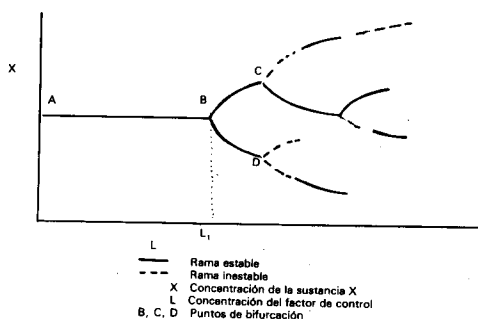


FIGURA 2. Diagrama de bifurcación. El sistema se mantiene estable para X dentro de ciertos valores del parámetro de control. Más allá de cierto límite ( $L_1$ ) varios estados son posibles. A partir del punto de bifurcación B el sistema puede estar en la rama BC o en la rama BD. Cerca de los puntos de bifurcación el sistema elige entre dos futuros posibles

A lo largo de su evolución el sistema puede colocarse en regiones estables o inestables. En las estables dominarán las leyes deterministas. En las inestables, cerca de los puntos de bifurcación, el sistema elige entre diversos futuros posibles. Las fluctuaciones que son variaciones al azar jugarán un papel importante.

Los puntos de bifurcación que las matemáticas describen son asimilables a los niveles de umbral a partir de los cuales se generan estructuras disipativas.

Un interesante ejemplo de formación de bifurcaciones nos lo da la actividad en los termiteros.

Prigogine ha utilizado con frecuencia a las hormigas para ilustrar sus ideas acerca de las estructuras disipativas y el azar. El inmenso número de unidades que componen el termitero le hacen asimilable al número de moléculas que componen una reacción. Hay un sencillo experimento que muestra la formación de una estructura disipativa.

En un recipiente se colocan unas pocas hormigas y en otro una fuente de alimento. El hormiguero y la fuente de alimento están conectados por dos agujeros iguales dispuestos simétricamente respecto al hormiguero. Con ello se posibilita la formación de dos rutas alternativas iguales.

Cuando se utiliza un número pequeño de hormigas la probabilidad de que utilicen una u otra vía es del 50%. Pero si se aumenta el número de hormigas llega un momento en el que la probabilidad de que utilicen una sola ruta en detrimento de la otra es muy grande. El fenómeno es descrito en forma de gráfica en la figura 3.

Cerca del punto de bifurcación se producen fluctuaciones muy grandes de la población de hormigas que utiliza preferentemente una ruta. Más allá del punto de bifurcación más del 90% de las hormigas utiliza sólo una de las rutas.

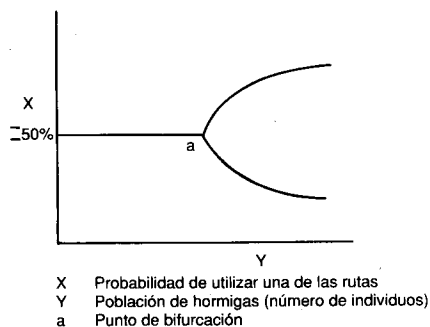


FIGURA 3. Para una población pequeña de hormigas la probabilidad de que utilicen una u otra ruta es del 50% aproximadamente, pero al ir aumentando la población de hormigas llega un momento (punto de bifurcación) en que la mayoría de las hormigas utiliza sólo una de las dos rutas alternativas

## Fluctuaciones

En los estados estables y en los inestables se dan fluctuaciones que alejan al sistema del equilibrio. En realidad Prigogine considera las estructuras disipativas como fluctuaciones gigantes mantenidas por flujos de materia y energía. Ocurre que una vez que se forman estas fluctuaciones más allá del punto de bifurcación son estables frente a otras perturbaciones.

Cerca de los puntos de bifurcación las fluctuaciones son grandes, anormalmente grandes. Una de las características de las situaciones de cambio es la presencia de estas grandes fluctuaciones.

Es desconocido el mecanismo por el cual se selecciona una estructura determinada a partir de una turbulencia de fluctuaciones.

Cerca de las bifurcaciones pueden aparecer correlaciones entre acontecimientos que normalmente son independientes. El sistema se comporta como una totalidad.

Al principio una fluctuación no domina todo el sistema. Se establece primero en una región limitada. Una vez que se alcanza un valor crítico se puede expandir a todo el sistema. Es un fenómeno conocido como mediación. Lejos del equilibrio la fluctuación está determinada por la dimensión de la zona fluctuante. Esta zona tiende a expandirse con el aporte de energía que recibe el sistema, pero su contexto tiende a amortiguarla. Si sobrepasa el punto de bifurcación se extenderá a todo el sistema, de lo contrario desaparecerá.

Las fluctuaciones se dan constantemente en torno a los valores de equilibrio. En las fases deterministas, esto es, cerca del equilibrio, las fluctuaciones siguen la ley del aumento de la entropía y por ello están condenadas a desaparecer. Lo contrario ocurre lejos del equilibrio. Se genera lo que Prigogine llama orden por fluctuaciones. Más allá del umbral el sistema experimenta una transformación profunda, un modo de funcionamiento completamente distinto. Surge una autoorganización que se denomina estructura disipativa.

## Estructuras disipativas

Una estructura disipativa puede ser definida como:

- Una fluctuación gigante mantenida por aportes de materia y/o energía.
- Una fluctuación amplificada a través de la interacción con el medio.

Prigogine señala que las estructuras disipativas describen la aparición de modos de funcionamiento cualitativamente nuevos.

Describirían una teoría de la creatividad.

De esta forma la termodinámica y las ciencias humanas se ocuparían de lo mismo: estructuras creativas y activas.

Por primera vez se puede plantear el intercambio teórico entre esas disciplinas.

Las estructuras disipativas son estables y reproducibles y en ese sentido son predecibles, pero no lo son en lo que se refiere a conocer exactamente cómo son los detalles de la organización de una estructura determinada.

Los distintos estados posibles son limitados, pero es preciso esperar y ver la evolución del sistema para saber qué fluctuación se amplificará y estabilizará de las varias posibles.

En el mundo químico las formas de organización disipativa son diversas. Algunos sistemas se hacen homogéneos en el espacio, como el fenómeno de las células de Benard. En otros casos se organizan relojes químicos, como en el caso de la reacción de Belusov-Zhabotinski.

La inestabilidad de Benard es un sencillo experimento termodinámico. Se calienta un líquido desde abajo. La consecuencia es que se va apartando del estado de equilibrio. Para pequeños incrementos de temperatura el calor se transmite por conducción de abajo hacia arriba. Cuando el gradiente de temperatura alcanza un valor crítico se organizan conjuntos coherentes de moléculas en las cuales se da un transporte de energía por convección. Antes de llegar al umbral la energía se reparte a través del mecanismo de agitación térmica. Después del umbral parte de la energía se transfiere a las corrientes ordenadas de convección.

La inestabilidad de Benard es un fenómeno llamativo, billones de moléculas se mueven coherentemente formando células hexagonales. Estamos ante estructuras disipativas. Por debajo del umbral pequeñas fluctuaciones consistentes en corrientes de convección se organizan y desaparecen. A partir de cierto punto crítico dan origen a un nuevo orden que se estabiliza gracias al aporte de energía. Es el orden a partir del caos.

Un ejemplo similar es el reloj químico que se organiza en la reacción de Belusov-Zhabotinski. En síntesis puede decirse que intervienen en ella unas moléculas de tipo A (color rojo) y unas de tipo B (color azul). Lo lógico es esperar que de la reacción surja un color intermedio entre ambos con ligeras oscilaciones hacia el rojo y el azul.

Sin embargo, lejos del equilibrio llega un momento en el que todo el sistema se vuelve rojo, luego azul, de nuevo rojo y así sucesiva y periódicamente. La materia se comporta de un modo muy distinto a como ocurre en el equilibrio.

Las estructuras disipativas tienen dos características muy significativas: comunicación y adaptación.

En el reloj químico que describe la reacción de Belusov-Zhabotinski el color oscila periódicamente de una forma sincronizada. Si las moléculas son rojas y azules veremos una alternancia de esos colores. La

concepción clásica de las reacciones químicas se asocia a movimientos caóticos. Sin embargo, las moléculas de los relojes químicos reaccionan simultáneamente produciendo estructuras coherentes. Las moléculas se «comunican». Puede considerarse este proceso un precursor de la comunicación en los sistemas biológicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] PRIGOGINE, I. y STENGERS, I., *La nueva alianza*, Madrid, Alianza, 1983.
- [2] PRIGOGINE, I., *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Barcelona, Tusquets, 1985.
- [3] MORIN, E., *Le Méthode. I: La Nature de la Nature*, Paris, Seuil, 1977.
- [4] HOFFMAN, L., *Foundations of Family Therapy*, Nueva York, Basic Books, 1981.
- [5] BOWEN, M., «A family concept of schizophrenia», en Jackson, D.D. (ed.), *The etiology of schizophrenia*, Nueva York, Basic Books, 1960.
- [6] HALEY, J., «Toward a theory of Pathological Systems», en Watzlawick, P. y Weakland, J. (eds.), *The interactional view*, Nueva York, Norton, 1977.
- [7] GOLDSTEIN, M., RODNICK, E.H., JONES, J.E. y McPHERSON, S.R., «Familial precursors of schizophrenia spectrum disorders», en Wynne, L.C., Cromwell, R.L. y Matthyse, S. (eds.), *The nature of schizophrenia*, Nueva York, Wiley, 1978.
- [8] STIERLIN, H., «The transmission of irrationality reconsidered», en Wynne, L.C., Cromwell, R.L. y Matthyse, S. (eds.), *The nature of schizophrenia*, Nueva York, Wiley, 1978.
- [9] WATT, N., ANTHONY, E.J., WYNNE, L.C. y ROLF, J.E., *Children at risk for schizophrenia*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- [10] SELVINI-PALAZZOLI, M., «Towards a general model of psychotic family games», *Journal of Marital and Family Therapy*, 12 (1986), 339-349.
- [11] SLUZKI, C.E. y RAMSON, D.C., *Double Bind: The foundation of the communicational approach to the family*, Nueva York, Grune Straton, 1976.
- [12] SLUZKI, C.E., *Marital Therapy*, seminario realizado en Battleboro, Vermont (EE.UU.), 1986. Videoteca del Family Center of the Berkshires, Pittsfield (EE.UU.).
- [13] —, *Systemic approaches with families*, Boston, Conferencia SFTR, 1985. Videoteca del Family Center of the Berkshires, Pittsfield (EE.UU.).
- [14] —, «Process, Structure and World Views: Toward an integrated view of Systemic models in Family Therapy», *Family Process*, 22 (1983), 469-476.
- [15] SLUZKI, C.E. y FOERSTER, H. VON, *The family therapist as constructor of realities*, seminario realizado en Pittsfield, Massachusetts (EE.UU.), 1986. Videoteca del Family Center of the Berkshires, Pittsfield (EE.UU.).
- [16] WATZLAWICK, P., *The Invented Reality. How we do know what we believe we know. Contributions to constructivism*, Nueva York, Norton, 1984.
- [17] BOSCOLO, L. y CECCHIN, G., *Time and Family Therapy*, 1984, videoteca del Family Center of the Berkshires, Pittsfield (EE.UU.).
- [18] TOMM, K., «Circular Interviewing. A multifaceted clinical tool», en Campbell, D. y Draper, R. (eds.), *Applications of systemic family therapy. The Milan approach*, Nueva York, Guene Straton, 1985.
- [19] NELSON, T.S., FLEURIDAS, C. y ROSENTHAL, D.M., «The evolution of circular questions: Training family therapists», *Journal of Marital and Family Therapy*, 12 (1986), 113-127.

- [20] BOSCOLO, L., CECCHIN, G., SELVINI-PALAZZOLI, M. y PRATA, G., *Paradox and counterparadox*, Nueva York, Jason Aronson, 1978.
- [21] MINUCHIN, S., *Familias y terapia familiar*, Barcelona, Gedisa, 1982.
- [22] MINUCHIN, S. y FISHMAN, H.Ch., *Técnicas de terapia familiar*, Barcelona, Paidós, 1984.

## B) LA BIFURCACIÓN DEL TIEMPO

- Extractos de ILYA PRIGOGINE, «Nouvelles perspectives sur la complexité», en *Science et pratique de la complexité*, París, La Documentation Française, 1986, pp. 129 ss.

Permitidme ahora comparar, en cierta medida, las propiedades de esos sistemas dispersivos de no equilibrio con las de los sistemas dinámicos no dispersivos y resumirlas. Tratándose de sistemas dispersivos, la cosa más importante es que son sistemas de atracción. Ciertamente, hace doscientos años o más que estamos al corriente del funcionamiento de esos sistemas. Si cojo un péndulo y espero a que se pare, el punto en el que se para es un polo de atracción del movimiento. Si procedo a ligeras perturbaciones, el péndulo volverá al mismo punto. El sistema es estable o, como dicen los matemáticos, «asintóticamente estable». Al contrario, la existencia de polos de atracción que son mucho más complejos que un simple punto es el elemento nuevo de los sistemas dispersivos en general, elemento absolutamente inesperado. El polo de atracción puede ser un ciclo límite (una órbita estable en un espacio variable), o un polo de atracción caótico de un movimiento muy complejo en un espacio multidimensional.

¿Cuál es la diferencia entre ese comportamiento y el de los sistemas dinámicos no dispersivos? ¡La diferencia es que el mundo de la dinámica pura no está al corriente de ninguna estabilidad asintótica, que no conoce ningún polo de atracción! Si cojo un péndulo sin fricción es imposible que pueda «olvidar» ciertos cambios impresos a su frecuencia o a su amplitud, pero si, al contrario, corro, mi corazón comenzará a latir más rápidamente para, después de un periodo de reposo, recuperar su ritmo regular.

En otros términos, los mundos de la dinámica y de la termodinámica son muy diferentes uno de otro. No solamente la disipación es un término adicional de la dinámica, sino que incluso conduce a una dirección privilegiada en el tiempo, orientando la dirección del sistema en el tiempo. Por añadidura, en un mundo de estabilidad, ninguna vida es posible en el mundo de la

dinámica. Como consecuencia, la disipación se convierte en un elemento que reviste una gran importancia estructural, lo que considero como el gran descubrimiento de estos diez últimos años, en el plano macroscópico.

Sin embargo, hemos descubierto hoy en día que la mayor parte de los sistemas dinámicos son mucho más inestables de lo que se pensaba antes. La primera persona que parece haberlo comprendido es Poincaré. Sin embargo, Poincaré estaba adelantado en relación a su tiempo y sus escritos no han sido suficientemente comprendidos. Sólo hoy comenzamos a redescubrir lo que Poincaré había concebido ya. Comenzamos a comprender que los sistemas dinámicos son en general de tal modo inestables que si tomamos en consideración todas las trayectorias dinámicas que comienzan en un punto particular, por pequeño que sea, esas trayectorias, después de un cierto tiempo, se habrán separado para dirigirse a regiones bastante diferentes. Las trayectorias de un sistema dinámico tienen una propiedad de «divergencia» de base que mina la hipótesis conceptual que reposa sobre la idea de una sola trayectoria. [...].

Me gustaría subrayar aquí que el concepto de «trayectoria», cimiento sobre el que el determinismo (nuestra visión clásica) se ha fundado, se quiebra. Si el sistema parte de dos puntos, por próximos que estén el uno del otro, se orientará hacia regiones bastante diferentes del estado espacial posible. Así, la idea de la predicción, con exactitud, de lo que hará un sistema desaparece.

Hay, pues, en nuestros días una incertidumbre estadística que planea en el cuerpo mismo de un sistema dinámico. Un sistema tal es llamado sistema de Bernoulli, y es tan incierto como un juego de Bernoulli, una lotería por ejemplo. Es un resultado extraordinario e inesperado que nos muestra, en efecto, que las ideas de simplicidad y determinismo —prototipo incluso de la idea del movimiento planetario, el sistema dinámico realmente «clásico»— no eran correctas en el sentido de que no representan arquetipos de situaciones generales. Representan sistemas extremadamente simplificados y sólo hoy comenzamos a poder enfrentarnos a los tipos de situaciones mucho más generales y habituales.

Constatamos hoy, cosa curiosa, que el mismo tipo de fenómeno, de inestabilidad, que caracteriza los sistemas dinámicos conservadores, puede producirse en sistemas disipativos, cuando el número de variables es superior a tres. La presencia de factores disipativos no es suficiente para garantizar que el sistema se transformará en un estado permanente. Eso parece paradójico y es razón por la que Ruelle se ha referido a fenómenos tales como los «polos de atracción extraños». Se trata del comienzo espontáneo de un movimiento caótico [...], en el seno de sistemas dispersivos.

Permitidme ahora, con la ayuda de nuevos conceptos que reposan sobre ejemplos muy sencillos, que

trate de explicar brevemente cómo estas nuevas ideas conducen a una mejor comprensión de la naturaleza que nos rodea. Tomemos tres ejemplos. El primero es la cuestión de saber por qué las flores se abren en primavera. En otros términos, la decisión de «florecer» puede ser función de la detección de un cambio sistemático y la bifurcación sería capaz de reaccionar a un cambio minúsculo de su valor, pese a todas las perturbaciones muy grandes que pueda sufrir. La bifurcación ofrece un mecanismo de selección. En otros términos, comenzamos a comprender la razón por la que nos encontramos a veces en la naturaleza una uniformidad más grande que la que podríamos esperar [...].

El segundo ejemplo tiene que ver con la situación contraria. ¿Por qué se producen cambios climáticos? ¿Por qué hay glaciaciones? ¿Por qué sobrevienen variaciones tan espectaculares de la cantidad de hielo polar? Después de todo, el sol ha enviado siempre *grosso modo* la misma cantidad de energía hacia la tierra, en el curso de los últimos millones de años sin ninguna duda. ¿A qué se debe el hecho de que la tierra haya sido testigo de variaciones tan espectaculares del casquete polar y de la situación climática? Es un problema que ha suscitado, naturalmente, interés en numerosas personas. Pero sólo desde hace dos años [escrito en 1984] ha sido avanzada una explicación razonable. Parece en efecto que perturbaciones muy pequeñas resultantes de modestas desviaciones de la órbita terrestre pueden ser amplificadas enormemente por medio de su interacción con la biosfera. Eso no puede ser considerado como el resultado de una teoría determinista, de la caja negra: es más bien el resultado de la autonomía de las fluctuaciones climáticas internas de la tierra que pueden entrar en conflicto con las pequeñas perturbaciones externas. Se puede mostrar que, en razón del equilibrio energético entre la tierra y el sol, puede deducirse el principio siguiente: habida cuenta de un clima frío y de un clima cálido, así como de un periodo de transición característico que permite pasar de uno a otro, si se produce un pequeño efecto exógeno periódico y si este periodo está ligado al periodo de transición, puede producirse un enorme conflicto que hará pasar el clima de un tipo a otro por medio de una amplificación de perturbaciones inicialmente pequeñas. Este ejemplo subraya con bastante claridad hasta qué punto no sabemos en realidad gran cosa sobre las características básicas de nuestro medio.

El tercer ejemplo es el de la teoría aleatoria de las causas de una explosión, y que, antes, han sido siempre estudiadas en un cuadro determinista. Una explosión puede producirse cuando se tiene una reacción de  $x$  a  $y$ , que es estimulada por el calor, y que libera calor cuando se produce. Cuando se aproxima a una temperatura crítica, el sistema permanece inactivo hasta un momento en que, de repente, la explosión se produce bruscamente. Inicialmente, en efecto, la temperatura es

demasiado baja para que haya una reacción. Sin embargo, si algunas moléculas reaccionan, calientan el medio, lo que, a su vez, conduce a una autoaceleración del fenómeno, y luego a una «catástrofe».

Están aquí en juego dos escalas de tiempo. Aquella durante la cual la temperatura «exterior» aumenta y aquella durante la cual la explosión se produce. Inicialmente, si la temperatura es relativamente homogénea, y después de la explosión, es una vez más el caso, pues cada punto está «caliente». Sin embargo, durante la explosión, el sistema pierde totalmente su homogeneidad, y es acompañado por regiones «calientes» y «frías», y por fuertes fluctuaciones de la temperatura. Ninguna teoría determinista, por fundada que esté en «medias», puede explicar la evolución precisa del sistema [3].

Han sido escogidos un pequeño número de ejemplos para dar cuenta de algunas de las nuevas posibilidades.

Ahora voy a algunas preguntas de carácter general. La primera es la siguiente: ¿qué se entiende por suerte (*chance*)?, ¿qué se entiende por irregularidad? Desde el punto de vista clásico, la irregularidad y el determinismo eran «adversarios» feroces. Había dos polos. Sobre el uno, se tenía el determinismo, y el movimiento planetario era quizás el ejemplo más importante. Sobre el otro, se encontraba el aspecto aleatorio que era asociado a la irregularidad, y el movimiento browniano de pequeñas partículas en un líquido era un ejemplo importante. Hoy vemos aparecer un abanico completo de posibilidades, lo que nos permite hablar de diferentes grados de irregularidad. En efecto, algunos fenómenos aleatorios pueden ser el resultado de un juego que hace intervenir ecuaciones diferenciales, y se constata que la paradoja aparente de la irregularidad es el resultado de un juego determinista.

Lo que es interesante aquí es que comenzamos hoy a poder decir si un proceso es aleatorio en el sentido clásico del término (totalmente aleatorio), o si es aleatorio en el sentido más limitado de esta nueva definición. Recientemente, se ha hecho un estudio interesante que pasa revista a la historia del clima durante un periodo de setecientos mil años. El perfil de las variaciones de temperatura que han tenido lugar durante ese periodo es extremadamente complicado [4] y uno se pregunta si es posible utilizar los datos que emanan del pasado para «reconstruir» la dinámica que ha dado lugar a su historia particular. En ese caso, el pasado es simplemente la sucesión de una serie de temperaturas del pasado, y nuestra tarea consiste en comprender qué tipo de ley habría podido dar lugar a esta serie particular de valores.

La pregunta siguiente es ésta: ¿Cuál es la dimensión del polo de atracción en torno al cual se mueven esos valores? Como he explicado arriba, un sistema dispersivo tiene sus polos de atracción, un polo puede ser un simple punto, una trayectoria periódica o un



«polo de atracción extraño».\* ¿Puede ser identificada la dimensión del polo de atracción? Si se pudiera, se obtendría verosímelmente un modelo mínimo necesario para dar lugar a ese tipo de comportamiento. En otros términos, se puede comenzar a comprender el pasado, no simplemente desde un punto de vista descriptivo, sino más bien desde un punto de vista dinámico, bajo la forma de un mecanismo y de un proceso.

Nuevos métodos permiten hoy estimar el carácter dimensional del polo de atracción [5], lo que ofrece, pues, perspectivas fascinantes para el estudio de numerosos sistemas complejos. Si se tuviera un sistema dotado de un polo de atracción o de un simple ciclo límite de atracción, su carácter dimensional sería débil. Al contrario, si se tuviera un fenómeno completamente estocástico, tal como el movimiento browniano para el que no hay ninguna correlación entre lo que se ha producido y lo que se producirá, la dimensión del polo de atracción sería entonces muy grande.

Cuando se aplica esta técnica a datos concernientes a la serie temporal de las temperaturas en un lugar particular de la superficie terrestre, durante un periodo de unos 700.000 años, se puede ver entonces que las irregularidades observadas son las de un polo de atracción extraño con una dimensión de 3,3 y ¡no el resultado de un juego puramente estocástico! Es una irregularidad dinámica la que está en la base de las variaciones climáticas. ¿Qué significa esto? Significa que ese enorme sistema complejo que ha dado lugar a la sucesión particular de las temperaturas observadas durante ese periodo puede ser considerado como el resultado de un sistema determinista no lineal de cuatro variables. Es un resultado extraordinario, puesto que el sistema no es un sistema aleatorio. En un sistema realmente aleatorio, la dimensión del polo de atracción hubiera sido infinita mientras que aquí hemos encontrado una dimensión de 3,3, lo que significa la existencia de quizás cuatro variables solamente.

Todo esto parece indicar la existencia de un camino que nos llevará a comprender la complejidad humana. ¿Cuáles son los tipos de sistema dinámico que podrían engendrar las complicaciones del comportamiento del hombre? ¿Está intrínsecamente fundado sobre un sistema aleatorio, o existe un sistema dinámico de dimensión limitada susceptible de engendrarlo? ¿En qué aspectos difiere la dinámica de las fluctuaciones eléctricas del cerebro del hombre de las de seres más simples, como la hidra, el cangrejo, etc.? O aun, el movimiento del índice Dow-Jones ¿se parece al que se atribuye a un ruido aleatorio o podría ser engendrado por un sistema dinámico simple y no lineal? Podemos comenzar ahora a estudiar la historia biológica de la complejidad, y eso, gracias a estos nuevos instrumentos. En otro tiempo, nuestras ideas eran demasiado

simples: consistían en oponer la irregularidad al determinismo. Hoy, constatamos que la realidad se encuentra en alguna parte entre los dos.

Voy, en este estadio de mi exposición, a daros otro ejemplo de la manera como podemos comenzar a estudiar la complejidad en una óptica cuantitativa. He hablado de explosiones. El punto que más nos interesa aquí es que tienen lugar sobre dos escalas de tiempo: una larga y otra corta. En razón de la superposición de esas dos escalas, constatamos que se producen fluctuaciones anormales. Entiendo por eso que la ley de los grandes números no es válida. El tiempo que necesita la explosión para producirse no es ya dado por una simple curva gaussiana. Otro ejemplo más sencillo de la misma idea es el de la curva de crecimiento de los niños. A la edad de cuatro años, la talla de una muestra de niños obedece en su distribución a una forma gaussiana. Al contrario, cuando alcanzan la edad de trece o catorce años, esta curva ya no es aplicable, pues algunos habrán alcanzado ya la edad de la pubertad, mientras que otros no habrán llegado aún. El principio de la pubertad se parece aquí al problema de la «explosión», y eso esencialmente porque la pubertad es el resultado de un periodo de «preparación» del cuerpo [6].

Son numerosos los ejemplos de estos fenómenos en la vida social, donde la existencia de dos escalas de tiempo es moneda corriente. Es interesante advertir que no hay casi nunca, sobre la base de datos arqueológicos disponibles, un largo periodo de preparación para una nueva «civilización». El paso, a un nivel elevado de organización, sobreviene bruscamente. El Egipto de antes de la dinastía no tiene apenas nada en común con el Egipto de la dinastía, y la transición entre los dos ha tenido lugar en un tiempo muy corto.

Algunas palabras, en fin, sobre problemas de carácter más fundamental. La primera cuestión a la que me gustaría hacer alusión es la de la naturaleza del «tiempo». Aristóteles había reconocido ya que el tiempo no era simplemente un movimiento. Era un movimiento visto desde la perspectiva del horizonte temporal. Por eso, entendía que había alguna cosa fuera de ese tiempo, alguna cosa que él ha llamado el «alma», y que podía medir el tiempo con la ayuda del movimiento.

En otros términos, un reloj no mide el tiempo. En realidad, el reloj tiene simplemente dos agujas que «se desplazan», y ¡esas agujas vuelven cada doce o veinticuatro horas a su posición inicial! Es la persona que utiliza el reloj quien percibe realmente el tiempo, y se contenta con utilizarlo para medirlo. Es lo que Aristóteles entendía por horizonte de temporalidad. Lo que es interesante aquí es que, en razón de los recientes progresos realizados en el estudio de los sistemas diná-

\* Ruelle y Takens descubrieron en 1971 los «atractores extraños»: figuras de longitud infinita en una superficie finita. Luego, Mandelbrot descubre que son objetos fractales. [N. del T.]

micos, podemos hoy definir la cantidad que conduce a una medida del tiempo. Este nuevo tiempo no es un movimiento, tiene relación con la inestabilidad y con el desarrollo de la topología. Pensad, por ejemplo, en una gota de tinta que es colocada en un vaso de agua. A medida que pasa el tiempo, se propaga en el líquido tomando progresivamente formas muy diversas. La sucesión de esas formas engendra un tiempo interior ligado a los procesos irreversibles que se producen en el sistema. Desde el momento en que tenemos un tiempo interior, podemos naturalmente «medirlo» con la ayuda del movimiento de un reloj. Gracias a estas nuevas ideas, se puede llegar a una nueva unificación de los sistemas dinámicos no dispersivos y dispersivos.

¿Cuál es entonces la diferencia entre un mundo determinista y un mundo estocástico? ¿Cuál es la diferencia entre el mundo simplificado de la ciencia clásica y el mundo real en el que parece que vivimos? En relación a la ciencia clásica, utilicemos la teoría de los cuanta o la dinámica clásica, el objeto es plenamente simétrico en relación al tiempo. El pasado y el futuro que conciernen a ese tiempo son idénticos. En efecto, como es determinista, el presente determina tanto el pasado como el futuro. En consecuencia, no puede haber devenir. Es el caso igualmente para los que piensan que el tiempo interior tiene toda su simetría. Sin embargo, en los sistemas dispersivos, esta simetría del tiempo interior se rompe. Para esos sistemas, el pasado y el presente están ya ahí, mientras que el futuro no lo está.

Procedamos a una analogía. Tomad un sistema biológico tal como la especie humana. Ha atravesado muchas fases: pez, reptil, mamífero... El pasado está, en un cierto sentido, conservado en nuestro presente mientras que el futuro está relativamente abierto. No sabemos si vamos a evolucionar para llegar a ser «super»-seres humanos o si vamos a volver al estado de mono, de un tipo nuevo quizás. En otros términos, los objetos de nuestro mundo tienen una simetría temporal rota. En el mundo real de la «complejidad», el porvenir de los objetos no está determinado. No hay ya esa simetría temporal completa que se suponía estar presente en la descripción al nivel clásico o al nivel microscópico del quantum, y no está presente en el mundo al que tenemos acceso.

El hecho de que llegamos a un mundo que está abierto, donde el pasado está presente y se añade al presente, donde el presente está ahí pero el futuro no

lo está, es una respuesta a la pregunta de la significación del aprendizaje y del valor moral de la ciencia. Cuando se habla de «aprender», no se habla ya sólo de aprender lo que ha sido el pasado. Se entiende por eso descubrir el futuro. Y, ¿qué se debe entender por futuro? El futuro no existe aún: el futuro está en construcción, una construcción que abarca la totalidad de las actividades existentes. El espacio-tiempo mismo llega a ser un resultado de esta construcción. La irreversibilidad cambia su estructura y crea nuevas relaciones entre la historia y el mundo del presente en el que vivimos.

Es una opinión que hace el problema del «ser» y del «devenir» bastante diferente. Es debido al hecho de que el mundo en el que vivimos, el mundo del «devenir», tiene una simetría temporal rota, y de que es propagado por leyes que ellas mismas tienen una tal simetría. Desde el punto de vista clásico, los objetos tenían una simetría temporal completa y estaban todos orientados hacia el pasado o el futuro, en tanto eran propagados por leyes que poseían también esta simetría temporal plena.

A mi modo de ver, vivimos actualmente en un mundo que es mucho más satisfactorio, pues, en ciertos aspectos, el mundo clásico iba en dirección contraria a nuestra experiencia interior. Hoy, estas nuevas ideas conducen a una concordancia entre la opinión científica y nuestra experiencia interior y real, y por eso el punto de vista universal que resulta es quizás más abierto y tolerante frente a diferentes orígenes culturales, al reconocer más una nueva coherencia entre la experiencia subjetiva y el punto de vista científico.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] NICOLIS, G. y PRIGOGINE, L., *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems; From dissipative structures to order through Fluctuations*, Nueva York, Wiley Interscience, 1977. PRIGOGINE, L. y STENGERS, L., *Order out of Chaos*, Toronto/Nueva York/Londres/Sidney, Bantam Books, 1984.
- [2] KONDEPUDI, D.K. y NELSON, G.W., «Chiral Symmetry Breaking in Non-Equilibrium systems», *Physical Review Letters*, 50, 14 (1983), 1.023-1.026.
- [3] BARAS, F. *et al.*, «Stochastic Theory of Adiabatic Explosion», *J. Stat. Phys.*, 32, 1 (1983).
- [4] NICOLIS, C. y NICOLIS, G., *Nature*, 1984.
- [5] GRASSBERGER, P. y PROCACCIA I., «Characterization of strange attractors», *Phys. Rev. Let.*, 50 (5) (1983), 346-349.
- [6] PAHAUT, S., documento en fase de preparación.

### 3) Caos

- JESÚS IBÁÑEZ, Descubriendo las trampas de Dios, *Contrarios* (Madrid), 3, noviembre (1989).

En el coloquio sobre «progreso al azar» de 1986 en Figueres, René Thom afirmó que la disputa entre azar y necesidad era teológica: apuestan por el azar los que creen en un Dios transcendente y arbitrario, por la necesidad los que creen en un Dios inmanente y racional. Después de leer este libro, sabemos que los dos dioses son un mismo dios.

«Dios no juega a los dados», decía Einstein. «No sólo juega a los dados, sino que a veces los arroja a donde no podemos verlos», replicaba Hawking, pensando en los agujeros negros. Efectivamente, Dios juega a los dados y hace trampas: juega con dados cargados. «El principal objetivo de la física actual es averiguar según qué reglas fueron cargados, y cómo podemos utilizarlos para nuestros fines.» La frase es de Joseph Ford, del Instituto Tecnológico de Georgia, que organizó —junto con Julio Casati— el primer congreso de la nueva ciencia llamada «Caos». La promesa de la serpiente —«seréis como dioses»— empieza a cumplirse.

James Gleick es redactor científico del «New York Times». Como Davies o Gribbin (algunas de las mejores obras de ambos aparecen en la «Biblioteca Científica Salvat»), es un divulgador de la ciencia. A la profundidad de su saber —como científico— añade la claridad en su exposición —como periodista—. Lo que, junto a haber enfocado un tema de plena actualidad, convierten a este libro en uno de los más fascinantes entre los publicados últimamente.

La ciencia del caos tiene menos de veinte años de edad. El congreso organizado por Ford y Casati fue en 1977: y fue prematuro. Los sabios de la corriente principal de la ciencia se mostraron ciegos y sordos al nuevo mensaje. Doce años después, la ciencia del caos se aplica a la meteorología, a la explotación de los ritmos cardíacos, el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades mentales, a los problemas astronómicos complejos, a la ecología, al análisis de las fluctuaciones en la bolsa, al estudio de la propagación de las epidemias, a la simulación por ordenador de una hoja o un copo de nieve, a la circulación de la sangre, o el agua, o el aire, a la inteligencia artificial... Exactamente: a todo. A todo lo que se mueve o cambia, porque lo que no se mueve no es. Cuando Serres publicó—en 1977—su libro sobre Lucrecio, constataba que, del programa de construcción de una ciencia física esbozado por los epicúreos (archivado en verso por Lucrecio), sólo se había realizado una parte: la física del estado sólido. Mientras Serres incubaba su libro, se estaba incubando una

física de los estados fluidos. La publicación del libro sobre Lucrecio coincide en fecha con el primer congreso sobre la «Ciencia del caos».

En el mar de la ciencia del caos confluyen grandes ríos: las investigaciones sobre no linealidad, de Lorenz; los objetos fractales, de Mandelbrot; los atractores extraños, de Ruelle; la universidad, de Feigenbaum; la nueva termodinámica, de Shaw, etc.

La ciencia clásica ha trabajado siempre con sistemas de ecuaciones lineales. Tienes una nube de puntos, y les ajustas una línea (generalmente recta). La matemática lineal es la matemática de mundos sometidos a ley. Es la matemática del comportamiento justo —recto—. Por eso, el ajuste. Pero la ley es siempre injusta, porque no ajusta a la realidad. Queda una «pelusilla» de puntos no ajustados. Durante mucho tiempo se ha pensado que el ajuste —la reabsorción de la «pelusilla»— se abarcará produciendo automáticamente. Los sistemas son estables, tienden al equilibrio. Lorenz investigaba sobre la imposibilidad de predecir el tiempo. Había oído hablar del «efecto mariposa»: si una mariposa agita el aire de Pekín con su aleteo, puede modificar el clima de Nueva York el mes que viene. La «Pelusilla» (las pequeñas causas) puede producir grandes efectos. Catastróficos, para bien o para mal. Lorenz, en vez de ajustar los datos a una línea, crea una figura puramente matemática mediante un proceso semejante al que ha producido los datos. Esa figura (¡la realidad es coherente!) se parece a una mariposa. Hasta entonces, el uso de las matemáticas se ajustaba a un esquema muy simple: un problema (real), un modelo (matemático: sistema de ecuaciones lineales), una solución (resolución de las ecuaciones). Desde entonces, en vez de tratar de solucionar el problema, se problematiza la solución. Dada una fórmula, se atribuye un valor a la variable y se calcula el valor para la fórmula, se atribuye ese valor a la variable y se calcula el valor para la fórmula, se atribuye ese valor a la variable y..., y así hasta el infinito. Los problemas no se resuelven, se iteran. Hasta encontrar la mariposa causante de la perturbación. Si no hubiera fricción ni disipación, si fuera posible el motor perpetuo, con las ecuaciones lineales bastaría. Pero la fricción y la disipación producen turbulencias que perturban los procesos.

Cuando Mandelbrot iba a presentar en Harvard los resultados de sus investigaciones sobre la distribución de la renta, se encontró con que en la pizarra había un diagrama de esos resultados. El susto inicial se truncó en asombro cuando se enteró de que el diagrama no tenía nada que ver con las rentas: se refería a las fluctuaciones del precio del algodón. Dos procesos distintos podían tener la misma forma: y esa forma no se parecía a la familiar campana de Gauss que modela los procesos aleatorios. Investigó el fundamento matemático de esta situación. Un día, cuando pensaba sobre las ráfagas de errores en un ordenador, encontró el polvo de Cantor: si de un segmento de recta eliminas

el tercio central, y si de cada tercio..., y así hasta el infinito, obtendrás un «polvo» muy poco denso. La figura era todavía demasiado regular pero, debidamente «randomizada» (extracción de sus puntos al azar), suministra un buen modelo de esos errores. Es un paso hacia la matemática fractal. Fractal porque genera figuras infinitamente fracturadas y con un número fractal de dimensiones (al principio creyó que fraccionario, luego vio que podía ser también irracional). Las figuras fractales tienen la propiedad de la autosemejanza —homotecia interna—: la misma figura aparece a todas las escalas. Así: la costa de Galicia es la misma a macroescala (un fractal de rías y penínsulas), a mesoescala (un fractal de rocas y tierra), y a microescala (un fractal de moléculas y vacíos). Habla de objetos, no de modelos, fractales. No hay diferencia entre el objeto y el modelo, porque ambos han sido generados por procesos semejantes, de iteración. No hay que ajustar la realidad al modelo, no se pierde información. En la concepción clásica, lo *real* es constreñido por lo *imaginario* y lo *simbólico*: lo *real* (el objeto) es sustituido por una copia *imaginaria* (la imagen), que es sustituida por un mapa *simbólico* (el concepto). Por ejemplo: cosas redondas, imagen de lo redondo (inexacta: por eso se ajusta a muchas cosas), concepto de esfera (exacto): para ajustar la imagen de lo redondo, hay que ejercer violencia sobre las cosas; para ajustar el concepto de esfera, más. Sólo las formas fractales se ajustan sin violencia a las formas reales en el espacio y en el tiempo. Porque han sido creadas mediante el mismo procedimiento con el que «dios» creó el mundo. Imitando a dios, Mandelbrot ha creado el objeto más complejo del universo: el llamado *conjunto de Mandelbrot*. Su genotipo es de lo más sencillo. Basta la fórmula  $z \rightarrow z^2 + z$ : se da un valor a  $z$ , se eleva al cuadrado y se suma el valor inicial, se itera la operación con el valor resultante, y así hasta el infinito (por ejemplo:  $2^2 + 2 = 5$ ;  $5^2 + 5 = 30$ ;  $30^2 + 30 = 930$ ; etcétera). En el ejemplo, tiende al infinito, pero con números menores de 1 tiene un límite finito. Si  $z$  pertenece al campo complejo, la recta de los números reales se convierte en plano: dándole valores y representado en el plano con puntos coloreados el resultado de las interacciones, obtendremos el objeto fractal más complejo y bello que pueda concebirse. El fenotipo más complejo, a partir del genotipo más simple. Muestra del poder creador del caos.

La ciencia clásica ha estado obsesionada por el equilibrio. Es la única estabilidad que concibe. Si tenemos un péndulo que oscila, la fricción y la disipación acabarán parándole. Podemos suponer que el proceso es regulado por un atractor de dimensión cero. Es atraído por el punto en que para. Si no hubiera fricción ni oscilación, el péndulo oscilaría eternamente, repetiría monótonamente el mismo ciclo. La ciencia clásica sólo conoce estas dos formas de atractor: el punto y la circunferencia. Lo demás era azar: los procesos que obedecen al azar no tienen forma. Ruelle en-

contró en los procesos de azar una forma: una forma fractal. Llamó a los atractores descubiertos —inventados— por él, *atractores extraños*. Son los atractores que regulan los procesos turbulentos, caóticos. Son estables de pocas dimensiones, y aperiódicos (es decir: no se cortan a sí mismos en ningún punto —si se cortaran, empezaría un ciclo pues volverían a pasar por un punto—). Ya Schrödinger había dicho que la materia prima de la vida es un *crystal aperiódico*. La vida y el pensamiento son hijos del caos. Lorenz había dibujado un trozo de atractor extraño: su mariposa. Ruelle generaliza su intuición.

A través de los siglos, Newton y Goethe polemizan sobre la naturaleza, corpuscular u ondulatoria de la luz. Ambos experimentan con prismas. Con una pequeña diferencia. Newton lo acopla al objeto: se lo pone en el ojo (para ver cómo se compone y descompone la imagen, para investigar qué es la percepción). Feigenbaum supo siempre que la razón estaba de parte de Goethe. El proceso de formación de la imagen es caótico. El camino del caos es monótono: primero una trayectoria lineal, luego se bifurca en dos, después en cuatro, en ocho... y súbitamente estalla el caos (no sin englobar pequeñas vacuolas de orden). Feigenbaum se pregunta: ¿qué pasa en la transición del orden del caos?, ¿qué forma tiene la interfase? Encontró una forma *universal*. Todos los procesos —corrientes nudosas de agua, balanceo del péndulo, osciladores eléctricos, ritmos cardíacos...— siguen la misma pauta en el camino al caos. La universalidad de Feigenbaum es no sólo cualitativa, sino también cuantitativa; no sólo estructural, sino también métrica. Es el eje de la ciencia del caos.

Las dos leyes de la termodinámica son terroríficas. «Suenan como el aviso puesto sobre la puerta del infierno de Dante», ha dicho Lovelock (el creador de «*Gaia*», el paraíso caótico). Alguien las ha reformulado así. Primera ley (de conservación de la cantidad): «*Nadie da algo por nada*». Segunda ley (de transformación de la cualidad): «*Juegues como juegues, perderás*». La energía está en los sistemas naturales, a dos niveles: a macroescala, la que los sistemas aparecen como *mecánicos* —determinables a nivel de los elementos— (es posible medir directamente la energía), y a microescala, a la que los sistemas aparecen como *estocásticos* —determinables a nivel del conjunto— (no es posible medir directamente la energía: sólo una media estadística —temperaturas—). Para la ciencia clásica, las dos escalas no se comunican. Shaw de la Universidad de Santa Cruz, animador del «conjunto de sistemas dinámicos» o «camarilla del caos», no pensaba así: hay una tercera clase de sistemas —los *caóticos*— que tienen un puente entre la microescala y la macroescala. Gracias a los sistemas caóticos, la información viene al mundo. Un sistema con trayectoria recta no crea información. Cada vez que la trayectoria se bifurca, crea un *bit* de información. Un sistema caótico crea cantidades ingentes de información. Todos los copos de

nieve, todas las hojas de un árbol, todas las plumas de un pájaro, se parecen: pero no hay dos iguales. El caos es una comunicación entre las dos escalas. No olvidemos que su forma es fractal y, por tanto, autosemejante. La energía se transmite desde la macroescala a la microescala, la información se transmite desde la microescala a la macroescala. El universo crea entropía, pero también información (= *neg-entropía*).

«La salud no es ausencia de enfermedad, sino capacidad para superarla», había escrito Canguilhem. El modelo de la salud es el caos. Un proceso lineal no supera las perturbaciones aleatorias: sus efectos se acumulan. En el cielo, nada se para (sólo hay atractores esféricos). En la tierra todo se para (sólo hay atractores puntuales). Para que, al menos por un tiempo, algo (la vida, el pensamiento) no se pare, Dios hizo bajar el caos del cielo a la tierra: el caos es precisamente la frontera entre los dos, Armoll Mandell, psiquiatra, ha escrito: «¿Será posible que la patología matemática, esto es, el caos, cree salud?, ¿Y la salud matemática, que es la predecibilidad, sea enfermedad?». Von Foerster nos enseña que hay tres modos de generar orden: orden que proviene del orden (*mecanicidad*), orden que proviene del desorden (*regularidad*) y orden que proviene del ruido (*creatividad*). Un cristal es el producto

de la iteración exacta de una información inicial: el proceso de generación del cristal anexacto: la información inicial se bifurca hasta devenir caos (es un cristal, pero aperiódico). El genotipo del caos que es la vida es el ADN. El germen crisalino se itera linealmente, el ADN se itera no linealmente.

Caos no es desorden. Es lo que genera el orden; y lo mantiene en un medio caótico. Es la única garantía de supervivencia. La muerte es el único equilibrio estático: es regulada por un atractor puntual. El infierno es el único equilibrio dinámico: es regulado por un atractor cíclico. La vida es regulada por un atractor extraño. La ciencia del caos pone al descubierto las trampas de Dios cuando juega a los dados. Produce en nosotros la ilusión de que sus jugadas —perfectamente calculadas— son aleatorias. Esa ilusión nos hace perder la partida. Por primera vez, gracias a la ciencia del caos, podemos empezar a ganar.

#### BIBLIOGRAFÍA

GLEICK J., *Caos. La creación de una ciencia*, Barcelona, Seix Barral, 1988.

# VI) SISTEMAS OBSERVADORES

## 1) Bases epistemológicas

- Extractos de HEINZ VON FOERSTER, «Notes pour une épistémologie des objets vivants», en Morin y Piattelli-Palmarini, *L'unité de l'homme*, París, Seuil, 1974.

### I. Problema

Mientras que los físicos, en el curso del primer cuarto de este siglo, eran obligados a revisar las nociones fundamentales que gobernaban las ciencias naturales, los biólogos de ese último cuarto de siglo obligan a una revisión de las nociones fundamentales de la misma ciencia. Después de esta primera revolución, estaba claro que el concepto clásico de una «ciencia última», que sería una descripción objetiva de un mundo en el que no hay sujetos (*subjectless universe*), encerraba contradicciones.

Para eliminarlas, era preciso un «observador» (es decir, al menos, un sujeto): 1. Las observaciones no tienen valor absoluto sino que son relativas al punto de vista de un observador (esto es, son sistemas de coordenadas: Einstein); 2. Las observaciones afectan a lo observado hasta anular (*obliterate*) la esperanza de predicción del observador (esto es, su incertidumbre es absoluta: Heisenberg).

Entonces, nos encontramos en presencia del truísmo siguiente: una descripción (del universo) implica al que lo describe (lo observa). De lo que tenemos necesidad ahora es de una descripción del que describe o, en otros términos, necesitamos una teoría del observador. Puesto que los observadores son organismos vivos, esta tarea corresponde al biólogo. Pero él es también un organismo vivo, lo que quiere decir que, en su teoría, debe no sólo dar cuenta de sí mismo, sino igualmente de la formulación de esta teoría. Se trata de un nuevo estado de cosas en el discurso científico; pues, siguiendo la óptica tradicional, que establece una separación entre el observador y sus observaciones, toda referencia a ese discurso era cuidadosamente evitada.

Esta separación no procedía en ningún modo de la excentricidad o de la estupidez, pues, en ciertos casos, incluir al observador en sus propias descripciones puede conducir a paradojas, tal como ésta: «Soy un mentiroso».

Entretanto, nos hemos dado cuenta ampliamente, sin embargo, de que esta estrecha restricción no sólo daba origen a problemas éticos asociados con la actividad científica, sino que incluso mutilaba el estudio de la vida en su pleno contexto, de la organización molecular a la organización social. La vida no puede ser estudiada *in vitro*; hay que explorarla *in vivo*.

«La unidad del hombre: invariantes biológicos y universales culturales»: no se puede abordar esta cuestión como antes en un estado de espíritu limitado, aun si las respuestas a las que podemos desembocar deban ser el testimonio de la conciencia que tenemos de nuestra biología y de nuestra cultura.

Hay que oponerse aquí al postulado clásico de la investigación científica, según el cual es propuesto un «mundo objetivo», independiente de la descripción (como si tal cosa existiera): el mundo que tenemos que tener en cuenta es un «mundo subjetivo», dependiente de la descripción y que incluye al observador. Ese problema se presenta como un verdadero desafío.

Sin embargo, de acuerdo con la investigación científica tradicional, que pregunta perpetuamente ¿«cómo»? más bien que ¿«por qué»? , esta tarea reclama una epistemología del «cómo sabemos» más que del «qué sabemos».

Estas notas para una epistemología de las cosas vivas se dirigen al «cómo». Pueden servir como cristal de aumento a través del cual ese problema se hará más visible.

## II. Introducción

[...]

### 1. El medio es percibido como residencia de objetos, estacionarios, móviles o cambiantes

Ante esta proposición inofensiva a primera vista, podemos interrogarnos sobre la significación de la expresión «objeto cambiante». ¿Es que queremos hablar del cambio de apariencia del objeto mismo, como en el caso de un cubo que gira, o de una persona que da vueltas sobre sí misma, y que tomamos por el mismo objeto (cubo, persona...), o bien como en el caso de un árbol que vemos crecer, o de un antiguo camarada de clase con el que nos volvemos a encontrar después de diez o veinte años? ¿Son diferentes, son idénticos, o bien son diferentes de una cierta manera y semejantes de otra?

Lo mismo cuando Circe convierte a los hombres en puercos o cuando un amigo es víctima de un ataque

grave. En esas metamorfosis, ¿cuál es el invariante, qué es lo que cambia? ¿Quién dice que eran los mismos objetos o las mismas personas?

Después de los trabajos de Piaget y otros, sabemos que la «permanencia del objeto» es una de las numerosas aptitudes cognitivas adquiridas en la primera infancia y, a consecuencia de esto, sujetas a prejuicios lingüísticos y culturales.

En consecuencia, a fin de dar sentido a términos tales como «los invariantes biológicos», los «universales culturales», hay que establecer primero las propiedades lógicas de los términos «invariancia» y «cambio».

[...] Esas propiedades son propiedades de descripciones (representaciones) y no propiedades de objetos. En realidad, como veremos, «los objetos» deben su existencia a las propiedades de las representaciones.

Las cuatro proposiciones siguientes son desarrolladas con este fin.

[Traductor: el «cambio» presupone la «invariancia», y la «invariancia», el «cambio».]

### 2. Las propiedades lógicas de la «invariancia» y del «cambio» son propiedades de representación. Si se ignora esto, surgen paradojas

Se citan entonces dos paradojas que aparecen cuando las propiedades lógicas de la «invariancia» y del «cambio» son definidas en un vacío contextual. Lo que subraya claramente la necesidad de una formalización de las representaciones.

[Traductor: Von Foerster cita la paradoja de la «invariancia»: «lo diferente es lo mismo» (*The distinct being the same*) —porque es absurdo escribir  $x_1 = x_2$ , pues, ¿para qué los índices?, y  $x = x$  nos informa sobre «=», pero no sobre «=»—; y la paradoja del «cambio»: «lo mismo es diferente» (*The same being distinct*) —pues es absurdo escribir  $x \neq x$ —.]

### 3. Formalizar las representaciones R, S que conciernen a dos conjuntos x y t, llamados respectivamente, a título temporal, «entidades» e «instantes»

Aquí, la dificultad de comenzar a hablar de alguna cosa que sólo tendrá sentido ulteriormente está previamente descartada por la fórmula «a título temporal». Se dan a dos conjuntos de variables aún no definidas nombres altamente significativos, a saber, «entidades» e «instantes». Esos términos encontrarán más adelante su justificación.

Esta infracción aparente del rigor es una concesión hecha a la claridad. Retirar a esas variables su apelación demasiado connotada no modifica en nada el razonamiento.

Expresiones de representaciones que se pueden

comparar se encuentran desarrolladas en función de esta proposición. Esto permite contravenir a la imposibilidad aparente de comparar una manzana con ella misma antes de que haya sido pelada y después de que haya sido pelada. Sin embargo, se encuentran pequeñas dificultades al comparar la manzana pelada, tal como se la ve *ahora*, con la manzana no pelada del estado precedente *tal como se la recuerda*.

Con el concepto de «comparación» se introduce, sin embargo, una operación de cálculo (*computation*) sobre representaciones que reclama un análisis más detallado. Esto se hará en la proposición siguiente. Luego, el término «cálculo» se aplicará de manera consecuente a todas las operaciones (no necesariamente numéricas) que transforman, modifican, reordenan, ordenan, etc., bien los símbolos, en sentido abstracto, bien sus manifestaciones físicas, en sentido concreto. El objetivo de esta denominación es el de consolidar la impresión de que esas operaciones son realizables en la organización estructural y funcional de un tejido nervioso adulto o incluso de máquinas construidas.

[Traductor: Von Foerster formaliza así: la representación  $R$  de una entidad  $x$  en el instante  $t_1$  es distinta de la representación de esa entidad en un instante  $t_2$ ; la representación  $S$  de un instante  $t$  para la entidad  $x_1$  es distinta de la representación de ese instante para la entidad  $x_2$ ; luego considera la relación entre  $R$  y  $S$ .]

#### 4. Considerar las relaciones, «Rel», entre las representaciones $R$ y $S$

Sin embargo, se ve inmediatamente una relación específica, a saber, una «relación de equivalencia» entre dos representaciones. En razón de las propiedades estructurales de las representaciones, los cálculos necesarios para confirmar o rechazar la equivalencia de representaciones no son triviales. En efecto, si se estudian atentamente los cálculos necesarios para establecer la equivalencia, «objetos» y «eventos» aparecen como *consecuencias* de ramas de cálculo que se identifican como procesos de abstracción y memorización.

[Traductor: Von Foerster propone una metáfora lingüística para ilustrar la relación entre las representaciones  $R$  y  $S$ , la equivalencia que existe entre la «cosa actante» (*thing acting*), en la mayor parte de los lenguajes indoeuropeos, y la «acción cosante» (*act-thinging*), en ciertas lenguas africanas —dualidad cognitiva—, como «el caballo galopa» y «el galope caballa»; en una rama se calculan las equivalencias para  $x$ , en otra las equivalencias para  $t$  (Eq.  $(R_{ij}, S_{ki}) = \text{Objeto } (i)$ ; Eq.  $(R_{ij}, S_{jl}) = \text{Evento } (t_j)$ ); a los cálculos en la primera rama llama «abstracciones»; a los cálculos en la segunda, «memoria»; lo que muestra que los conceptos «objeto», «evento», «nombre», «tiempo», «abstracción», «memoria», «invariancia», «cambio»... se engendran mutuamente.]

#### 5. Objetos y eventos no son las experiencias primitivas. Objetos y eventos son representaciones de relaciones

Puesto que los «objetos» y los «eventos» no son las experiencias primitivas, y no pueden, por lo tanto, reclamar un estatuto (objetivo) absoluto, sus interrelaciones, el «medio», constituyen un asunto estrictamente personal, cuyas coacciones son factores anatómicos o culturales. Además, el postulado de una «realidad (objetiva) externa» desaparece para dejar lugar a una realidad determinada por los modos de cálculo interno.

[Traductor: Von Foerster propone una metáfora gráfica para ilustrar este punto, la equivalencia entre «objeto» y «evento», una red ortogonal en la que se superponen recíprocamente. El «medio» es la representación de las relaciones entre «objetos» y «eventos». Puesto que el cálculo de las relaciones de equivalencia no es único, los resultados de esos cálculos, los «objetos» y los «eventos», tampoco son únicos. Puede haber un número arbitrario de taxonomías, todas consecuentes en sí mismas. Puesto que el cálculo se hace sobre experiencias primitivas, un medio externo no es condición previa necesaria para el cálculo de la realidad. Puede haber un número arbitrario de realidades, de «medios», distintas entre ellas y coherentes cada una.]

#### 6. Desde un punto de vista operatorio, el cálculo de una relación específica es una representación de esa relación

Se introducen aquí al mismo tiempo dos pasos de importancia decisiva para el tema [...]. El primero es tomar un cálculo por una representación; el segundo, por primera vez, introducirá en ese punto «recursiones». Entendemos por recursión que en cualquier ocasión una función es sustituida por su propio argumento. En la proposición 6 (que ahora comento) una recursión está constituida tomando el cálculo mismo por una representación de una relación entre las *representaciones*.

Tomar un cálculo por una representación de relación puede no engendrar dificultades conceptuales (la ficha perforada de un programa de ordenador que controla los cálculos de una relación deseada puede servir de metáfora apropiada). Al contrario, la adopción de expresiones recursivas parece abrir la vía a toda suerte de dificultades de orden lógico.

Sin embargo, existen medios para evitar tales trampas. El primero es imaginar una notación que conserve la traza del orden de las representaciones; por ejemplo, «la representación de una representación de tercer orden»,  $R^{(3)}$ . La misma cosa se aplica a relaciones de orden más elevado,  $n : Rel^{(n)}$ .

Otro medio es hacer la distinción, a propósito de expresiones autorreferentes, entre sus valores de verdad extrínseca y sus valores de verdad intrínseca. Generalmente, tales expresiones no plantean problema si son afirmativas. Por ejemplo, la frase «esta frase es verdadera» es recursiva y afirmativa. Su valor de verdad es «verdadera» pues la hipótesis contraria es refutada



por la frase misma. Su valor de verdad intrínseca puede ser descubierto aplicando la frase a ella misma, es decir, sustituyendo la parte «esta frase» por la frase entera. Se obtiene entonces: «Esta frase es verdadera», que es verdadera pues «verdadera verdadera» es equivalente a «verdadera».

La situación es diferente en el caso de una frase recursiva negativa, como «esta frase es falsa», por ejemplo. No se puede establecer ahora ningún valor de verdad extrínseca, pues la hipótesis «falsa» transformaría la frase en una frase verdadera, lo que está en contradicción con el enunciado. Su valor de verdad intrínseca, sin embargo, se hace estable después de dos sustituciones. Después de la primera, obtenemos «Esta frase es falsa falsa». Pero «falsa falsa» es equivalente a «verdadera». Luego obtenemos: «Esta frase es verdadera». Una segunda sustitución opera sobre una expresión recursiva afirmativa y hace aparecer «verdadera» definitivamente.

Se sabe que se podrán construir expresiones autorreferentes recursivas que, intrínsecamente, no se aproximan jamás a una forma estable (expresiones recursivas transcendentales). Pero, en ese contexto, esas expresiones no nos atormentarán, bien que puedan suministrar índices importantes en el cuadro de un análisis del comportamiento que sobrepasa los límites de esta discusión elemental.

Sus manifestaciones físicas son definidas una vez que se han introducido conceptos de representaciones y de relaciones de orden superior. Puesto que las representaciones y las relaciones son calculables, sus manifestaciones son «calculadores con finalidad particular» (*special purpose computers*), respectivamente llamados «representadores» y «relatores». Se mantiene la distinción de los niveles de cálculo referidos a estructuras tales como representadores de  $n$ -ésimo orden (relatores).

Con estos conceptos, es ahora posible introducir los «organismos».

[Traductor: Von Foerster propone una metáfora para la equivalencia de un cálculo con una representación, el algoritmo de Wallis para calcular «pi» (2.2/1.2/3.4/3.4/5.6/5.6/7...); llama a las representaciones de cálculos de relaciones «representaciones de segundo orden»; llama «relator de  $n$ -ésimo orden  $RL^{(n)}$ » a un mecanismo físico que calcula una representación de  $n$ -ésimo orden (o una relación de  $n$ -ésimo orden); llama «representación terminal» o «descripción» a la manifestación física exteriorizada del resultado del cálculo; propone como metáfora mecánica posible que ilustra un cálculo de relaciones tomado como una representación de esa relación a un ordenador electrónico y su programa (el programa representa la relación particular, y agrupa las partes de la máquina de tal suerte que la representación terminal del problema obedezca a la forma deseada); un programa que calcula programas es llamado un «metaprograma» (una máquina que acepta un «metaprograma» es un «relator de segundo orden»); metáforas que sugieren que mi tejido nervioso que calcula una representación terminal, como «son las gafas de mi abuela», no se parece ni a mi abuela ni a las gafas, lo mismo que ni en los engranajes y muescas de la máquina ni en el programa quedan trazas de los números usados en el cálculo.]

### 7. Un organismo vivo es un relator de tercer orden que calcula las relaciones que mantienen la integridad del organismo

La plena potencia de las expresiones recursivas se aplica ahora a una definición recursiva de los organismos vivos propuesta por primera vez por H.R. Maturana, y desarrollada por F. Varela y él mismo en su teoría de la autopoiesis. Como consecuencia directa del formalismo y de los conceptos desarrollados en las proposiciones precedentes, es ahora posible dar cuenta de una interacción entre la representación interna que un organismo tiene de sí mismo y la de otro organismo. Esto da nacimiento a una teoría de la comunicación fundada sobre un «lenguaje» puramente connotativo. La octava proposición describe ahora la propiedad sorprendente de tal teoría.

[Traductor: según Von Foerster, un organismo vivo es un relator de tercer orden, y es para sí mismo su propio objeto último; si puede calcular una representación de esta relación, es un organismo consciente; entre las representaciones internas del cálculo de objetos, en el interior de un organismo, se puede encontrar una representación de otro organismo; las dos representaciones son recursivas; es el núcleo de una teoría de la comunicación.]

### 8. Un formalismo necesario y suficiente para una teoría de la comunicación no debe contener símbolos primarios que representen «communicabilia» (símbolos, palabras, mensajes,...)

Por extravagante que esta proposición pueda parecer a primera vista, a la reflexión, sin embargo, puede revelarse evidente que una teoría de la comunicación es culpable de definiciones circulares, si se supone la utilización de *communicabilia* para probar la comunicación.

El cálculo de expresiones recursivas rodea esta dificultad, y la potencia de tales expresiones es puesta en evidencia por el pronombre personal reflexivo (indefinidamente recursivo) «yo». Bien entendido, hace algún tiempo que es conocida la magia científica de tales recursiones infinitas, y basta con citar el enunciado siguiente: «yo soy el que es».

[Traductor: según Von Foerster, si una «teoría» de la comunicación contuviera *communicabilia*, no sería teoría sino tecnología (tendría la comunicación por dada), como la actividad nerviosa de un organismo no puede ser compartida por otro, nada puede en realidad ser «comunicado»; comunicación es la interacción, hecha por un observador, de la interacción de dos organismos; «comunicación» es una representación (interna) de una relación entre sí (una representación interna de sí) y otro; el pronombre personal reflexivo «yo» es el operador recursivo (indefinidamente aplicado), «yo soy la relación observada entre mí mismo y mí mismo observante» (un «relator» —o presentador— de orden infinito).]

9. *Las representaciones terminales (descripciones) efectuadas por un organismo son manifiestas en sus movimientos: por tanto, la estructura lógica de las descripciones surge de la estructura lógica de los movimientos*

Se muestra que los dos aspectos fundamentales de la estructura lógica de las descripciones, a saber, su sentido (afirmación o negación) y su valor de verdad (verdadero o falso), residen en la estructura lógica de los movimientos: aproximación o retirada en el primer aspecto, funcionamiento o no funcionamiento del reflejo condicionado en el segundo.

Ahora es posible desarrollar una definición exacta del concepto de información asociada a un enunciado (*utterance*). La información es un concepto relativo que sólo toma significación cuando está conectada a la estructura cognitiva del observador de ese enunciado (el «destinatario»).

[Traductor: según Von Foerster, las dos frases del comportamiento elemental, «aproximación» y «retirada», fundan el origen operacional de los dos axiomas fundamentales de la lógica bivalente («contradicción excluida» y «tercero excluido»); la ocurrencia de la negación en una proposición no basta para caracterizar su sentido (puesto que «no-no  $p = p$ »); puesto que nada en el medio corresponde a la negación, ésta (como todas las partículas lógicas: inclusión, alternación, implicación...) debe surgir en el seno del organismo; las descripciones pueden, pues, ser verdaderas o falsas, sean afirmativas o negativas; la primera manifestación del espíritu, el primer signo es el «reflejo condicionado» (puesto que el concomitante del estímulo toma la función del estímulo), aquí nace el *error* y, por tanto, la *verdad*.]

10. *La información asociada a una descripción depende de la capacidad del observador para sacar las inferencias a partir de esa descripción*

La lógica tradicional distingue dos formas de inferencia: deductiva e inductiva. Mientras que la inferencia deductiva infalible («necesidad») es en principio posible, la inferencia inductiva infalible («azar») en principio

no lo es. En consecuencia, el azar y la necesidad son conceptos que no se aplican al mundo, sino a nuestras tentativas para crearlo, o para crear una descripción de él.

[Traductor: «la necesidad» —dice— surge de la aptitud para hacer deducciones infalibles, «el azar» de la imposibilidad de hacer inducciones infalibles.]

11. *El medio no contiene la información, el medio es tal como es*

12. *Vuelta a la proposición 1*

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARISTÓTELES, *Metaphysica*, W.D. Ross (ed., tr.), vol. VIII de *The Works of Aristotle*, Oxford, The Clarendon Press, 1908.
- [2] CASTANEDA, C., *A Separate Reality*, Nueva York, Simon & Schuster, 1971.
- [3] Éxodo, 3,14.
- [4] LANGER, S., *Philosophy in a New Key*, Nueva York, New American Library, 1951.
- [5] KONORSKI, J., «The role of central factors in differentiation», en Gerard, R.W. y Duffly, J.W., *Information Processing in the Nervous System* (Foundation Excerpta Medica, Amsterdam), 3 (1962), 318-329.
- [6] MATURANA, H., «Neurophysiology of cognition», en Garvin, P., *Cognition: A Multiple View*, Nueva York, Spartan Books, 1970, pp. 3-23.
- [7] MATURANA, H., *Biology of Cognition*, Urbana, Universidad de Illinois, Department of Electrical Engineering, Biological Computer Laboratory, 1970 (BCL Report, 9.0).
- [8] MATURANA, H. y VARELA, F., *Autopoiesis*, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, 1972.
- [9] PIAGET, J., *The Construction of Reality in the Child*, Nueva York, Basic Books, 1954.
- [10] WITTGENSTEIN, L., *Tractatus Logico Philosophicus*, Nueva York, Humanities Press, 1961.
- [11] WITZ, K. y EASLEY, J., «Cognitive deep structure and science education», en *Final Report, Analysis of Cognitive Behavior in Children*, Urbana, Universidad de Illinois, Curriculum Laboratory, 1972.

## 2) Sistemas autopoieticos

- Extractos de HUMBERTO MATURANA y FRANCISCO VARELA, *El árbol del conocimiento*, Santiago de Chile, 1984.

### Autonomía y Autopoiesis

El reconocer que lo que caracteriza a los seres vivos es su organización autopoietica permite relacionar una gran cantidad de datos empíricos sobre el funcionamiento celular y su bioquímica. La noción de autopoiesis, por lo tanto, no está en contradicción con ese cuerpo de datos, al contrario, se apoya en ellos, y propone, explícitamente, interpretar tales datos desde un punto de vista específico que enfatiza el hecho de que los seres vivos son unidades *autónomas*.

Estamos utilizando la palabra autonomía en su sentido corriente. Vale decir, un sistema es autónomo si es capaz de especificar su propia legalidad, lo que es propio de él. *No* estamos proponiendo que los seres vivos son los únicos entes autónomos; ciertamente no lo son. Pero es evidente que una de las cosas más inmediatas propias de un ser vivo es su autonomía. Nosotros proponemos que el modo, el mecanismo que hace de los seres vivos sistemas autónomos, es la autopoiesis que los caracteriza como tales.

La pregunta por la autonomía de lo vivo es tan vieja como la pregunta por lo vivo. Son sólo los biólogos contemporáneos los que se sienten incómodos frente a la pregunta ¿cómo puede comprenderse la autonomía de lo vivo? Desde nuestro punto de vista, en cambio, esa pregunta se transforma en un hilo guía que nos permite ver que para comprender la autonomía del ser vivo debemos comprender la organización que lo define como unidad. Esto porque es el dar cuenta de los seres vivos como unidades autónomas lo que permite mostrar cómo su autonomía usualmente vista como algo misterioso y elusivo se hace explícita al señalar que lo que los define como unidades es su organización autopoietica, y que es en ella que simultáneamente se realizan y especifican a sí mismos.

Nuestro enfoque entonces es proceder científicamente: si no podemos dar una lista que caracteriza un ser vivo, ¿por qué no proponer un sistema que al operar genere toda su fenomenología? La evidencia de que una unidad autopoietica tiene exactamente esas características se encuentra al mirar todo lo que sabemos sobre metabolismo y estructura celular en su mutua interdependencia.

El que los seres vivos tengan una organización, naturalmente, no es propio de ellos, sino común a todas

aquellas cosas que podemos investigar como sistemas. Sin embargo, lo que es peculiar en ellos es que su organización es tal que su único producto es sí mismos, donde no hay separación entre productor y producto. El ser y el hacer de una unidad autopoietica son inseparables, y esto constituye su modo específico de organización.

La organización autopoietica, como toda organización, puede ser satisfecha en particular por muchas clases diferentes de componentes. Sin embargo, debemos darnos cuenta de que, en el ámbito molecular del origen de los seres vivos terrestres, sólo algunas especies moleculares deben haber poseído las características que permitieron constituir unidades autopoieticas, iniciando el devenir estructural al que nosotros mismos pertenecemos. Por ejemplo, fue necesario contar con moléculas capaces de formar membranas suficientemente estables y plásticas como para ser, a la vez, barreras efectivas, y de propiedades cambiantes, para la difusión de moléculas e iones por tiempos largos con respecto a las velocidades moleculares. Las moléculas que forman las láminas de mica, por ejemplo, forman barreras demasiado rígidas en sus propiedades para permitir que ellas participen como tales en unidades dinámicas (células) en continuo y rápido recambio molecular con el medio.

Sólo cuando en la historia de la Tierra se dieron las condiciones para la formación de moléculas orgánicas como las proteínas, cuya flexibilidad y posibilidad de complicación es prácticamente ilimitada, es que se dieron las circunstancias que hicieron posible la formación de unidades autopoieticas. De hecho podemos suponer que cuando en la historia de la Tierra se dieron todas las condiciones suficientes, la formación de los sistemas autopoieticos ocurrió de manera inevitable.

Tal momento es el punto que se puede señalar como el origen de la vida. Lo que no quiere decir que fue sólo en un instante y en un solo lugar, ni que podamos especificar una fecha para él. Todo hace pensar que, una vez que las condiciones estaban dadas para el origen de sistemas vivos, éstos se originaron muchas veces, es decir, muchas unidades autopoieticas con muchas variantes estructurales surgieron en muchos lugares de la Tierra a lo largo quizás de muchos millones de años.

La aparición de unidades autopoieticas sobre la superficie de la Tierra marca un hito en la historia de este sistema solar. Esto hay que entenderlo bien. La formación de una unidad determina siempre una serie de fenómenos asociados a las características que la definen, lo que nos permite decir que cada clase de unidades especifica una *fenomenología* particular. Así, las unidades autopoieticas especifican la *fenomenología biológica* como la fenomenología propia de ellas con características distintas de la fe-

nomenología física. Esto es así no porque las unidades autopoieticas violen ningún aspecto de la fenomenología física —ya que al tener componentes moleculares deben satisfacer toda la legalidad física— sino porque los fenómenos que generan en su operar como unidades autopoieticas dependen de su organización y de cómo ésta se realiza, y no del carácter físico de sus componentes que sólo determinan su espacio de existencia.

Por esto, si una célula interactúa con una molécula  $x$  incorporándola a sus procesos, lo que ocurre a consecuencia de dicha interacción no está determinado por las propiedades de la molécula  $x$ , sino en la manera cómo tal molécula es «vista» o tomada por la célula al incorporarla en su dinámica autopoietica. Los cambios que ocurran en ella a consecuencia de esa interacción van a ser aquellos determinados por su propia estructura como unidad celular. Por lo tanto, en la medida que la organización autopoietica determina la fenomenología biológica al realizar a los seres vivos como unidades autónomas, será fenómeno biológico todo fenómeno que involucre la autopoiesis de al menos un ser vivo. [...].

Con el fin de comprender qué ocurre en la reproducción celular, veamos varias situaciones que dan origen a unidades de la misma clase, procurando, a través de distinguirlas, ver lo que es propio de la reproducción celular.

*Réplica:* Hablamos de réplica (o a veces de producción), cada vez que tenemos un mecanismo que en su operar puede generar repetidamente unidades de la misma clase. Por ejemplo, una fábrica es un gran mecanismo productivo que mediante la aplicación repetida de un mismo procedimiento produce seriadamente réplicas de unidades de la misma clase: telas, autos, neumáticos.

Lo mismo ocurre con los componentes celulares, lo que se ve muy claramente en la producción de proteínas donde los ribosomas, ácidos nucleicos mensajeros, de transferencia y otras moléculas, constituyen en conjunto la maquinaria productiva, y las proteínas el producto.

Lo central en el fenómeno de réplica está en que el mecanismo productivo y lo replicado son sistemas operacionalmente distintos y el mecanismo productivo genera elementos independientes de él. Nótese que, como consecuencia de cómo se da el fenómeno de réplica, las unidades producidas son históricamente *independientes* unas de otras. Lo que le ocurre a una cualquiera en su historia individual no afecta lo que le ocurre a las que le siguen en la serie de producción. Lo que le ocurra a mi Toyota después de que lo compre en nada afecta a la fábrica Toyota, que seguirá imperterbamente produciendo sus autos. En breve: las unidades producidas por réplicas no constituyen entre ellas un sistema histórico. [...].

*Reproducción:* Hablamos de la reproducción cuando una unidad sufre una *fractura* que da por resultado dos unidades de la misma clase. Esto pasa, por ejemplo, cuando un trozo de tiza es partido por una presión dando origen a dos trozos de tiza. O cuando se parte un racimo de uvas y quedan dos racimos de uvas. Las unidades que resultan de estas fracturas no son idénticas a la original, ni idénticas entre sí, pero pertenecen a la misma clase que la original, es decir, tienen la misma organización que ella. No pasa lo mismo con la fractura de otras unidades como una radio o un billete. En estos casos la fractura de la unidad original la destruye y deja dos fragmentos, no dos unidades de la misma clase que ella.

Para que en la fractura de una unidad particular se dé el fenómeno de la reproducción, la estructura de la unidad tiene que realizar su organización de una manera *distribuida* y no compartimentalizada. De esta manera, el plano de fractura puede separar fragmentos con estructuras capaces de realizar de manera independiente la misma organización original. La tiza y el racimo de uvas tienen este tipo de estructura y admiten numerosos planos de fractura porque los componentes que realizan sus respectivas organizaciones se repiten de una manera distribuida y no compartimentalizada en toda su extensión (cristales de calcio en la tiza y granos de uva en el racimo).

Hay muchos sistemas que cumplen con estos requisitos y por ende el fenómeno de reproducción es muy frecuente en la naturaleza. Ejemplos: cristales, palos, comunidades, caminos. Al mismo tiempo, una radio o una moneda no admiten reproducción porque las relaciones que las definen no se repiten en su extensión. Hay muchos sistemas en esta clase, tales como: tazas, personas, lapiceras, fuentes, la declaración de los derechos humanos... La no admisión de reproducción es también un fenómeno muy frecuente en el universo. Lo interesante es que la reproducción como fenómeno no está confinada a un espacio particular, o a un gran grupo particular de sistemas.

Lo central en el proceso reproductivo (a diferencia de la réplica o la copia) es que todo ocurre en la unidad como *parte* de ella y no hay separación entre el sistema reproductor y el sistema reproducido. Tampoco puede decirse que las unidades que resultan de la reproducción preexistan o se estén formando antes de que ocurra la fractura reproductiva, simplemente no existen. Más aún, aunque las unidades resultantes de la fractura reproductiva tienen la misma organización que la unidad original y llevan por lo tanto aspectos estructurales semejantes a ella, también tienen aspectos estructurales distintos de ella y entre sí. Esto no sólo porque son más pequeñas, sino también porque sus estructuras derivan directamente de la estructura de la unidad original en el momento de la reproduc-

ción, y reciben al formarse distintos componentes de ella que no están uniformemente distribuidos y que son función de su historia individual de cambio estructural.

Debido a estas características, el fenómeno de reproducción *necesariamente* da origen a unidades conectadas históricamente, que si a su vez sufren fracturas reproductivas forman en conjunto un sistema histórico. [...].

### Organismos y sociedades

Organismos y sociedades pertenecen a una misma clase de metasistemas formados por la agregación de unidades autónomas que pueden ser celulares o metacelulares. Un observador puede distinguir los distintos metasistemas miembros de esta clase por los distintos grados de autonomía que él ve como posibles en sus componentes. Así, si él los ordena serialmente según el grado en que sus componentes dependen, en su realización como unidades autónomas, de su participación en el metasistema que integran, organismos y sistemas sociales humanos se ubicarán en los extremos opuestos de la serie. Los organismos serían metasistemas con componentes de mínima autonomía, es decir, con componentes de muy pocas o ninguna dimensión de existencia independiente, mientras que las sociedades humanas serían metasistemas con componentes de máxima autonomía, es decir, con componentes de muchas dimensiones de existencia independiente. Las sociedades formadas por otros metacelulares, como las sociedades de insectos, quedarían ubicadas en distintos puntos intermedios. Las diferencias entre estos distintos metasistemas, sin embargo, son operacionales, y dadas algunas transformaciones en las respectivas dinámicas internas y de relación pueden desplazarse en una u otra dirección en la serie. Veamos ahora las diferencias entre organismos y sistemas sociales humanos.

Los organismos como sistemas metacelulares tienen clausura operacional que se da en el acoplamiento estructural de las células que los componen. Lo central en la organización de un organismo está en su manera de ser unidad en un medio en el que debe operar con propiedades estables que le permitan conservar su adaptación en él, cualesquiera que sean las propiedades de sus componentes. Esto tiene como consecuencia evolutiva fundamental el que la conservación de la adaptación de los organismos de un linaje particular seleccione, recurrentemente, la estabilización de las propiedades de las células que lo componen. La estabilidad genética y ontogenética de los procesos celulares que constituyen a los organismos de cada especie, y la existencia de procesos orgánicos que pueden eliminar células que se salen de norma, revelan que esto es así.

En los sistemas sociales humanos la cosa es diferente. Éstos, como comunidades humanas, también tienen clausura operacional que se da en el acoplamiento estructural de sus componentes. Sin embargo, los sistemas sociales humanos también existen como unidades para sus componentes en el dominio del lenguaje. La identidad de los sistemas sociales humanos depende, por lo tanto, de la conservación de la adaptación de los seres humanos no sólo como organismos, en un sentido general, sino también como componentes de los dominios lingüísticos que constituyen. Ahora bien, la historia evolutiva del hombre, al estar asociada a sus conductas lingüísticas, es una historia en la que se ha seleccionado la plasticidad conductual ontogénica que hace posible los dominios lingüísticos, y en la que la conservación de la adaptación del ser humano como organismo requiere de su operar en dichos dominios y de la conservación de dicha plasticidad. De modo que allí donde la existencia de un organismo requiere de la estabilidad operacional de sus componentes, la existencia de un sistema social humano requiere de la plasticidad operacional (conductual) de ellos. Allí donde los organismos requieren un acoplamiento estructural no lingüístico entre sus componentes, los sistemas sociales humanos requieren componentes acoplados estructuralmente en dominios lingüísticos, donde ellos (los componentes) pueden operar con lenguaje y ser observadores. En consecuencia, mientras que para el operar de un organismo lo central es el organismo y de ello resulta la restricción de las propiedades de sus componentes al constituirlo, para el operar de un sistema social humano lo central es el dominio lingüístico que generan sus componentes y la ampliación de las propiedades de éstos, condición necesaria para la realización del lenguaje que es su dominio de existencia. El organismo restringe la creatividad individual de las unidades que lo integran, pues éstas existen para éste; el sistema social humano amplía la creatividad individual de sus componentes, pues éste existe para éstos.

La coherencia y armonía en las relaciones e interacciones entre los componentes de cada organismo particular se deben, en su desarrollo como individuo, a factores genéticos y ontogenéticos que acotan la plasticidad estructural de sus componentes. La coherencia y armonía en las relaciones e interacciones entre los integrantes de un sistema social humano se deben a la coherencia y armonía de su crecimiento en él, en un continuo aprendizaje social que su propio operar social (lingüístico) define, y que es posible gracias a los procesos genéticos y ontogenéticos que permiten en ellos su plasticidad estructural.

Organismos y sistemas sociales humanos son, pues, casos opuestos en la serie de metasistemas formados por la agregación de sistemas celulares de cualquier orden. Entre ellos están, además de diversos tipos de sistemas sociales formados por otros

animales, aquellas comunidades humanas que, por incorporar mecanismos coercitivos de estabilización en todas las dimensiones conductuales de sus miembros, constituyen sistemas sociales humanos desvirtuados, que han perdido sus características de tales y han despersonalizado sus componentes, desplazándose hacia la forma de organismo, como lo fue el caso de Esparta. Organismos y sistemas sociales hu-

manos no pueden, pues, equipararse sin distorsionar o sin negar las características propias de sus respectivos componentes.

Cualquier análisis de la fenomenología social humana que no tome en cuenta las consideraciones señaladas será defectuoso porque negará los fundamentos biológicos de esta fenomenología.

### 3) Teoría de la conversación

- Escrito de GORDON PASK, «A conversation theoretic approach to social systems», en Geyer y Van der Zouwen, *Socio-cybernetics: an actor oriented social systems theory*, Amsterdam, Martinus Nijhoff, 1979.

Hay una tendencia deplorable en el pensamiento contemporáneo a trivializar el contenido de las áreas profundas y fascinantes del conocimiento.

A modo de ilustración, esta tendencia es manifiesta en psicología como una evaluación a la baja de «psicología» en «una psicología» (esto es, una u otra, preferiblemente fácil de tratar, escuela de pensamiento *sobre* el tema); no importa *cuál*, puede ser el conductismo o una de las escuelas psicoanalíticas, o una «explicación por inteligencia artificial» (alias, en algunos lugares, «ciencia cognitiva»). Quizás la tendencia en cuestión ha nacido de la pereza mental, quizás del miedo a ser mal interpretado, quizás (pero no lo creo realmente) de la mera incapacidad para razonar globalmente sin recurrir a ideas vagas y a menudo vacuas (que son citadas con frecuencia, más adelante, como buena evidencia de que cualquier modo de razonar, otro-que-particular, es no científico). El resultado, de todos modos, es la degradación de diversas escuelas de pensamiento que presentan hipótesis, datos, etc., que son muy seguros y ciertos, pero de muy corto alcance.

Así, por ejemplo, la «psicología» (en contraste con «una psicología» que puede, legítimamente, descansar sobre algunos postulados sensiblemente elegidos) trata, incluso según su definición en el diccionario, con la conciencia. Deben cuestionarse las asunciones de moda sobre tiempo e independencia —tomadas en préstamo de la mecánica clásica, donde experimentan un éxito destacado— ya que, si se toman la molestia de mirar los *happenings* psicológicos, estas asunciones raramente tienen éxito y a menudo son positivamente

fatuas. Debe examinarse la noción de individualidad, y así sucesivamente.

La «corriente principal» de la psicología no hace ninguna de estas cosas, porque no es en absoluto «psicología», sino una mezcla de «escuelas de psicología»: algunas de ellas que toman la conciencia por garantizada, algunas de ellas que no la mencionan, algunas que la consideran irrelevante (algunas, también, que identifican ingenuamente esta mercancía con ciertas excitaciones neurales que están correlacionadas positivamente con mi estado de conciencia). Todas las escuelas actuales toman el tiempo (significando, la convención del punto-intervalo de la física newtoniana) como una y única métrica de procesos *dada*. Por qué, el cielo lo sabe, pues yo no puedo encontrar resultados, a no ser obtenidos tendenciosamente, para justificar este tratamiento garboso, ni, por ejemplo, los encuentra Atkin (1977). Se asume comúnmente que exista independencia donde es *conveniente* que exista, para aplicar las técnicas estadísticas más elegantes. De aquí que, más a menudo que lo contrario, el análisis estadístico simplemente apoye la «respetabilidad» del trabajo, antes de que produzca, como *podría y debería*, condensaciones y comparaciones válidas de los datos. Respecto a individualidad (el último de los temas específicos bajo discusión), hay una intrigante subcultura del doble-hablar, en la que la individualidad es por una parte aprendida o adquirida (todavía considerada como derecho, y no como privilegio), y por otra parte asignada incuestionablemente a organismos (biológicos) distintos (todavía se dice que esos organismos forman una sociedad). El *ethos* es curioso, lo menos que se puede decir. Pero la ración subyacente no está hecha de la estofa de la ciencia.

Una tendencia muy similar influye sobre el trabajo en ciencias sociales, sociología, educación, antropología social, planeación, teoría económica y el resto. La degeneración de la psicología ha sido castigada retóricamente porque es una ciencia social que me es familiar y, con Lewis, he completado recientemente una investigación histórica sobre «resolución de problemas» (Pask, 1978). En este campo, de to-

dos modos, los mecanismos degenerativos sobresalen por obstrusivos, pero la «corriente principal» de la psicología es probablemente no más culpable a este respecto que la «corriente principal» de cualquiera otra disciplina.

La *Cibernética* (equisignificativamente, la *Teoría General de Sistemas*) es una ciencia interdisciplinaria; y por eso una ciencia que debe poner atención en los fundamentos de las disciplinas a las que se refiere, explica o unifica. Podría esperarse que remedie las omisiones, desate los nudos de confusión y repare los defectos que acabamos de examinar. Su récord no es de éxito espectacular: quizás porque nosotros, como profesionales, somos demasiado tímidos para cuestionar los grandes incuestionables.

Para poner el asunto en perspectiva, hay una rama clásica y una rama no clásica de la cibernética (*Teoría General de Sistemas*), y ambas son válidas en su propio lugar. Como ciencias, ambas son interdisciplinarias, y comprometidas a fondo con una visión de las cosas holística pero rigurosa. La variedad clásica, sin embargo, se desvía mínimamente, al nivel fundamental del discurso, de los cánones tradicionales del pensamiento científico. La variedad no clásica reemplaza las ideas tradicionales de estabilidad, estructura, comportamiento, temporalidad, independencia y (donde sea relevante) conciencia, por nociones, que son más complejas y más ampliamente concebidas, que no contradicen, pero pueden encuadrar, las normas tradicionales.

Donde, en ciencia clásica, el observador tiene *reservado* un rol definitivamente externo, en la teoría no clásica está a la par que los participantes en el sistema, algunos de los cuales pueden plantar el pie fuera del sistema para actuar condicionalmente como observadores externos.

Es aquí donde el paradigma clásico se derrumba. Toda ciencia es relativista, a saber, relativa a uno o varios punto(s) de vista de un observador externo que determina, desde su(s) perspectiva(s), el marco de referencia en relación al cual ocurren los eventos. Los dogmas más restrictivos reservan un especial marco de referencia canónica, que tienen una utilidad particular en estudios de fenómenos tanto particulados como enteros, pero está en otro caso limitada a observaciones de una clase de fenómenos (un universo de interpretación).

Aun la cibernética clásica admite varias perspectivas y, en la medida en que es genuinamente interdisciplinaria (más bien que amiga de corretear por el universo propio de varias disciplinas), varias perspectivas son simultáneamente mantenidas. De aquí que la noción de relativismo es más compleja de lo que lo es, por ejemplo, en mecánica o física elemental. Sin embargo, el principal punto de partida viene cuando la posición de observador externo curiosamente reservada es abandonada, y la teoría se hace

no sólo relativista, sino también *reflexiva*. Cada posible observador (en sistemas sociales, cada posible participante, rol, escuela de pensamiento, cultura, sociedad, institución, etc.) puede tener su propia clase de perspectiva. Como resultado, debemos tener seriamente en cuenta la integridad y la individualidad de esas entidades que tienen perspectivas, la realidad de hablarles como «tú» y «yo», y no como «ello» o «eso». Se requiere una teoría rigurosa, cuantificable, todavía subjetiva (teniendo en cuenta que «objetivo» implica literalmente «referenciado a ello», *it-referenced*).

La *Teoría de la Conversación* (Lewis y Pask, 1965; Pask, 1972, 1975a, 1976a, b, c, 1977a, b, 1978; Pask y Scott, 1972, 1973; Pask, Scott y Kallikourdis, 1973, 1975) es un intento de proporcionar tal vehículo. Carga consigo métodos de medición originales, tanto exactos (*sharp-valued*) como vagos (*fuzzy*).

El credo básico de la teoría es que la organización mínima, psicológicamente realista que es susceptible de medición exacta (*sharp-valued*) es una conversación en un lenguaje *L* entre participantes *A* y *B*. Se hacen mediciones exactas de eventos conversacionales en *L*. Bastante a menudo *A* y *B* pueden ser identificados sin peligro (pero no a lo loco) con gente. Están especificados (en la teoría) como *sistemas conceptuales coherentes y estables*. Así, por ejemplo, si es posible aislar distintas perspectivas adoptadas por una persona (y eso usando medios apropiados para exteriorizar un proceso conceptual normalmente oculto), entonces la Teoría de la Conversación se enfrenta con «Conversaciones» que son normalmente «internas al cerebro de una persona», entre las perspectivas *A* y *B*. Por el otro extremo del espectro, existen con frecuencia sistemas conceptuales estables en varios, tal vez muchos, cerebros sobre los que están distribuidos (culturas, escuelas de pensamiento, tradiciones, instituciones sociales...). De aquí que las culturas *A* y *B* puedan «conversar», o que la gente pueda conversar con culturas, y así sucesivamente.

La Teoría de la Conversación *socializa al hombre* (sea en una conversación consigo mismo, con algunos otros, o con la sociedad).

A este respecto está adaptada a la posición de Valosinov (1976, p. 11) que la expone, más sucintamente, al aceptar el *dictum* socrático «el hombre es un animal», *si, y sólo si*, «el hombre es un animal *social*».

Hasta cierto punto, el carácter social de la teoría ha sido pasado por alto, y en algún sentido no totalmente explotado, en parte como resultado de sus aplicaciones. La teoría ha sido aplicada, la mayor parte de las veces, a estudios de educación, aprendizaje, «creatividad» (u «originalidad» en el sentido de Liam Hudson, 1978) en la construcción de teorías, representación del conocimiento, toma de decisiones por grupos e individuos, y resolución de situaciones problemáticas. Aunque todas esas actividades intelectuales o concretas tie-

nen un componente social, son usualmente consideradas como morando dentro de las provincias de la psicología, la epistemología o los estudios del comportamiento.

Como veremos, la Teoría de la Conversación incluye varias subteorías, que tienen que ver con información y *razonamiento analógicos* considerado como un grado de conciencia, con un contenido que asciende a procedimientos compartidos por *A* y *B*, que son, en el proceso (social) conversacional, conscientes (que *son* seres conscientes, no simplemente *considerados* seres conscientes). Esto conduce, a su vez, a una reformulación de casi todas las nociones que tienen que ver con estabilidad, temporalidad, independencia, así como de la tradicional demarcación de «estructura» y «comportamiento» del proceso, social u otro, del que se dice que tiene una estructura.

Déjenme ilustrar este punto, de modo que tengamos clara la clase de partida que hemos adoptado. En *cibernética clásica*, se asume que un sistema puede (en algún modo) ser demarcado de su medio. *Cómo*, se deja al sentido común, o a la sabiduría convencional, de un observador externo, con estatuto reservado. Éste elige dimensiones o coordenadas, restringidas a bosquejar una estructura, en las que las trayectorias representan comportamientos; bien comportamientos deterministas de un sistema con estados instantáneos, bien comportamientos probabilísticos de un conjunto. Si las trayectorias convergen a un punto fijo, o a un ciclo límite, al que retornan después de una perturbación pequeña, pero arbitraria, entonces el sistema es equilibrado o dinámicamente estable. Con ingenuidad, todos los modos de adaptación o similar pueden acomodarse —pegando parámetros a familias de espacios de estado, o mediante expedientes semejantes—, sin cambiar el cuadro fundamental. Debería añadir, a modo de paréntesis, que el cuadro emplea el truco de asumir un tiempo independiente, coordinado (el tiempo del observador externo), de modo que las trayectorias (comportamientos) en el espacio no influyan, a menos que sea preordenado lo contrario, sobre la estructura impuesta a éste. (Debido a que el complejo sistema-medio puede ser también pensado como «independiente *a priori*» de otros sistemas, o del observador externo que obtiene «información» sobre el sistema.)

En *cibernética no clásica*, la situación es diferente. Se postula un esquema de producciones, tales que sean candidatos para ser *a) productivas* y *b) reproductivas* respecto a algunos argumentos (algún sustrato o medio).

Un sistema es estable, en la medida en que hay un proceso (no una secuencia de tiempo reservado) tal que las producciones son ejecutadas, y, entre otras cosas, se reproducen a sí mismas y a las distinciones que estructuran el sustrato, o medio, requerido para su eje-

cución, esto es, el *medium* neural, químico, electrónico, etc., habitado por un proceso que ejecuta o realiza el esquema de producción como actividad coherente. Tales criterios de estabilidad son llamados *clausura organizacional* por Varela (1975), Varela y Goguen (1976), o (para encarnaciones biológicas) *Autopoiesis*, por Maturana y Varela (1976), y que son idénticas al *P-individualismo* y *estabilidad conceptual* en (mi propia) Teoría de la Conversación (Pask, 1976b, c, 1977a, b).

El esquema de producción puede ser considerado como una sintaxis del lenguaje *L*; su realización exige una lógica multi-dimensional de procesadores (o eventos coherentes, no meros conjuntos de elementos estáticos), como interpretación semántica de expresiones sintácticas (estables).

Advertid que un sistema en un lenguaje *L*, que es estable por clausura operacional, está (usualmente) informacionalmente abierto (porque sus producciones hacen más que «reproducir», en el sentido trivial de «replicar»). Además, la transferencia de información adquiere un significado fundamental, antes que puramente métrica (Petri, 1965; Holt, 1972), esto es, el giro de la dependencia entre unidades informacionalmente cerradas independientes *a priori* (o equisignificativamente) a unidades asíncronas *a priori*, siendo cada unidad un proceso.

En teoría de la conversación, donde las unidades son entidades sociales como gente, facciones, puntos de vista, grupos, es usual añadir una estipulación más, esto es, acreditar al lenguaje, *L*, con una semiótica completa anexando un componente pragmático (cada unidad tiene una intención, o propósito, no trivial). Esto es, cada unidad puede ver o ser vista desde varias perspectivas; no hay ninguna unidad que, excepto por volición, tenga sólo una perspectiva, ni puede existir ninguna unidad aislada. Esta afirmación es compatible con la apropiada formalización de la teoría emprendida por Gergely, Nemeti y sus colegas (1977), y también con las representaciones de Von Foerster (1976), Glanville (1976), Varela (1975) y Maturana (1976).

Dentro del paradigma no clásico, el comportamiento hace la estructura, y viceversa; de aquí que no sean distintos. La *transferencia de información* llega a ser la *aparición de la dependencia*, manifiesta como *conciencia*. El tiempo emerge, tan pronto como una perspectiva es adoptada por al menos una unidad participante estable, y es una representación particular del proceso (véase Bykhovskiy, 1974; Gaines, 1976, 1977; o Milne y Milner, 1977). La estabilidad clásica es un caso límite de clausura organizacional, especial y raramente hallada (clausura operacional es el criterio no clásico de estabilidad).

Una conversación es una transferencia de información, entre unidades *A, B...*, que implica el intercambio de procedimientos (esto es, esquemas de producción



ejecutables), de modo que se obtenga una ulterior clausura organizacional. Me refiero generalmente a las unidades mínimas como «*conceptos estables*», y los participantes *A* y *B* son, típicamente, hechos de muchas. Tal intercambio, al que llamo «comprensión» (*understanding*), es el mínimo observable exacto (*sharp-valued*) para un observador externo\* (uno de los participantes *A*, *B*... quizás) que desea una ordenación completa de las comprensiones, en su estructura temporal. La transferencia de información es el grado de conciencia de *A* con *B* (o de *B* con *A*) sobre si son intercambiados procedimientos coherentes para asegurar y estabilizar una comprensión sobre esos procedimientos que lleve a cabo (diga) un tópico *T*. El contenido de esta conciencia es el conjunto de procedimientos compartidos por *A* y *B*; la sincronidad local (alias, dependencia) que es requerida para una ejecución coherente induce a un elemento común en el tiempo de *A* y *B*, dadas las perspectivas que adoptan para comprometerse en un discurso (verbal o no verbal) que se refiere a *T*.

Hay un truco en la teoría no clásica, también. Los participantes han consensuado creencias, que pueden ser formalizadas como *verdades coherentes*. Los consensos se refieren a conceptos de muchas clases, tautológicos y abstractos, o analógicos.

Si un participante elige actuar como observador externo, entonces desea también afirmar una *verdad veridicial*, pero en algún metalenguaje  $L^*$ , sobre el lenguaje conversacional, *L*.

¿Qué clase de declaración  $L^*$  es la verdad veridicial mínima que puede afirmar? No es una proposición. Es una metáfora, que designa una analogía, «*A* y *B* concuerdan sobre una comprensión de *T*», en la que la similitud (consenso sobre *T*) es apoyada por una distinción entre *A* y *B* (al menos, el concepto de *A* sobre *T* es isomórfico al concepto de *B* sobre *T*: no son, por definición, idénticos).

¿Es la Teoría de la Conversación (o alguna teoría no clásica, relativista y reflexiva, afín a ella) necesaria y deseable como base para la ciencia social? Estoy convencido de que sí, parcialmente por razones estéticas, y fuera de la disposición científica, pero también por razones prácticas. Las teorías clásicas, aun las cibernéticas, no parece que marchen (a no ser que sean apuntaladas por *asunciones metateóricas* que, en interés de la higiene mental, deberían ser explicitadas en la teoría de la ciencia social) y hay algún profundo argumento que sugiere que no pueden marchar, en principio.

Hay, a un extremo, una forma (o quizás una parodia) de ciencia social, que penetra en la corriente principal de la economía y la demografía, que usa la posición reservada del observador externo clásico para decretar que los hombres son «hombres económicos», u

«hombres para el bienestar», o similar. El observador externo no es tal cosa, él mismo, y reconoce que su modelo es una gruesa aproximación a la naturaleza del hombre. Cuando se le pregunta sobre esto, bien por evadirse, bien por su conciencia, bien por criticismo, relega el tema de lo que es el hombre a otra disciplina, la psicología. Este expediente es fútil, pues ya se advirtió previamente (aunque, a gruesos rasgos) que la corriente principal de la psicología juega exactamente con la misma trampa (bien la naturaleza del hombre es pasada a los biólogos, o a los biólogos moleculares, o a los bioquímicos, etc., bien es devuelta a las ciencias sociales, cuando el ciclo es inmediatamente tautológico). Probablemente el mayor daño es debido a la no competente simplicidad de (por ejemplo) una imagen «económica» o «avariciosa» del hombre, al micronivel del juego teórico, o de las formulaciones teóricas sobre la decisión. De modo manifiesto, la teoría de juegos, excepto en el sentido del Homo Ludens (Huizinga, 1949), que no es en absoluto el sentido propuesto, es inaplicable a la mayor parte de las transacciones sociales, y aunque Howard (1966, 1971) trata de remediar el asunto con la teoría de los metajuegos, el aparato matemático ofusca los intentos por imaginar realidades como la anticipación mutua y la prueba de hipótesis (ver el debate sobre este tema entre Howard, 1976; Rappoport, 1976 y Robinson, 1976a). Pero, aun a gran escala, el empleo del modelo del «hombre como objeto» es engañoso en su punto decisivo, en lo que concierne a lo humano, y el interés humano entra en el cuadro, esto es, donde la economía, la dinámica del transporte, o similares, se convierten en ciencia social. [...]

Si esto es así, entonces la Teoría de la Conversación parece un candidato sensible para la teoría social más opuesta.

La Teoría de la Conversación no es en ningún sentido original en el intento. Apuntala la *epistemología* de Vygotsky (1962) y, en un dominio diferente pero compatible, Piaget (1968). En el contexto de organizaciones sociales realísticamente más amplias sus ideas se sostienen frente a la teoría de Moscovici (1976); está latente en el transaccionalismo existencial de Buber (1958) y en el transaccionalismo heterárquico resumido y desarrollado por Burns (1976) en su discusión sobre la dialéctica social. Con mayor precisión, Brâten (1977) desarrolla una teoría completa, con Herbst (1976). La teoría (independiente) de Brâten confirma mi convicción de que la Teoría de la Conversación es una proposición viable en las ciencias sociales, para lo que podría hacer, como se ha hecho para algunas áreas de la psicología, el trabajo de dar firme a paradigmas complejos pero a menudo débilmente establecidos.

La formulación de una teoría es materia de gustos.

\* Usualmente las observaciones exactas están rodeadas de conjuntos de observables vagos (*fuzzy*).

Prefiero a Schumacher (1973), Barzum (1964) o Lakatos (1973), con su optimismo, a Illich (1973) con su humor constructivo: las tradiciones que incorporan el contenido de muchas generaciones. Estoy aterrado por el pesimismo bien intencionado de Ellul (1975) o Heilbrunner (1975) o Toffler (1970). Pero ello me provoca a hacer algo al respecto. Por ejemplo, el elegante concepto teórico-sistémico de «Apreciación social» de Vicker (1970) podría ser hecho plenamente operativo.

La Teoría de la Conversación suministra (si se desea) una cuantificación exacta (*sharp-valued*) de la ciencia. Puede ser expresada, quizás con menor precisión, pero sin cambiar los principios, a gran escala; para acomodar sistemas de la escala considerada por Beer (1974). Algunos estudios relevantes son debidos a Robinson (1976) y a Ben Eli (1976).

Hay aquí una ansiedad real (pero, creo, no justificada) por que la implementación a gran escala de técnicas teóricas de conversación se reduzca a algo que recuerda un «modelo global» de simulación. La ansiedad es expresada las más de las veces por gentes que están impresionadas por el uso liberal de conversaciones *a través* (hay que enfatizar que *no con*) de maquinaria de computación como medio para construir una serie de paradigmas estrictamente de laboratorio para enseñar/aprender o proponer/desarrollar hipótesis. Un escrutinio precipitado de Pask; Pask y Scott; Pask, Scott y Kallakourdis (*ibíd.*), *sugiere* que la teoría está de algún modo confinada a las máquinas.

Aun si así fuere, la teoría no es irrelevante para las ciencias sociales. Métodos de conversación a través de una interfaz mecánica, la mayor parte ajustados a uno o dos sujetos, han sido extendidos a la operación en pequeños grupos de *aprender / enseñar el medio* (como se informa en Lewis y Pask, 1969), y son usados actualmente en operación de equipos para decisión / diseño de medios (incluyendo actividades como planeamiento o construcción de teorías). En otras palabras, no hay dificultad para ir de una interacción de dos personas a una interacción de varias personas, usando computadores como medios distributivos y no hay otra limitación que la técnica para pensar en sistemas de la amplitud de naciones o industrias.

Pero el hecho es que la teoría *no* está confinada a las máquinas. En la medida en que el material (*hardware*) es invocado, es usado de un modo que *no* es como una simulación (aun más una red de conferencia computacional simple). Más aún, los principios hechos claros bajo estas circunstancias permanecen si la maquinaria es reemplazada por material (*hardware*) biológico o arquitectónico (sin negar que la computación, en un sentido bastante liberal, es un agente catalítico válido y posiblemente obligatorio, para ser usado cuando se necesite). La Teoría de la

Conversación misma es sobre procesos conceptuales, sobre intelecto e imaginación (*no*, por ejemplo, sobre una no existente «cognición pura», ni sobre un no existente «conocimiento puro», desprovisto de teórico o expositor o progenitor). *Atañe* a la conciencia, desafía el carácter absoluto de la distinción entre el observador externo (profesional) y un participante (un miembro o grupo de miembros de la sociedad), *hace*, por su insistencia en la coherencia o apoyo al consenso (en realidad, demanda), un *cálculo adecuado de razonamiento analógico*, y formas de abducción o innovación (más que deducción o inducción) semejantes a los esquemas propuestos por Koestler (1964) o Schon (1963).

Mis propios criterios son desvergonzadamente estéticos. La Teoría de la Conversación (o una rival equivalente) instala la árida particularidad de los estudios tradicionales en un contexto más bello. A la vez transforma el significado de la «actividad científica» o (si lo prefieren) nos instala en una era en la que «ciencia» subsume el arte y la política, sin degradar la personalidad ni la cualidad de la acción creativa. Muchas aplicaciones son posibles en las «ciencias sociales», o, justo, en «la sociedad». Las actuales tensiones en la sociedad alientan el esfuerzo de saludar con un guiño, y trabajar, esas aplicaciones. Es una empresa grande y excitante.

## BIBLIOGRAFÍA

- ATKIN, R., *Combinatorial Connectivities in Social Systems*, Londres, Heinemann, 1977.
- BARNETT, H.G., *Innovation. The Basis for Cultural Change*, Nueva York, McGraw-Hill, 1977.
- BATESON, G., *Steps Towards an Ecology of Mind*, Londres, Intertext Books, 1972.
- , *Naven*, 2.<sup>a</sup> ed., Stanford, Calif., Stanford University Press, 1958.
- BARZUN, J., *Science: The Glorious Entertainment*, Londres, Secker and Warburg, 1964.
- BEER, S., *Designing Freedom*, Nueva York, Wiley, 1974.
- BEN ELL, M., *Comments on the Cybernetics of Stability and Regulation in Social Systems* (tesis), Brunel University, 1976.
- BRÅTEN, S., «The Human Dyad», *Systems and Simulations*, Institute of Sociology, University of Oslo, 72, (1977).
- BUBER, M., *I and Thou*, Edimburgo, Edinburgh University Press, 1958.
- BURNS, T.R., *The Dialectics of Social Systems* 56, Institute of Sociology, University of Oslo, 1976.
- BYKHOVSKY, V.K., «Control and Information Processing in Asynchronous Processor Networks», *Proc. Finland USSR Symposium on Micro Processors and Data Processors*, v. 1, Helsinki, 1974.
- CARR SAUNDERS, A.M., *The Population Problem*, Londres, Oxford, 1922.
- CLARK, J. y COLE, S., *Global Simulation Models*, Nueva York, Wiley, 1975.
- ELLUL, J., *The Technological Society*, Londres, Jonathan Cape, 1965.
- FESTINGER, L., *Cognitive Dissonance*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1972.
- FOERSTER, H. VON, varios trabajos en microficha, Biological Comp.

- Lab., University of Ill. Pub., Illinois Blueprint Corp, 821 Bond, Peoria, Illinois 61603, 1976.
- FORRESTER, J.W., *World Dynamics*, Nueva York, Wright Allen Press, 1973.
- GAINES, B.R., «Foundations of Fuzzy Reasoning», en *Man Machine Systems Laboratory*, University of Essex, 1976.
- , «Systems Identification Approximation and Complexity», en *Man Machine Systems Laboratory*, University of Essex, 1977.
- GERGELY, T. y NEMETI, I., varias publicaciones en 1977, Institute of Applied Computer Science, Hungarian Academy of Science, Budapest.
- GLANVILLE, R., *A Cybernetic Development of Theories of Epistemology and Observation with Reference to Space and Time (as seen in Architecture)* (tesis), Brunel University, 1976.
- HERBST, P.G., *Alternatives to Hierarchies*, 1976.
- HEILBRONNER, R.L., *An Inquiry into the Human Prospect*, Nueva York, Calder and Boyars, 1975.
- HOLT, A., «Comments», en M.C. Bateson (ed.), *Our Own Metaphor*, Nueva York, A. Knopf, 1972.
- HOWARD, N., «The theory of metagames», *General Systems Yearbook*, 11 (1966), 167-186.
- , *Paradoxes of Rationality*, Cambridge, Mass., The M.I.T. Press, 1971.
- , «Solution by General Metagames», *Behavioral Science*, 21, (1976), 6.524-6.532.
- HUDSON, L., *Contrary Imaginations*, Londres, Pelican, 1978.
- HUIZINGA, J., *Homo Ludens*, Londres, Routledge and Kegan Paul, 1949.
- ILLICH, I., *Deschooling Society*, Harmondsworth, Penguin Books, 1973.
- KOESTLER, A., *The Act of Creation*, Londres, Hutchinson, 1964.
- LAKATOS, I., «History of the Science and its Rational Reconstruction», en *Boston Studies in the Philosophy of Science VIII*, Dordrecht, Reidel, 1973 (en el mismo volumen críticas de «Research Programmes» por Kuhn, Feigl, Hall, Kortge y Lakatos).
- LEWIS, B.N. y PASK, G., «The Theory and Practice of Adaptive Teaching Machines», en R. Glaser (ed.), *Teaching Machines and Programmed Learning*, Nueva York, Nat. Educ. Assn. of USA, 1965.
- , «The Self Organisation of a Three Person Task Oriented Group», en *The Simulation of Human Behaviour*, París, Dunod, 1967, pp. 291-311.
- MESAROVIC, M.D., «A Mathematical Theory of General Systems», en G.J. Klir (ed.), *Trends in General Systems Theory*, Nueva York, Wiley, 1972.
- MATURANA, H. y VARELA, F., *Autopoietic Systems: A Characterisation of the Living Organisation*, BCL Publications on microfiche.
- MEADOWS, D.H. y MEADOWS, D.L., *The Limits to Growth*, Londres, Pan Books, 1974.
- MILNE, G. Y MILNER, R., «Concurrent Processes and their Syntax», *Internal Report Computer Science Dept.*, University of Edinburgh.
- MOSCOVICI, S., *Social Influence and Social Change*, Nueva York, Academic Press, 1976.
- PASK, G., «A Fresh Look at Cognition and the Individual», *Int. J. Man-Machine Studies*, 4 (1972), 211-216.
- , *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, Londres, Hutchinson, 1975, *Conversation, Cognition and Learning*, Amsterdam/Nueva York, Elsevier, 1975.
- , «Conversational Techniques in the Study and Practice of Education», *Brit. J. Educational Psychology*, 46, I (1976), 12-25.
- , «Styles and Strategies of Learning», *Brit. J. Educational Psychology*, 46, II (1976), 128-148.
- , *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology*, Amsterdam/Nueva York, Elsevier, 1976.
- , «Organisational Closure of Potentially Conscious Systems», *Proc. NATO Conference on Applied General Systems Research, Realities Conference EST Foundation*, San Francisco, 1977.
- , «Consciousness», *Proc. 4th European Meeting on Cybernetics and Systems Research*, Austria, Linz, 1978.
- , y SCOTT, B.C.E., «Learning Strategies and Individual Competence», *Int. J. Man-Machine Studies*, 4 (1972), 217-253.
- , SCOTT, B.C.E. «CASTE: a system for exhibiting learning strategies and regulating uncertainty», *Int. J. Man-Machine Studies*, 5 (1973), 15-52.
- , y SCOTT, B.C.E. Y KALLIKOURDIS, D., «A Theory of Conversations and Individuals», *Int. J. Man-Machine Studies*, 5 (1973), 443-566.
- KALLIKOURDIS, D. y SCOTT, B.C.E., «The Representation of Knowables», *Int. J. Man-Machine Studies*, 17 (1975), 15-34.
- PETRI, C.A., *Communications with Automata* (Clifford F. Green, Jr., trans.), suplemento de Tech. Doc. Report for Rome Air Development Center, Contract No AF30(602)-3324, 1965.
- PIAGET, J., *Le Structuralisme* (Maschler, trans.)-1971-as *Structuralism*, Londres, Routledge and Kegan Paul, 1968.
- RAPAPORT, R., *Pigs for the Ancestors*, Princeton, Princeton University Press, 1968.
- RAPAPORT, A., «Some Comments on "Prisoner's Dilemma: Metagames and Other Solutions"», *Behavioral Science* 20, 3 (1976), 206-208.
- ROBINSON, M., «Prisoner's Dilemma, Metagames and other Solutions», *Behavioral Science*, 20, 3 (1976), 201-206 y 209.
- , *Human social groups: a cybernetic account of stability and instability* (tesis), Brunel University, 1976.
- SCHON, D.A., *Displacement of Concepts*, Londres, Tavistock Publications, 1963.
- SCHUMACHER, E.F., *Small is Beautiful*, Londres, Blond and Briggs, 1973.
- SCHWARTZ, T., «The Palian Movement in the Admiralty Islands», *Anthropological Papers of American Museum of Natural History*, 49, 2 (1962).
- TYLER BONNER, J., *Cells and Societies*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1958.
- TOFFLER, A., *Future Shock*, Nueva York, Random House, 1970.
- VALOSINOV, V.N., *Freudianism. A Marxist Critique* (I.R. Thunik, trad.), N.H. Bruss (ed.), Nueva York, Academic Press, 1976.
- VARELA, F., «A calculus for self reference», *Int. J. General Systems*, 2 (1975), 5-24.
- , y GOGUEN, J., «The Arithmetic of Closure», *Proc., 3rd European Meeting on Cybernetics and Systems Research*, R. Trappl (ed.), Viena, 1976.
- VICKERS, G., *Value Systems and Social Process*, Harmondsworth, Pelican Books, 1970.
- VYGOTSKY, L.S., *Thought and Language*, Cambridge, Mass., The M.I.T. Press, 1962.
- WYNNE-EDWARDS, W.C., *Animal Dispersion*, Londres, Oliver and Boyd, 1963.
- WADDINGTON, C.H., *The Strategy of the Genes*, Londres, George Allen and Unwin, 1957.
- \* \* \*
- Artículo de JESÚS IBÁÑEZ, «Prohibido conversar» (1986, inédito).

Una de las cosas que más sorprenden y encantan a los observadores —y a los protagonistas— de un suceso revolucionario, prerrevolucionario o pararevolucionario es el estallido conversacional. Todos hablan de todo con todos: se disuelven como azucarillos las barreras

que separan a unos de otros, y a cada uno de sí mismo. De ahí el entusiasmo que —como desde Kant a Lyotard ha sido analizado— provoca la revolución. Aún no se ha apagado —aunque se hayan apagado tantas cosas— el eco de las risas y los cantos de Mayo del 68. Una revolución es una inmensa conversación: un rescate del ser de las garras del valor.

Heidegger inició el tema de la disolución del ser en el valor, Vattimo lo ha desarrollado. El intercambio (la circulación) disuelve el ser en el valor. El ser se manifiesta en la presencia, el valor en la representación: lo que es impresentable ha de ser representado por un vale (por un símbolo). En los tres subsistemas de intercambio —de sujetos, de objetos y de mensajes— lo que está prohibido por impresentable es: la relación reflexiva, la relación simétrica, la relación transitiva con lo inmediato por semejanza o contigüidad. En el intercambio de sujetos: la masturbación, la pareja recíproca, la homosexualidad o el incesto. En el intercambio de objetos: la autofagia, la rotación entre predador y presa (entre explotadores y explotados: arruinaría la cadena trófica), el canibalismo o la ingestión de la propia presa (de ahí la propensión a regalar). En el intercambio de mensajes: el pensamiento, la conversación, los lenguajes poético o íntimo (los ingleses sólo hablan del tiempo). Las economías política, libidinal y significativa nos separan: primero de nosotros mismos, luego de nuestros iguales, finalmente de nuestros diferentes próximos.

Prohibición que tiende tanto a afirmar el valor como a negar el ser.

*A afirmar el valor.* Esto es: el comercio. Mercantilización de los tres subsistemas: relación sexual como prostitución generalizada, el valor de uso desplazado en el consumo por el valor de cambio (económico —en dinero— o semántico —en prestigio—), el lenguaje convertido en objeto de comercio (parasitado por la retórica como arte para comover o arte para persuadir). Las prohibiciones ensanchan el círculo social. Lo que no podemos consumir lo tenemos que negociar: negociando nuestras hijas o nuestras presas o nuestras palabras, entramos en relación con aquellos con los que no tenemos nada en común. Aprendemos a vender: a nosotros mismos, a nuestros familiares, a nuestros amigos.

*A negar el ser.* Esto es, el amor. El amor a las personas. El amor a las cosas. El amor a las palabras. Ser es, en latín o en alemán, comer («Man ist was man isst»: el hombre es lo que come). Consumir, como los cristianos consumen a su dios o la mantis consume a su macho, es el supremo acto de amor. Amor «fou» (loco) que perturba el orden: hay que dejarlo fuera del circuito. El amor, la manducación y la muerte son agujeros negros por los que el orden se derrama. El valor obedece a la ley del interés. El ser a la ley del deseo. Interés viene de «*inter + esse*»: una fisura en el corazón

del ser, un ser barrado. Deseo viene de «*de + sido*»: Sido (estrella polar o Cinosura) es una estrella inalcanzable por lejana, el deseo es de alcanzarla (el objeto de deseo es el objeto perdido). Interés implica un límite, y una diferencia de valor —de potencial— entre los dos bordes: el deseo es de transgredir los límites. Interés es perseverar en el para-sí: el sueño del para-sí es el en-sí. Interés es el diástole —la dilatación—, deseo es el sístole —la contracción—. Combustión y electrificación, Tánatos y Eros.

La conversación acerca: electriza, erotiza. Un conversante gira sobre el otro, más y más rápido, hasta fundirse.

Verso y prosa tienen la misma raíz: «*vertere*» (retornar, ir y volver, dar una vuelta). Verso es un discurso que va y viene: rítmico. Prosa es un discurso que sólo va —derecho a su fin—. Prosa viene de «*pro + (ver)sum*»: hay síncope, supresión de fonemas en medio de la palabra. El verso es libre, la prosa está ligada (por el fin al que va: se despeña hasta caer en el fin). Con el verso concuerda la conversación, con la prosa el test. En la conversación, el receptor retorna como emisor: rotan emisor y receptor, vencedor —el que habla— y vencido —el que escucha—. Decía un pobre: «no me importa que haya pobres y ricos, lo que me importa es que seamos siempre los mismos». En el test, el emisor es siempre emisor; el receptor, siempre receptor: uno puede preguntar, otro debe responder (todo el poder de un lado, todo el deber del otro). «Las preguntas las hago yo», dice el policía. Los psicólogos con sus test y los sociólogos con sus encuestas nos clavan al papel de sólo responder: a nuestra responsabilidad.

El espacio social está estriado: es decir, orientado. Tiene forma de red: sobre una cadena vertical fija se trenzan las filigranas de una trama horizontal variable. Como el tejido (cadena y trama), como la música (melodía y armonía): sobre la cadena de las filiaciones la trama de las afiliaciones o alianzas, sobre la cadena de los organigramas la trama de los sociogramas. Los nudos de esa red se tejen con juegos de palabras: test en la cadena vertical, conversaciones en la trama horizontal. La conversación instaura relaciones simétricas, realiza operaciones reversibles. El test instaura relaciones antisimétricas (las preguntas las hago yo), realiza operaciones irreversibles. Principio de placer y principio de realidad. La pregunta dirigida provoca una respuesta simulada: anticipada, pues la respuesta está contenida en la pregunta.

En un espacio social estriado, también la conversación es simulada. La conversación explícita está atravesada de test implícitos: al dialogar con nuestros semejantes, con nuestros compañeros, respondemos oblicuamente al poder. La conversación de verdad sólo es posible en un espacio liso: sin direcciones ni sentidos. De ahí, la reivindicación de la

transversalidad (comunicación en todas las direcciones y en todos los sentidos). La figura de la conversación no es la horizontal sino la circunferencia. Sólo es posible conversar en el interior de un grupo: pero los grupos de afiliación o sociograma, están orientados por las líneas de filiación u organigrama. No hay sociedad sin conversaciones, no hay espacios para la conversación en la sociedad: si no la hay, hay que inventarla (simularla). Simulación electrónica en los debates televisivos. Simulación académica en las mesas redondas. Simulación clínica en los grupos terapéuticos. Simulación epistémica en los grupos de discusión. [...].

Se habla mucho últimamente de sociedad civil.

Una sociedad civil en la que está prohibido conversar es una sociedad civil simulada por un Estado.

### BIBLIOGRAFÍA

- GUATTARI, F., *Psicoanálisis y transversalidad*, Madrid, Siglo XXI, 1976.
- LYOTARD, J.-F., *L'enthousiasme (La critique kantienne de l'histoire)*, París, Galilée, 1983.
- PASK, G., *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology*, Amsterdam, Elsevier, 1976.
- TARDE, G., *La opinión y la multitud*, Madrid, Taurus, 1987.
- VATTIMO, G., *El fin de la modernidad*, Buenos Aires, Gedisa, 1986.

## VII) INVENTANDO LA REALIDAD

### 1) La creación, juego de distinciones

- Extractos de JESÚS IBÁÑEZ, «Contra la castración del padre», *El País*, Extra, 5 de mayo de 1988.

Daniel Sibbony ha trazado las correspondencias entre el mito hebreo de la creación y las concepciones matemática (teoría de los conjuntos transfinitos) y psicoanalítica (teoría de la castración).

La creación del mundo, según el Génesis, se escinde en dos tiempos: un primer tiempo de separaciones y un segundo tiempo de alianzas. Dios, mediante mensajes, crea objetos, y entra en alianza con uno de ellos —transformándolo en sujeto—.

En el primer acto, Dios (trascendente, escindido del caos) crea el mundo separando partes en el caos (trazando fronteras): el primer día separa la luz de la oscuridad; el segundo separa las aguas de arriba de las de abajo; el tercero separa —abajo— las tierras de las aguas (en la tarde del tercero y durante los días cuarto y quinto, crea los objetos que convienen a cada dominio separado —astros, plantas, animales marinos y terrestres—); el sexto crea los seres humanos «a su imagen y semejanza» —*Adame*, hijo de *Adama* o la tierra—; el séptimo día descansó: trazó una frontera (un hueco) entre él y su creación (repitiendo la escisión original).

En el segundo acto, Dios entra en alianza con una de sus criaturas: Abraham. Abraham significa, en hebreo, el que traspasa: el transgresor. El que atraviesa las fronteras creadas por Dios y porta la marca de la travesía. Dios le separa de su contexto natural seguro («abandona tierra, padre y madre»), para lanzarle a un nomadeo cultural incierto: en pos de una tierra prometida (e inalcanzable: Jesús hará que se pierda en las brumas del cielo); la casa del padre sustituida por el nombre del padre («engrandeceré tu nombre»); la madre, por una bendición («yo te bendeciré»). Hay una

transferencia del reino de las cosas al reino de las palabras, del reino de la energía al reino de la información.

Para que el artificio se sostenga, las cosas deben guardar su poder de decir y las palabras deben guardar su poder de hacer. Toda la historia es, en hebreo, un juego de palabras. Un juego de filiaciones y alianzas, de sustituciones y combinaciones, con la raíz *bar*. Génesis es *beredith*; crear es *bara*, que significa separar o elegir; la cosa y la palabra se dicen *dabar*; filiación es *bar* y alianza es *bérit*.

La matemática traspone esta historia al lenguaje de los números. Según Frege, la serie ordinal de los números enteros positivos se genera a partir del cero —que funciona como metaentero—. En un primer movimiento, hace encerrar la contradicción: el conjunto vacío es el conjunto de los elementos para los que « $x$  no es igual a  $x$ » (esto es, ninguno). En un segundo movimiento, hace que la contradicción encerrada empuje: del cero se genera el uno, número que tiene como elemento al conjunto vacío que le precede, y el dos, número del conjunto que tiene como elementos a los conjuntos que le preceden.

La serie de los ordinales finitos no es un *conjunto*, no hay una frontera que los mantenga *juntos*. Por grande que sea  $n$ , siempre habrá  $n + 1$ . Cantor, en el salto en el vacío más genial de la historia de la matemática, repitió la operación de Dios: como Dios había dicho «Sea la luz», Cantor dijo «Sea el infinito». El infinito fue creado por un axioma de existencia, mediante una palabra que es a la vez cosa. Si «hay infinito», los ordinales finitos forman conjunto. Cantor ha trazado una frontera, que es un hombre (infinito), que es un no (*infinito*). No se para ahí: haciendo estallar cada potencia de infinito en el conjunto partes del conjunto, crea la serie infinita de los transfinitos. Sin que podamos llegar a un transfinito último, cardinalidad del conjunto de todos los conjuntos: conjunto paradójico, pues —según Russell— tendría como parte el conjunto de los conjuntos que no se pertenecen, que o bien se pertenece (y entonces no se pertenece), o bien no se pertenece (y entonces se pertenece).

Los conjuntos transfinitos tienen la propiedad de la reflexividad: son coordinables con sus partes (el de los números enteros es coordinable con el de los cuadrados). ¿Cómo podríamos conocer el mundo si no fuéramos coordinables con él, si no estuviéramos hechos a imagen y semejanza de Dios? Porque somos así, podemos crear: podemos poner fronteras (decir *no*) y transgredirlas. Y eso es así porque hemos sido generados cercando con una frontera la nada: porque somos un uno generado por un cero, estamos abiertos al infinito.

La cosa es así: «Que no se pueden poner todos los significantes de la misma familia en el mismo saco, y que cuando se intenta juntarlos, hay una falla, un movimiento de exclusión, cuyo efecto es transportar a *otro* lugar a *uno* de los significantes, que así llega a ser

*Otro*, de modo que los otros puedan funcionar como tales» (Sibony). Así funcionan los equivalentes generales de valor: el oro, el padre (el falo), la lengua. Excluidos por el *no* —nombre o frontera—, pagan su privilegio con una exclusión. El oro sólo funciona al margen del intercambio, el Padre sólo funciona como muerto, el falo sólo funciona como castrado, la lengua sólo funciona como palabra vacía. Así se instala un borde, y alrededor de él, apoyándose en él, se va a jugar la danza del cero y el infinito. El significante excluido insiste desde su ex-sistencia: puede actuar dentro (*in*), porque está fuera (*ex*). La castración es un axioma de existencia, el axioma fundamental del inconsciente.

Gracias a la castración, el en-sí estalla en para-sí: el cuerpo se pluraliza en manojos de impulsos dispersos (como lo vio Nietzsche), la imagen se pluraliza en haz de ideales, el nombre se pluraliza en potencia infinita de nominaciones.

El discurso de la anticastración nos encierra en nuestros límites (en un uno no pluralizable: porque ha expulsado el cero, está cerrado al infinito). En vez del salto en el vacío, la caída en el pleno. Nos hace autosuficientes: es la acumulación de riquezas en el intercambio de objetos, de poder en el intercambio de sujetos, de saber en el intercambio de mensajes. La riqueza del avaro, el poder del político —o del donjuán—, el saber del científico. Para que el uno sea castrado, el Otro debe ser incastrable: no hay Otro del Otro.

La función-padre mantiene abierta la cadena infinita de infinitos. El padre es responsable del hijo: es el que responde a sus preguntas. El padre responsable responde responsablemente: esto es, que no hay respuesta, con lo que deja abierta la pregunta (es como Dios, que nos hizo libres). El padre irresponsable, que sustituye la paternidad por el paternalismo, responde irresponsablemente: dicta la respuesta, se pone en el lugar de las respuestas, con lo que obtura la pregunta. Así nos enfangamos en los ideales sociales: así cambiamos el goce (infinito) por el placer (finito). La función-padre nos mantiene como sujetos, el paternalismo nos transforma en sujetados (en sujetados por los ideales sociales).

En la oposición hombre/mujer, *mujer* es el término marcado: *hombre* es un término definido, *mujer* es un término indefinido (un campo de potencial). Marx creía encontrar potencia revolucionaria en el proletariado. Pero la oposición propietario/proletario no tiene término marcado: el capital define ambos términos como designando papeles complementarios. Cuando los proletarios se rebelan en tanto proletarios refuerzan el capital (reproducen la relación central del capital). El marxismo se puede condensar, según Lardreau, en una frase: «Hay razón para rebelarse». La rebelión está fundada en razón, el marxismo es un socialismo científico. No, no hay razón para rebelarse: sólo una rebelión no fundada en razón, que no necesita justificarse, es revolucionaria. De ahí que los libertarios

(como García Calvo) prefieren la oposición señores/pueblo a la oposición propietario/proletario. *Pueblo*, como *mujer*, es término marcado.

Si sólo es revolucionaria una revolución no definida en sus objetivos, su sujeto tiene que ser un sujeto marcado: marcado pero sujeto. Las mujeres y los niños son esos sujetos potenciales: no lo serán si su estrategia se orienta a ser (como los) hombres. Si lo que reivindican es igualdad de derechos y obligaciones. Como los proletarios que reivindican su revalorización como fuerza de trabajo serán capturados por el capital.

El discurso de la castración se adapta más a un proyecto revolucionario que el discurso de la anticastración. A la luz de ese discurso, lo masculino es potencia de producción y acumulación; lo femenino, potencia de consumo y disipación. Mientras la función-padre se anude a los machos, la producción será para ser acumulada y no para ser disipada. Quizá hay que ser mu-

jer (una función-padre anudada a una hembra) para conjugar producción y disipación.

## BIBLIOGRAFÍA

- CANTOR, G., «Fondements d'une théorie des ensembles», *Cahier pour l'Analyse*, 2 (1969).
- FREGE, G., *The foundations of arithmetic: a logico-mathematical enquiry into the concept of number*, Basil Blackwell, 1953 (trad. cast.: *Fundamentos de la aritmética*, Barcelona, Laia, 1972).
- GARCÍA CALVO, A., «¡Pobres hombres!», conferencia en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, el 14 de abril de 1988 (publicado mimeografiado por la Asociación Antipatriarcal, Madrid, 1988).
- IBÁÑEZ, J., 1986, «Lenguaje, espacio, segregación social», en García Ballesteros, Aurora (comp.), *El uso del espacio en la vida cotidiana*, Universidad Autónoma de Madrid, Seminario de Estudios de la Mujer, 1986, pp. 29-57.
- SIBONY, D., *Le nom et le corps*, París, Seuil, 1974, 197.

## 2) Las distinciones del sujeto

- Extractos de BRADFORD P. KENNEY *Estética del cambio*, Buenos Aires, Paidós, 1987.

### Puntuación

Una idea básica para comprender la epistemología es que lo que cada cual percibe y conoce deriva en gran medida de las distinciones que traza. Bateson (1972) comentó de qué manera organizamos nuestra experiencia en una pauta coherente:

¿Qué circunstancias determinan que un científico dado puntúe la corriente de los acontecimientos de manera tal de concluir postulando que todo está predeterminado, en tanto que otro verá la corriente de los acontecimientos como algo tan regular que es susceptible de control? [...] ¿Qué circunstancias promueven esa formulación habitual específica del universo que llamamos «voluntad libre», y esas otras que llamamos «responsabilidad», «constructividad», «energía», «pasividad», «dominio» y el resto? Porque todas esas cualidades abstractas [...] pueden considerarse como diferentes hábitos de puntuación de la corriente de la experiencia, para obtener algún tipo de coherencia o de sentido [p. 163, trad. cast. p. 191].

Esta idea, que Watzlawick, Beavin y Jackson (1967, p. 54) designaron como «la puntuación de la secuencia de sucesos», es análoga al concepto de «indicación», de Spencer-Brown. Toda vez que un observador traza una distinción, establece concomitantemente una indicación, vale decir, señala que uno de los dos aspectos distinguidos es el primario (p. ej., «éste», «yo», «nosotros»). Como dicen Goguen y Varela (1979), «crear esta indicación es la finalidad misma de la distinción» (p. 32). El empleo de la distinción para crear la indicación es una manera de definir la «puntuación».

Los especialistas en semántica general (p. ej., Korzybski, 1973) demostraron que el lenguaje es la herramienta para imponer distinciones en nuestro mundo. Dentro de un sistema lingüístico dado, efectuamos ciertas elecciones con respecto a las pautas que discernimos. Por ejemplo, un terapeuta puede indicar o puntuar que el individuo o la organización familiar es su unidad de tratamiento, o bien puede decidir ver dicha unidad desde una perspectiva que vuelve irrelevante esta distinción del individuo o la familia.

El estudio formal de los procedimientos por los cuales la gente puntúa su experiencia es un método para identificar su epistemología. Sus pautas habituales de puntuación presuponen ciertas premisas epistemológicas para establecer distinciones, como revelan los ejemplos que siguen.



### *Reencuadre de los marcos de referencia*

Watzlawick y otros (1967) sugirieron que «en la raíz de innumerables discordias en las relaciones personales está la discrepancia acerca del modo de puntuar la secuencia de sucesos» (p. 56). Dan el trillado ejemplo de las peleas conyugales que consisten en un intercambio de los siguientes mensajes: «Me retraigo porque me fastidias» y «Te fastidio porque te retraes». El problema de la pareja deriva de la premisa epistemológica, compartida por ambos, según la cual el comportamiento de cada uno es una respuesta al estímulo previo del comportamiento del otro. La labor del terapeuta consistirá en rebarajar los segmentos así puntuados de este sistema de interacción, de modo tal que pueda surgir un marco de referencia o encuadre [*frame*] distinto. Por ejemplo, las disputas de la pareja pueden redesignarse diciendo que ellas indican hasta qué punto cada esposo se interesa por el otro. Watzlawick y sus colaboradores han brindado mapas y técnicas fascinantes para cumplir esta tarea, que ellos llaman «reencuadre» [*reframing*].

Watzlawick (1976) afirmó que «el ordenamiento de las secuencias de uno u otro modo crea lo que, sin exagerar, podemos denominar realidades diferentes» (p. 62). Esta idea sorprenderá quizás a un científico social tradicional o a un terapeuta educado de acuerdo con premisas ingenuas acerca de la «objetividad».

Refiriéndose a la psicología del estímulo-respuesta, Bateson y Jackson (citados en Watzlawick y otros, 1967) apuntaron que la «realidad» de lo que se denomina «estímulo» y «respuesta» es «sólo del mismo orden que la realidad del murciélago que se presenta en una tarjeta del test de Rorschach: una creación más o menos sobredeterminada del proceso perceptivo» (p. 55). Desde esta perspectiva, sugieren que es un acto de puntuación lo que determina si el entrenado es el ratón o el experimentador. Bateson (citado en Keeney, 1979) dio un ejemplo interesante de una situación en que la puntuación efectuada por el experimentador del laboratorio no resultó válida para el «sujeto experimental»:

En los días en que todos hacíamos correr a las ratas en los laberintos, un estudiante avanzado de Yale nos dijo: «¿Por qué practicamos con ratas? ¿Por qué no nos conseguimos un animal que viva en laberintos, como un hurón?». El hurón es un pequeño turón, un mustélido del tipo de la comadreja, que se alimenta de conejos. Vive casi todo el tiempo bajo tierra, en los madrigueras de los conejos, que se asemejan a laberintos. ¡Y muerde como el infierno! Así que el estudiante de marras se consiguió una pareja de hurones, unos guantes y una bolsa, y construyó lo que a su juicio era un laberinto adecuado para hurones. Puso un trozo de carne de conejo en el «cuarto de la recompensa» y ubicó al hurón en la largada. Sistemáticamente, el hurón recorrió todos los callejones sin salida hasta llegar al cuarto de la recompensa, donde se comió el conejo. Volvió a ser colocado en la largada, y el experimentador puso otro trozo de conejo en el

cuarto de la recompensa. Otra vez, el hurón recorrió sistemáticamente los callejones sin salida hasta llegar al que lo llevaba hasta el cuarto de la recompensa, pero como ya se había comido ese conejo, esta vez no lo recorrió. Nunca se dio publicidad a este experimento; se lo consideró un fracaso [pp. 23-24].

Este ejemplo nos sugiere que el hurón rechazó el modo en que el experimentador procuró puntuar el contexto, vale decir, rechazó el paradigma de aprendizaje instrumental que tenía el experimentador. Tal vez si éste hubiese continuado experimentando con hurones habría modificado su teoría sobre el aprendizaje; y en tal caso podría decirse que el hurón le había «enseñado» al investigador (o que lo había «condicionado»).

Konorski (1962) nos ofrece otro ejemplo tomado de la psicología experimental. Este autor reprodujo el experimento de condicionamiento de Pavlov, con una sola modificación: le sacó el badajo a la campana, de modo que ésta no podía sonar. Quienes están acostumbrados a puntuar el contexto del laboratorio a la manera «clásica» tal vez se sorprendan al enterarse de que los perros empleados por Konorski salivaban tanto cuando la campana sonaba como cuando no sonaba. Al repasar este estudio, Von Foerster (1976) llegó a la conclusión de que «él nos muestra que el sonido de la campana era un estímulo para Pavlov, pero no lo era para los perros» (p. 14).

En consonancia con estas reestructuraciones del contexto experimental, es posible definir la terapia como un contexto en el que pueden alterarse las premisas sociales (por lo común inconscientes) relativas a la puntuación. Montalvo (1976) la define como «un acuerdo interpersonal para abolir las reglas habituales que estructuran la realidad, con el fin de remodelar ésta» (p. 333). Por ejemplo, luego de estudiar casos de amnesia producidos durante la sesión terapéutica, Montalvo (1976) sostuvo lo siguiente:

Los clínicos, lo mismo que los pacientes, «desaparecen» según el modo en que estructuran y desestructuran su contribución a las secuencias interpersonales. Esto les permite influir en el recuerdo u olvido que se tenga de ellos, así como incurrir en evasivas e inculpaciones que determinan que se los recuerde en términos negativos o positivos [p. 334].

La obra de Montalvo sugiere bien a las claras que todos los integrantes de ese contexto social que se denomina «terapia» intervienen en la puntuación del flujo interaccional, y en consecuencia cada uno de ellos plasma la experiencia de los demás.

### *Epistemología clínica*

El terapeuta sólo puede comprender la experiencia de un individuo observando de qué manera es puntuado su contexto social. Dado que el individuo o la familia

acuden al consultorio con hábitos de puntuación ya arraigados, el terapeuta debe contar con un método para puntuar su puntuación (o con una epistemología sobre su epistemología). Los trabajos antropológicos de Bateson (1976) ofrecen lineamientos aplicables a la terapia. El primer paso consiste en recordar que la cultura (o familia) que se observa puede categorizar su propia experiencia de una manera totalmente distinta que el observador (o terapeuta). Como dice Bateson, «ellos tienen su propio modo de cortar las tajadas» y, «si alguien quiere reflexionar acerca de sus categorías, debe contar con una epistemología más abstracta que las categorías en las que ellos dividen la vida». O sea, debe poseer una epistemología que tome en cuenta cómo puntúan ellos su vida en categorías.

Rabkin (1977) propuso crear una nueva especialidad terapéutica, que sugirió denominar «epistemología clínica»; esto ejemplifica en parte lo que Bateson tenía en mientes. La nueva disciplina indagaría la manera en que los clientes adquieren su particular forma de conocer el mundo; por ejemplo, la manera en que el paranoide establece qué es lo cierto y qué es lo equivocado, o en que el depresivo llega a teñir toda su apreciación de los sucesos de una coloración oscura. Este tipo de comprensión requiere una epistemología de orden superior, vale decir, una epistemología referida a la forma en que los demás llegan a puntuar y a conocer su mundo.

Los trabajos antropológicos de Bateson indican cómo sería esta postura epistemológica. En un epílogo a su libro *Naven*, Bateson (1958) dice que su proyecto es un «entrelazamiento de tres niveles de abstracción» (p. 281): el primero es el nivel concreto de los datos etnográficos; el segundo, más abstracto, el del ordenamiento de los datos a fin de crear «diversas imágenes de la cultura», y el tercero, más abstracto aún, «un análisis concienzudo de los procedimientos mediante los cuales se arman las piezas del rompecabezas».

Desmenuzar los niveles inherentes a la propia tentativa de comprender un fenómeno es un método epistemológico aplicable a la terapia. Implica que el terapeuta puede identificar sus tres modalidades básicas de trazar distinciones. Ante todo, traza ciertas distinciones primarias para discernir lo que puede llamarse sus «datos elementales». Por ejemplo, ¿elegirá distinguir los acontecimientos históricos claves en la vida familiar del individuo sintomático, o bien extraerá sus datos de las secuencias interaccionales, tal como se ponen de manifiesto durante la sesión terapéutica?

Luego de esta distinción de primer orden, el terapeuta salta a otro nivel de abstracción y traza distinciones que organizan esos datos elementales, procurando establecer pautas que los conecten. Quizás indague ciertos temas históricos, o bien se focalice en la identificación de pautas repetitivas en la organización de los hechos de conducta que acontecen dentro de marcos temporales más inmediatos.

Por último, una vez que ha trazado esas distinciones para poner de relieve sus datos y las pautas que los organizan, puede dar un paso atrás y examinar lo que ha hecho. O sea, recordará que, como observador, fue él quien trazó tales distinciones, pero existen otras maneras de discernir los datos y las pautas de organización.

Estas tres modalidades de establecer distinciones vuelven a apuntar en el sentido de la recurrencia: el terapeuta traza distinciones, luego traza distinciones acerca de esas distinciones, y luego distinciones acerca de las distinciones acerca de las distinciones. Al trazar estas distinciones, lo que hace es construir una epistemología, o sea, una manera de conocer y una manera de conocer su conocer. En tal proceso, su conocimiento puede ser reciclado y modificado de continuo, para que sepa cómo debe actuar.

### Órdenes de recursión

Ya sea que uno se ocupe del lenguaje, la descripción, la explicación, la teoría o la epistemología, el análisis de estos temas suele estructurarse en función de niveles, estratos, órdenes, encuadres o marcos de referencia. Contar con una teoría acerca de las teorías, o con una descripción de las descripciones, implica diferencias en los marcos lógicos de referencia. Marcar una distinción en el espacio es indicar dos niveles distintos; por ejemplo, un «adentro» y un «afuera». Análogamente, distinguir entre un sistema y un subsistema entraña órdenes de demarcación diferentes.

### Tipificación lógica

La explicitación de estas diferencias de órdenes o niveles constituye un procedimiento importante de la epistemología. Bateson lo empleó al recurrir a la «tipificación lógica», herramienta conceptual derivada de los *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell (1910). Convendrá que primero echemos una mirada a la forma en que funciona la tipificación lógica, para examinar luego de qué manera la modificó Bateson.

Los especialistas en lógica ya habían advertido que se produce una «paradoja» cuando se confunde un encuadre o marco de referencia con los rubros que lo componen. El ejemplo clásico es la paradoja del cretense, quien declaró: «Todos los cretenses mienten»; este ejemplo revela que un enunciado autorreferencial oscila entre ser un enunciado y ser un marco de referencia sobre sí mismo en calidad de enunciado. El oyente queda desconcertado: ¿Miente el habitante de Creta cuando declara que «todos los cretenses mienten»? Si miente, dice la verdad; si dice la verdad, miente. Los lógicos primitivos no querían admitir estas oscilaciones indeterminables, y por ende las paradojas fueron proscritas del ordenado mundo de los filósofos.

La «teoría de los tipos lógicos» de Russell (Whitehead y Russell, 1910) se convirtió en una «regla» de la lógica, según la cual para evitar las paradojas había que indicar siempre la tipificación lógica de los enunciados. De este modo no se confundían niveles lógicos distintos. Por ejemplo, la distinción entre un libro y sus páginas nos está indicando dos niveles lógicos, análogos a los de una clase y sus miembros, respectivamente. Russell adujo que la especificación del nivel lógico de un término, concepto o expresión impedía que éste fuera autorreferencial. Así, el uso primitivo que se hizo de la tipificación lógica consistió en vedar que las expresiones oscilaran entre distintos niveles lógicos. En el caso del libro y sus páginas, esto es natural: lo corriente es que ni la página se confunda con el libro, ni el libro con la página. No obstante, en el caso de la afirmación del cretense, puede considerársela como un marco de referencia o como uno de los ítems o rubros que lo integran. Para evitar esta autorreferencia el observador ha de estipular desde qué lugar de la jerarquía de niveles lógicos contempla el enunciado. El descuido de la tipificación lógica da origen a la paradoja, precisamente porque el observador no sabe cuál nivel escoger, y esta misma ambigüedad genera la experiencia de la paradoja.

Russell aprobó el ingreso de las paradojas autorreferenciales en la lógica cuando Spencer-Brown inventó/descubrió las leyes de la forma; este último autor (1973) describió así ese acontecimiento:

Teniendo en cuenta el vínculo entre Russell y la teoría de los tipos, no sin vacilar me acerqué a él en 1967 con la demostración de que esa teoría era innecesaria. Para mi alivio, se mostró encantado. Esa teoría —me dijo— era lo más arbitrario que jamás habían hecho él y Whitehead; no era realmente una teoría sino un recurso provisional para salir de un aprieto, y se alegraba de haber vivido lo suficiente como para ver resuelta la cuestión [pp. VII-IX].

Russell admitió que él y Whitehead no habían sabido cómo emplear formalmente la paradoja, y por lo tanto la barrieron bajo la alfombra del filósofo.

Von Foerster (1978) puso en tela de juicio la epistemología de la teoría de los tipos lógicos de Russell, objetando que se la prescribiera para evitar la paradoja, y sosteniendo que existía otra manera posible de abordar esta última. Las paradojas autorreferenciales podían ser los ladrillos conceptuales con los cuales construir una cosmovisión alternativa. Por ejemplo, puede partirse —como hemos hecho en este análisis— puntualizando que el observador siempre participa en lo que observa; en tal caso, todos los enunciados, siendo enunciados de observadores, son autorreferenciales, y por consiguiente están cargados de paradojas.

Bateson coincidió con la propuesta de Foerster, pero adoptó la tipificación lógica como instrumento descriptivo para discernir las pautas formales de la comunica-

ción que subyacen en la experiencia y la interacción entre los hombres. También para Watzlawick, Weakland y Fisch (1974), la teoría de los tipos lógicos era descriptiva más que preceptiva: la consideraban «una tentativa de ejemplificación a través de la analogía» (p. 2). Así pues, la tipificación lógica podía concebirse simplemente como una manera de trazar distinciones y, desde esta perspectiva, utilizarla para poner de relieve la autorreferencia y la paradoja en lugar de ocultarlas.

El uso que hizo Bateson de los tipos lógicos no coincide con la conceptualización primitiva de éstos, pero él no distinguió con claridad en su obra ese uso muy singular. Solía referirse a los «tipos de Russell» diciendo que «en la medida en que los especialistas en ciencias de la conducta sigan ignorando los problemas planteados en los *Principia Mathematica*, pueden considerar que sus conocimientos tienen una obsolescencia de aproximadamente sesenta años» (Bateson, 1972, p. 279, trad. cast. p. 309). No obstante, Bateson (1979) sabía que estaba dando un uso más amplio a la construcción teórica de Russell y Whitehead:

Ignoro si Russell y Whitehead, cuando trabajaban en los *Principia*, sabían que el tema de su interés era decisivo para la vida de los seres humanos y otros organismos. Whitehead sabía, por cierto, que es posible divertir a los seres humanos y crear hechos humorísticos bromeando con los tipos lógicos, pero ignoro si dio el paso que va de entretenerse con estos juegos a comprender que no eran banales y que podían arrojar luz sobre la biología entera. Se eludió así (tal vez inconscientemente) la intelección más general, en vez de sopear la naturaleza de los dilemas humanos de acuerdo con lo que dicha intelección proponía [p. 116, trad. cast. p. 104].

La traducción literal de la teoría de los tipos lógicos a las ciencias de la conducta implicaba fijar una regla que vedara cometer errores intencionales en la tipificación de los niveles. Sin embargo, Bateson (1972), Fry (1963) y Wynne (1976), entre otros autores, demostraron que la poesía, el humor, el aprendizaje y la creatividad se caracterizan por ciertos errores pautados de tipificación lógica. Si pretendiéramos eliminarlos, nos quedaríamos con un mundo de experiencia chato y estancado. Por otro lado, el uso de la tipificación lógica de una manera puramente descriptiva nos lleva a percatarnos más plenamente de las pautas que gobiernan nuestro conocer.

### Recursión

El uso de la tipificación lógica nos sugiere a veces que nuestro mundo de experiencia está estructurado en forma jerárquica. Por ejemplo, una enciclopedia en varios volúmenes puede distinguirse de un libro, y un libro de una página. Estas distinciones, análogas a la tipificación lógica de «metaencuadre», «encuadre» y «miembro», no implican que los rubros se excluyan mutuamente.

Después de todo, la página forma parte del libro y el libro puede formar parte de una enciclopedia. Aunque en calidad de observadores puntuemos nuestra experiencia en función de una jerarquía de niveles lógicos, no debemos olvidar que esta jerarquía está estructurada en forma recursiva; y, por lo tanto, nuestras distinciones de los volúmenes y páginas de la enciclopedia son siempre distinciones trazadas sobre otras distinciones.

Una de las maneras de representar imaginariamente la recursividad es la figura del ser mítico denominado Uróvoro, la serpiente que se traga su propia cola. Cada vez que este ser se autodevora, podemos decir que crea un orden de recursión diferente. De nada sirve conjeturar si la bestia aumenta o disminuye de tamaño en cada uno de los episodios de autoenvolvimiento [*infolding*]; lo que sí importa es advertir que cada vez que el círculo se recorre a sí mismo puede indicarse una diferencia. Si tomamos en cuenta la recursión, podemos decir que estamos siempre ante la misma serpiente, al par que indicamos el orden de reciclaje. Y refiriéndonos a distintos órdenes de recursión, esto nos permite emplear de otro modo la tipificación lógica a fin de dar plena cuenta de la índole del proceso recursivo. Con la perspectiva de la recursión, la tarea básica del epistemólogo consiste en marcar los órdenes de recursión que se invocan en cualquier descripción/explicación.

De este modo, el cretense que declara «Todos los cretenses mienten» transmite un mensaje autorreferencial (un mensaje que se «autoenvuelve»). La oscilación entre verdad y falsedad procede de que recorremos un circuito recursivo. Si el observador externo de los cretenses se incluye como uno de los miembros del grupo que ellos constituyen, mentirá a fin de decir la verdad; si se excluye, dirá la verdad a fin de revelar una mentira. Nos encontramos, pues, con una paradoja general autorreferencial que subyace en todos los sistemas de observación: las observaciones del observador pueden incluir su propio proceso de observación [...].

## BIBLIOGRAFÍA

- BATESON, G., *Naven*, 2.<sup>a</sup> ed., Stanford, Stanford University Press, 1958.
- , *Steps to an ecology of mind*, Nueva York, Ballantine, 1972.
- , Comunicación personal al autor, 28 de octubre de 1976.
- , *Mind and Nature: A necessary unity*, Nueva York, E.P. Dutton, 1979.
- CARROLL, L., *Alice in wonderland* (D. Gray, ed.), Nueva York, W.W. Norton, 1971 (1865).
- FOERSTER, Heinz von, «The need of perception for the perception of needs», en K. Wilson (comp.), *The collected works of the Biological Computer Laboratory*, Peoria, Ill., Illinois Bleprint Corporation, 1976.
- , *Self-fulfilling orophecies: Old and new*, trabajo presentado a la Tercera Conferencia Anual en Memoria de D. Jackson, San Francisco, 1978.
- FRY, W., *Sweet madness: A study of humor*, Palo alto, Calif., Pacific Books, 1963.
- GOGUEN, J. y VARELA, F., «Systems and distincions: Duality and complementarity», *International Journal of General Systems*, 5 (1979), 31-43.
- KEENEY, B.P., «Glimpses of Gregory Bateson», *The Journal of Existential Psychology*, 7 (1979), 17-44.
- KONORSKI, T., «The role of the central factors in differentiation», en R. Gerard y J. Duyff (comps.), *Information processing in the nervous system*, Amsterdam, Excerpta Medica Foundation, 1962.
- KORZYBSKI, A., *Science and sanity*, 4.<sup>a</sup> ed., Clinton, Mass., Colonial Press, 1973.
- MONTALVO, B., «Observations of two natural amnesias», *Family Process*, 15 (1976), 333-342.
- RABKIN, R., *Strategic psychotherapy*, Nueva York, Basic Books, 1977.
- SPENCER-BROWN, G., *Laws of Form*, Nueva York, Bantam, 1973.
- WATZLAWICK, P., *How real is real?*, Nueva York, Random House, 1976.
- , BEAVIN, J. y JACKSON, D., *Pragmatics of human communication*, Nueva York, W.W. Norton, 1967.
- , WEAKLAND, J. y FISCH, R., *Change: Principles of problem formation and problem resolution*, Nueva York, W.W. Norton, 1974.
- WHITEHEAD, A.N. y RUSSELL, B., *Principia Mathematica*, Cambridge, Cambridge University Press, 1910.
- WYNNE, L.C., «On the anguish, and creative passions of not escaping double binds», en C. Sluzki y D. Ransom (comps.), *Double-bind: The foundation of the communicational approach in the family*, Nueva York, Grune and Stratton, 1976.

### 3) Creación de la realidad

- Extractos de HEINZ VON FOERSTER, «Construyendo una realidad»,\* en Watzlawick y otros, *La realidad inventada*, Buenos Aires, Gedisa, 1988.

«¡Traza una distinción!»

G. SPENCER-BROWN [1]

*El postulado.* Recordaréis seguramente la imagen del burgués Jourdain en *El burgués gentilhomme*, de Molière, aquel nuevo rico simplete que se mueve, ávido de aprender, en los círculos selectos de la aristocracia francesa. Un día se enamora perdidamente de una joven de alcurnia y solicita a su filósofo doméstico que le ayude a escribir una carta de amor. Interrogado sobre si la carta deberá ser en prosa o en verso, Jourdain se entera para su sorpresa y deleite, que toda vez que habla, lo hace en prosa. Se siente abrumado por el descubrimiento de que durante su vida ha estado hablando en prosa. «¡Hablo en prosa! ¡Dios me proteja, he estado hablando en prosa por cuarenta años sin saberlo!» No hace mucho tiempo que se hizo un descubrimiento parecido, si bien nada tenía que ver con poesía o con prosa: se había descubierto el medio ambiente. Recuerdo, hará unos veinte años, cuando algunos de mis amigos vinieron a verme, encantados y pasmados sobre un gran descubrimiento que acababan de hacer: «¡Vivimos en un medio ambiente, hemos estado viviendo toda nuestra vida en un medio ambiente, sin saber de él!». A todo esto, ni Jourdain ni mis amigos han descubierto aún algo más: desde entonces es que: tan pronto Jourdain habla, ya sea en prosa o en poesía, es él que lo inventa todo; y también, en cuanto percibimos nuestro medio ambiente, nosotros lo estamos inventando. Todo descubrimiento trae tanto dolor como alegría: dolor, mientras se lucha con un nuevo conocimiento; alegría, cuando se gana ese conocimiento. Veo como único fin de mis reflexiones el de reducir el dolor y aumentar la alegría para aquellos quienes no han descubierto esto hasta ahora. Y para aquellos que ya lo han descubierto, que sepan que no están solos. El descubrimiento que todos debemos hacer por nosotros mismos, es el siguiente postulado:

El medio ambiente, tal como nosotros lo percibimos, es invención nuestra. Ahora me toca a mí documentar esta atrevida manifestación. Para ello deseo invitarlos a que participen de un experimento. A continuación les describiré un caso clínico y los resultados de otros dos experimentos. Después, daré una inter-

pretación y una apretada síntesis de los fundamentos neuropsicológicos sobre los que descansan los experimentos y el postulado mencionado más arriba. Finalmente, intentaré revelar la significación de todo ello para las consideraciones estéticas y éticas.

#### I. Experimentos

I. *El punto ciego.* Sostenga este libro en la mano derecha, cierre el ojo izquierdo y fije el ojo derecho en la estrella de la figura 1. Mueva luego el libro a lo largo de la línea visual lentamente, hacia adelante y atrás, hasta que el círculo negro desaparezca a una cierta distancia que varía entre 30 y 35 cm. Si sigue mirando fijamente la estrella, el círculo seguirá invisible aún en el caso que mueva el libro en su plano en una dirección cualquiera.



FIGURA 1

Esta ceguera circunscrita localmente se debe a que en el punto de la retina en que las fibras nerviosas de la capa sensible a la luz del ojo confluyen hacia el nervio óptico, no existen células sensoriales ópticas (conos o bastones). Es evidente que el círculo negro ya no puede verse cuando su imagen se proyecta en ese punto. Nótese que esta ceguera localizada no se manifiesta como una mancha oscura en nuestro campo visual (ver una mancha supondría «ver») sino que directamente no se percibe de ninguna manera. No es que allí existe algo, ni que falte algo: Todo aquello que se percibe, es percibido «sin manchas».

#### II. Escotoma

Las lesiones cerebrales muy circunscriptas en la región occipital, como por ejemplo heridas de bala, se cursa con relativa rapidez, sin que el afectado sufra disminuciones en su capacidad visual. Sin embargo, al cabo de algunas semanas se presentan trastornos motores, como por ejemplo pérdida de control de los movimientos del brazo y piernas de una mitad del cuerpo o similares. Los estudios clínicos demuestran, no obstante ello, que el sistema motor no está dañado en sí mismo, pero que en algunos casos se ha perdido una parte sustancial del campo visual (véase figura 2. Escotoma [2]). Una terapia que suele tener éxito consiste en vendar los ojos del

\* Versión original en inglés traducida al alemán por Walter Frese. Por acuerdo entre el autor y el compilador, este trabajo es la versión modificada y ampliada de una disertación ofrecida el 17/4/1973 con motivo del IV Conferencia Internacional EDRA en el Departamento de Arquitectura del Instituto Politécnico de Virginia, en Blacksburg.

paciente por espacio de dos meses, hasta que recupere el control sobre el sistema motor, haciendo que retire su «atención» de los puntos de referencia visuales para su postura corporal (de los que carece) y la dirija hacia aquellos canales (que tienen perfecta capacidad de funcionamiento) por lo que le llegan informaciones sobre su postura corporal a través de sensores propioceptivos, que están alojados en los músculos y en las articulaciones. Compruébase otra vez la falta de percepción de «la falta de percepción» y surge la percepción a través de interacciones sensoriomotrices. Así surgen dos metáforas: Percibir es actuar y, si no veo que estoy ciego, soy ciego; pero, si veo que soy ciego, veo.

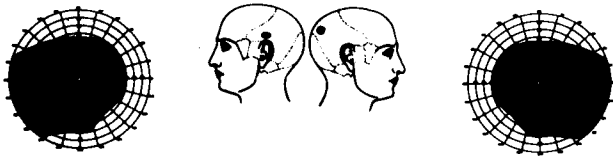


FIGURA 2

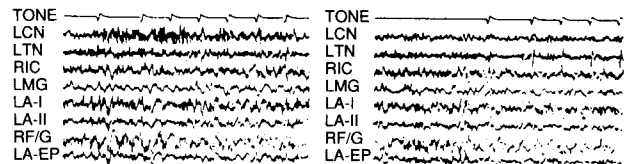
III. Palabras alternas

Se graba una palabra aislada en una cinta magnetofónica, se unen luego los extremos de la cinta sin costura y finalmente se la reproduce repetidamente con un volumen bastante elevado. Después de escuchar durante uno a dos minutos (es decir, después de 50 a 150 repeticiones de la palabra grabada) la palabra que hasta ese momento era claramente perceptible se convierte repentinamente en otra, también significativa y claramente perceptible: una «alterna». Al cabo de diez a treinta repeticiones de esta palabra alterna, aparece inmediatamente una nueva, una segunda palabra alterna y así sucesivamente [3]. A continuación daremos una selección del total de 758 palabras alternas que fueron oídas por aproximadamente 200 sujetos de ensayo, ante los cuales se reprodujo repetidamente la sola palabra «cogitate», agitate; annotate; arbitrate; artistry; back an forth; brevity; ça d'etair; candidate; can't you see; can't you stay; Cape Cod you say; card estate; cardio tape; cadistrict; catch a tape; cavitate; cha cha che'cogitate; computate; conjugate; conscious state; couter tape; count to ten; cout to three; count yer tape; cut the steak; entity; fantasy; god to take; god you say; sot a date; got your pay; got your tape; gratitude; gravity; guard the tit; gurgitate; had to take; kinds of tape; majesty; marmalade...

IV. Comprensión

En diferentes etapas del sistema conductor de estímulos acústicos del cerebro de un gato se implantan microelectrodos, mediante los cuales pueden registrarse las se-

ñales eléctricas locales, empezando por las células nerviosas que son las primeras en ser excitadas (en el caracol del oído interno), remontándose hasta las células del centro auditivo de la corteza cerebral [4]. A continuación se coloca este gato en una jaula en la que hay un recipiente con comida, cuya tapa puede abrirse oprimiendo una palanca. Sin embargo, este mecanismo sólo funciona cuando se oye un leve sonido breve, que se repite cada segundo (en este caso, C<sub>5</sub>, con una frecuencia de aproximadamente 1.000 Hz). El gato debe aprender que C<sub>5</sub> «significa» comida. Los oscilogramas (figuras 3 a 5) presentan el trazado de la actividad nerviosa en ocho etapas ascendentes de la trayectoria auditiva y esto en cuatro fases consecutivas de este proceso de aprendizaje. Los oscilogramas corresponden en cada caso a la siguiente conducta del gato: Figura 3: «búsqueda sin rumbo fijo»; Figura 4: «Investigación de la palanca»; Figura 5: «opresión inmediata de la palanca»; Figura 6: «aproximación inmediata a la palanca conciente de su objeto» (comprensión total). Nótese que no se percibe ningún sonido hasta que el mismo no es interpretado (figuras 3 y 4; simple murmullo), pero que todo el sistema conductor se activa con el primer «bip» (figuras 5 y 6; el murmullo se convierte en señal), tan pronto como la percepción sensorial se hace comprensible, es decir, cuando muestra percepción de «bip», «bip», «bip» se ha convertido en «alimento», «alimento», «alimento» para el gato.



FIGURAS 3 y 4

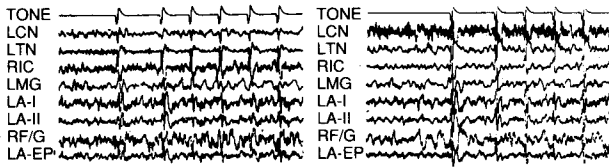
V. Interpretación

En los experimentos antecedentes he descrito situaciones, en las que vemos y oímos lo que *no está* y en las que no vemos ni oímos lo que está a menos que la cooperación de impresión sensorial y movimiento nos permita «asir» lo que parece estar allí. Permítanme reforzar esta observación citando el «principio de la codificación no diferenciada»:

«En la respuesta de una célula nerviosa *no* es la naturaleza física de la causa de la excitación la que está codificada. Solamente se codifica «cuánta» intensidad de esta causa de excitación, es decir, un «cuanto» pero no un «qué».»

Si observamos, por ejemplo, una célula sensorial sensible a la luz de la retina, un «cono» que absorbe la radiación electromagnética de una fuente de luz lejana: A raíz de esta absorción, se modifica el potencial elec-

troquímico de dicho cono, lo que provoca finalmente descargas eléctricas periódicas de algunas células en conjuntos de neuronas conectadas, situadas detrás de la retina [...]. Estas descargas corresponden, por su frecuencia, a la intensidad de las radiaciones absorbidas, pero no contienen indicios alguno de que fue la radiación electromagnética la que excitó al «cono».



FIGURAS 5 y 6

Lo mismo es válido para todas las demás células sensoriales, ya sean papilas gustativas de la lengua, ya sean células táctiles o cualquiera de los demás receptores que están relacionados con sensaciones tales como olor, calor y frío, sonido u otros. Todos son «ciegos» a la calidad de la excitación y responden únicamente a la cantidad de aquélla.

Esto es asombroso pero no debe sorprendernos, ya que «allí afuera» efectivamente no hay luz ni color, sólo existen ondas electromagnéticas; tampoco hay «allí afuera», sonido ni música, sólo existen fluctuaciones periódicas de la presión del aire; «allí afuera» no hay ni calor ni frío, sólo existen moléculas que se mueven con mayor o menor energía cinética media, y demás. Finalmente, «allí afuera» no hay, con toda seguridad, dolor.

Dado que la naturaleza física de la excitación, es decir, su calidad, no interviene en la actividad nerviosa, se presenta el siguiente interrogante fundamental: ¿Cómo evoca nuestro cerebro la abrumadora multiplicidad de este mundo multicolor que experimentamos en todo momento durante la vigilia y en ocasiones también en sueños? Aquí está el «problema del conocimiento», la búsqueda de la comprensión de los procesos del conocimiento.

La manera en que se formule una pregunta determina el camino por el que se puede encontrar la respuesta. Entonces me toca a mí parafrasear «problema del conocimiento» de manera que las herramientas de comprensión de que disponemos actualmente, puedan volverse más efectivas. Con este fin, permítaseme parafrasear (→) «conocimiento» de la siguiente manera:

#### *Conocimiento → computando una realidad*

Con esta formulación preveo un aluvión de objeciones. En primer lugar parecería que sustituyo un concepto desconocido «conocimiento» por otros tres, de

los cuales dos, «computando» y «realidad», resultan hasta más oscuros que el concepto a definir, y de los cuales el artículo indefinido «una» es la única palabra definida. Además, el uso del artículo indefinido trae consigo la idea absurda de otras realidades, de realidades al margen de «la única y singular» realidad de nuestro adorado Medio Ambiente. Y finalmente parecería que con «computando» quiero insinuar que todo objeto, desde mi reloj pulsera hasta las lejanas galaxias, solamente pueden ser calculadas y no *están* allí. ¡Inaudito!

Permítanme considerar estas objeciones una por una: en primer lugar quisiera sacar la espina semántica que el concepto «computando» pudiera representar para un grupo de mujeres y hombres que tienen mayor inclinación hacia las humanidades que a las ciencias naturales. El significado de computando (de computarse), es bastante inocuo. Literalmente quiere decir reflexionar, contemplar (*putare*) cosas con (*com*) y sin ninguna referencia expresa a magnitudes numéricas. Efectivamente, yo usaré este término en su sentido más general para denominar con él toda operación (no necesariamente numérica) por medio de la que transformo, modifico, arreglo, ordeno, y demás, entidades físicas observadas («objetos») o sus representaciones («símbolos»). Así es que hablo de «computar» cuando simplemente permuto las tres letras A, B, C, de manera que la última venga a quedar en el lugar de la primera: C. A. B. Del mismo modo denomino «computar» a la operación por medio de la cual desaparecen los puntos entre las letras: CAB; lo mismo vale para la transformación semántica que en inglés lleva de CAB a TAXI, etc. Ahora quisiera justificar el uso del artículo indefinido en la expresión «una realidad». Para ello podría parapetarme tras el argumento lógico de que mediante la solución del caso general (identificado con «una») habría encontrado simultáneamente la solución para cada caso particular (identificado con «la»). Sin embargo, mi intención va más allá. Efectivamente las escuelas de «la» (artículo determinado) y la escuela de «una» (artículo indeterminado) están separadas por un ancho abismo, dado que se sirven de los conceptos diferentes, «confirmación» y «correlación» respectivamente, como los principios explicativos para percepciones. Así la escuela del «la» diría: mi percepción táctil es la confirmación de mi sensación visual de que allí hay una mesa. La escuela del «una» sería: la correlación de mi percepción táctil y mi impresión visual permite que se genere una experiencia que podría describir diciendo que «aquí hay una mesa».

Yo rechazo la posición de «la» por razones epistemológicas dado que, con ella, todo el problema del conocimiento se convierte en inasible y se guarda en nuestro propio punto ciego: aún su ausencia ya no puede ser vista.

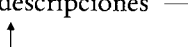
Finalmente uno puede sostener que los procesos de conocimiento no computan relojes de pulsera ni las galaxias, sino en todo caso las *descripciones* de tales en-

tidades. De allí que acepto esta objeción y sustituyo mi paráfrasis original por la siguiente:

*Conocer → computando descripciones de una realidad*


Pero ahora los neurofisiólogos nos explicarán que una descripción que es computada en un determinado plano neuronal (como podría ser una imagen proyectada en la retina) seguirá siendo elaborada en planos superiores, pudiendo contribuir cualesquiera actividades motoras del observador a una «descripción definitiva», como por ejemplo la declaración: «Aquí hay una mesa». Como consecuencia, debo modificar nuevamente la paráfrasis:

Conocimiento → computando descripciones



La flecha indica la repetición ilimitada de descripción... etc. Esta formulación ofrece la ventaja que, a través de ella se elimina un desconocido, la «realidad». La realidad sólo se presenta aquí implícitamente como la operación de descripciones recursivas. Además, podemos aprovechar la noción de que computando descripciones no significa otra cosa que una computación. Por lo tanto:

Conocimiento → computando de



Resumiendo propongo considerar los procesos del conocimiento como procesos ilimitadamente recursivos de cálculo y espero poder hacer palpable esta interpretación en la siguiente incursión en la neurofisiología. [...].

## Significado

Hoy en día puede parecer poco común poner como condición la autonomía, pues la autonomía implica responsabilidad. Si yo soy el único que decide cómo actúo, también soy responsable por ello. Dado que el juego más difundido actualmente en la sociedad tiene por regla responsabilizar a cualquier otro por mis propios actos (el juego se llama «heteronomía»), comprendo que mis conceptos proponen una premisa muy impopular. Una de las formas de esconderlo bajo la alfombra consiste en rechazarlo y que acepten en cambio otro ensayo, el «solipsismo», es decir, la teoría que dice que este mundo existe exclusivamente en mi imaginación y que el «yo» que crea esa imagen es la única realidad. De hecho es exactamente lo que he dicho más arriba, pero he hablado solamente de un organismo aislado. El hecho que la situación cambia fundamentalmente tan pronto como hay dos organismos, es algo que me propongo aclarar con ayuda del señor del bombín de la figura 20.

Él asegura encarnar la única realidad y que todo lo demás existe sólo en su imaginación. No puedo negar, sin embargo, que su mundo imaginario está poblado de imágenes de fantasmas que no difieren de él. Por lo tanto, tiene que conceder que estos seres pueden empeñarse a su vez en considerarse la única realidad y contemplar todo lo demás como producto de su imaginación. También su mundo imaginario estaría habitado por imágenes de fantasmas, entre los que estaría él, el señor del bombín. Según el principio de la relatividad, una hipótesis debe ser rechazada si es aplicable a dos casos por separado, pero no simultáneamente (los habitantes de Venus y de la Tierra pueden afirmar coincidentemente que viven en el centro del universo, pero sus pretensiones serían insostenibles en cuanto se encontrarán); de esa manera, mi punto de vista solipsístico se hace insostenible tan pronto como invento otro ser viviente autónomo a mi lado.

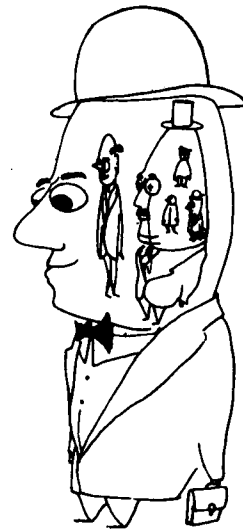


FIGURA 20

Queda por verificar que el principio de relatividad no representa ni una necesidad lógica ni una tesis que pueda demostrarse que es correcta o falsa y que el punto decisivo reside en que puedo elegir libremente, si acepto o no este principio. Si lo rechazo, soy el centro del universo, mi realidad son mis sueños y mis pesadillas, mi habla es un monólogo y mi lógica es mono-lógica. Si lo acepto, ni yo ni el otro puede ser el centro del universo. Al igual que en el sistema heliocéntrico, tiene que haber un tercero que sirva de magnitud de referencia central. Esta es la relación entre el TÚ y el YO y esta relación se llama identidad: Realidad = comunidad.

¿Cuáles son las consecuencias de todo esto para la estética y para ética?



El imperativo estético es: si quieres conocer, aprende a actuar.

El imperativo ético es: actúa siempre de modo que se incremente el número de elecciones.

De esta manera construimos a partir de un actuar,\* actuando conjuntamente, nuestra realidad.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] BROWN, G.S., *Laws of Form*, Nueva York, Julian Press, 1972, p. 3.
- [2] TEUBER, H.L., «Neuere Betrachtungen Uber Sehstrahlung und Sehrinde», en Jung, R. y Kornhuber, H. (comps.), *Das visuelle System*, Berlín, Springer, 1861, pp. 256-274.
- [3] NAESER, M. A. y LILLY, J. C., «The Repeating Wond Effect: Phonetic Analysis of Reported Alternates», *Journal of Speech and Hearing Research* (1971).
- [4] WORDEN, F.G., «EEG Studies and Condicional Reflexes in Man», en Brazier, Mary A.B., *The Central Nervous System*, Nueva York, Josiah Macy Jr. Foundation, 1959, pp. 270-291.
- [5] MATURANA, H.R., «Neurophysiology of Cognition», en Garvin, P., *Cognition: A Multiple View*, Nueva York, Spartan Press, 1970, pp. 3-53.
- [6] MATURANA, H.R., *Biology of Cognition*, Urbana, University of Illinois, Biological Computer Lab. Report 9.0, 1970.
- [7] SHOLL, D.A., *The Organization of the Cerebral Cortex*, Londres, Methuen, 1956.
- [8] DESCARTES, R., *L'homme*, París, Angot, 1664. En *Oeuvres de Descartes*, XI, París, Adam y Tannery, 1957, pp. 119-209 (trad. cast.: *Tratado del hombre*, Madrid, Editorial Nacional, 1980).
- [9] SKINNER, B.F., *Beyond Freedom and Dignity*, Nueva York, Knopf, 1971 (trad. cast.: *Más allá de la libertad y la dignidad*, Barcelona, Martínez Roca).
- [10] MATURANA, H.R.: «A Biological Theory of Relativistic Colour Coding in the Primate Retina», *Arch. Biología y Medicina Exper.*, 1. Soc., Biología de Chile, Universidad de Chile, Santiago, 1968.

\* En la versión alemana dice: «Wirk-lichkeit», «Wirklichkeit», sin guión = realidad «wirken» = actuar; «Wirkung - efecto»; «Wirk-lichkeit» = juego de palabras con que se quiere significar una actividad con efecto. [N. del T.]

# VIII) NUEVOS MODOS DE MATEMATIZACIÓN

«La esencia de las matemáticas es la libertad»

GEORG CANTOR

## 1) Geometrías y álgebras

- Fragmentos de MICHEL SERRES, «L'origine de la géométrie», en *Hermes V. Le passage du Nord-Ouest*, París, Minuit, 1980.

[...] Precisemos. Egipcios y griegos hablan entre ellos de ciencia: la antigua y la nueva, la que el tiempo ha blanqueado, la que va a despuntar. Una ciencia tradicional yace allí, todo un saber memorizado, capitalizado en bibliotecas, durmiendo en papiros. Conjunto de experiencias almacenadas, información marcada, su valor no importa, de momento. De donde, al mínimo, un sistema elaborado para conservar la información. Justamente, un sistema gráfico.

El sistema egipcio está ya todo entero en el plano del naos, el alzado de las minas de oro. Es representación. Domina la reproducción. Junta emblemas directamente objetivos. De donde su abundancia, opuesta a la reducción numérica de los alfabetos. Los jeroglíficos exhiben el objeto, lo muestran. Las cursivas, hierático, demótico, lo ocultan. He aquí el pájaro, el buey, el vaso y la casa. Es posible que la antigua leyenda de Tales plantee un estadio fuerte en la evolución de los medios de comunicar. En lugar de transmitir objetos, como parece comprobado que se hacía en otro tiempo, se transmite la reproducción gráfica de esos objetos, su esquema fiel. Lo inaccesible de Augusto Comte está ya ahí: hay objetos incommunicables. Se pasa de Keops al jeroglífico prismático. El logografo es ya una proyección planaria. Bien entendido, si dibujo un vaso para significar ese vaso, no comunico sólo o la palabra o la cosa, sino la forma y tamaño de esta cosa. Al contrario, si escribo alfabéticamente las cuatro letras de la palabra vaso, el dibujo ha perdido la forma y talla del objeto, debo encontrar una lengua nueva para comunicar esta información, para decir la relación del trazo sobre la arena y de la tumba en pie, la relación del jeroglífico y el objeto representado, relación patente, es decir, muda en el dibujo logográfico. El sistema

egipcio cierra con cerrojo esa relación que no puede ser dicha en su propio grafismo, todo entero destinado a mostrarla al ojo. Lo mismo que no se puede evaluar el rigor de un sistema en su lengua autóctona de rigor, tampoco se puede evaluar la fidelidad a la cosa en la lengua autóctona de un sistema construido para exhibirla por sí.

Los sistemas señaléticos en juego son los más diferentes entre los que el Creciente fértil o el Mediterráneo oriental habían puesto a punto. Los griegos han descubierto ese enorme desfase al desembarco de su viaje. La escritura jeroglífica es representativa, pictográfica, logogramática, total, un dibujo. Sí, es una protogeometría, en ese sentido. Porque, además, la evolución conocida de lo que se llamaba ideograma muestra una tendencia a eliminar el detalle, a depurarse en un esquema. Cada trazado representa una palabra, es decir, una cosa, al menos en el origen. Al menos es lo que ve alguien que no descifra, un griego, por ejemplo.<sup>1</sup> Imagen, intuición, realismo. La escritura griega se opone a este sistema. Nunca se dice bastante que la notación alfabética es de origen heleno. Los fenicios aportan su escritura, aún consonántica, en los mostradores comerciales diseminados por el perímetro del mundo griego. Se pasa el mar, una vez más. Sistemas semíticos de nuevo, y aparece la nota de las vocales, es decir, el alfabeto finito que debía, más tarde, derramarse por todas partes y permanecer casi estable. Felizmente, nombrado así para designar su origen, y mejorando, como un retorno, ciertas notaciones semitas. El alfabeto griego es el primero definitivo, es decir, exactamente el último, el nuestro. El pueblo que lo ha inventado todo, el desnudo, la risa, el logos y lo patético, había forjado primero la herramienta fundamental. No reproduce ya el objeto, ese objeto, sino que analiza el flujo fónico en elementos. La historia de la escritura, tal como la expone Gelb,<sup>2</sup> por ejemplo, ve funcionar un proceso dicotómico llegado, aquí, a su término. El logograma dibuja la palabra, la cosa. El sistema logosilábico se hace silábico y descuartiza la palabra, habla ahora; se hace pronto consonántico, luego un verdadero alfabeto, en el que las sílabas se reparten en letras. Desde entonces, el dibujo, sobre la página, la tablilla o el pergamino, analiza una cosa diferente del objeto que se supone que analiza. Es un signo de signo de signo. Y ese sistema simplificado funciona exactamente como una protoálgebra.<sup>3</sup> Discurso, convención, formalismo.

Solón, Tales, llegan a Egipto: un sistema cuasialgébico entra en cortocircuito con un sistema cuasigeométrico. Un discurso tropieza con una imagen. Un formalismo descubre una forma. Una convención entra en contacto con una fidelidad. Todo el problema de Cratilo. ¿Qué es la geometría? Yo he dicho: el discurso de un dibujo. Ya estamos: cómo alfabetizar un jeroglífico. Cómo analizar, dicotomizar ese signo que designa un esquema.

Pero, ¿de qué hay que dar cuenta? De la emergencia de lo abstracto. No de lo métrico exacto, sino de lo puro. Examinad lo que pasa en el cortocircuito de la concordancia, al fuego del encuentro dicho por el corpus. He aquí un lenguaje, un sistema señalético fiel a los objetos, pero que no puede evaluar por sí esta fidelidad. Repetitivo, por consiguiente, y muerto, pues incapaz de tematizarse. He ahí un sistema de signos que designa signos. Su desfase es bien evaluable en rigor: los dos sistemas son juntos como un lenguaje y un metalenguaje. El uno describe palabras-cosas, el otro analiza palabras-signos. Cualquier traducción que imaginéis entre los dos sistemas queda, como residuo, el prefijo meta. El tropezón ha producido la abstracción. Lo que era a demostrar. En la vecindad más cercana de una fidelidad pétrea, que no puede tornarse sobre sí, la convención se descubre como convencional, levanta acta de su formalismo, emerge como abstracción. Pero queda fascinada por la fidelidad, su contrario, se incorpora y coge su bastón para tratar de volverla a alcanzar.

## NOTAS

1. Que el dominio de un sistema impide absolutamente reconocer el otro es una medida, sin duda, del genio de Champollion, por ejemplo, es decir del tiempo de trabajo que ha exigido el desciframiento de los jeroglíficos. Pero también de pequeños bloques: ¿quién ve, por ejemplo, la oreja dibujada por nuestro punto de interrogación, como un residuo del antiguo sistema? Al fin de una pregunta, traza la espera del cuerpo y el pabellón deseante: añado.

2. I.J. Gelb, *A study of Writing*, The University of Chicago Press, 1952.

3. De cierto modo, el sistema alfabético corresponde a un sistema cualquiera de numeración. Ambos reposan sobre un conjunto finito de signos atómicos. Como el cuadro de los elementos, por Mendeléief, o el código genético de la bioquímica. O la familia restringida de átomos diferenciados, en Lucrecio. O los entes geométricos elementales en Euclides. Esa relación entre las letras y los números, asumida por los griegos en su propia escritura, es tan sólida que se termina en el mismo punto: de una parte, la numeración binaria va a reducir el conjunto a dos elementos, el cero y el uno; de la otra, el código Morse va a reducir el alfabeto a dos signos, el punto y la raya. Es la misma evolución, aunque, de un lado, la combinatoria sea completa y del otro, presente lagunas. Esta diferencia tiene inmensas consecuencias.

\* \* \*

- Extractos de RENÉ THOM, *Estabilidad estructural y morfogénesis*, Gedisa, 1987.

En estado de vigilia, estado de continuo apresamiento virtual, el hombre puede alcanzar todo punto que está próximo a su cuerpo: esos movimientos voluntarios

dan nacimiento a sensaciones propioceptivas que permiten un control métrico mucho más preciso que en los movimientos pasivos. Se puede, pues, afirmar que desde muy temprano en el desarrollo existen cartas locales asociadas al organismo que confieren al espacio su estructura métrica de espacio euclidiano.

El empleo de los útiles permite extender esas cartas mediante la adición de una carta local relacionada con el útil y que prolonga la acción de la mano. A partir del momento en que la actividad simbólica del hombre determinó que desaparecieran formas genéticas alienantes con poder atractor de carácter alucinatorio, esas cartas pudieron combinarse libremente según una operación de carácter lúdico. Además, hecho nuevo, la misma acción pudo ser repetida indefinidamente. Por ejemplo, en la operación de medir: colocando una longitud patrón en la extremidad de una longitud ya medida, se realiza una extensión de la carta inicial, extensión gratuita e inmotivada biológicamente. El espacio geométrico está, pues, hecho de todos los movimientos posibles, repetidos y liberados de toda coacción biológica.

Al hacer esto, el hombre es capaz de crear las estructuras aritméticas y algebraicas. Se puede interpretar esta creación de dos maneras diferentes. Haciendo de ella un puro juego, una construcción ficticia de la imaginación. Pero entoces es difícil explicar su eficacia en la descripción del universo. O bien haciendo de ella la sistematización de una conducta de fracaso: para poder efectuar indefinidamente una traslación sin salir del espacio habitable hay que negar toda eficacia al desplazamiento ( $a$ ). (Por otro lado, el juego es un fracaso querido; piénsese en el gato que juega con el ra-

tón.) Tampoco se puede dividir un campo motor por un entero natural muy grande; la fisiología lo hace imposible. En la actividad matemática y sobre todo algebraica hay, pues, un acento puesto en la periodicidad, en el carácter iterativo de las acciones de regulación en detrimento de la permanencia del sujeto.

Sin embargo, estaríamos errados en pensar que todo rastro de origen biológico desapareció del pensamiento matemático. Es llamativo el hecho de que la mayor parte de nuestros espacios, hasta en matemática pura, tengan un punto origen, imagen residual del cuerpo propio del observador en estado continuo de apresamiento respecto del ambiente. Hasta la configuración típica de los ejes cartesianos (figura 13-24) evoca irresistiblemente una mandíbula que se cierra en la presa, el punto localizado ( $p$ ). No se debe a un azar el hecho de que la mayor parte de las catástrofes de la fisiología orgánica sean idempotentes ( $j^2 = j$ ) como proyectores sobre un eje, como el operador de medición en mecánica cuántica o como la captura del sentido por el espíritu cuando uno dice: «Lo capto» por decir «lo comprendo».

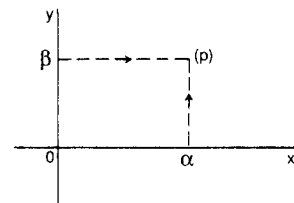


FIGURA 13.24. Ejes cartesianos

## 2) Nuevas geometrías para investigadores sociales

- Artículo de JESÚS IBÁÑEZ, «Las geometrías del mal», *El País*, Extra, 17 de junio de 1987.

Para Newton, la física estaba supeditada a la moral. Su gran hazaña fue traducir sus concepciones sobre la moral en concepciones sobre la física. Si Dios es inmanente y racional —«no juega a los dados», dirá Einstein—, las cosas y las personas deben obedecer a la misma ley. Sólo hay un Dios, y sólo un universo, y Newton —dice Lagrange— ha descubierto sus leyes. Sólo queda redu-

cir la fuerza manejada por Newton —gravitatoria— a un campo único de fuerzas (que unifique ésta con la electromagnética y las nucleares fuerte y débil). El universo —según Newton— está hecho de partículas y movimientos de partículas (sometidas a fuerzas). Dame la posición y el estado de movimiento de todas las partículas del universo y podré retrodecir sus estados pasados y predecir sus estados futuros: es el sueño de Laplace. El universo es calculable.

Dos construcciones matemáticas parecían hacer realidad el sueño: la geometría analítica y el cálculo infinitesimal. La primera es una construcción de Descartes: es posible una aplicación recíproca entre los campos —complementarios en matemáticas— del espacio y del número (es posible reducir el tiempo a espacio). La segunda es una construcción de Newton y Leibniz: una expresión conserva un valor cuando sus variables

tienden a cero, la relación (o *razón*) subsiste cuando los términos se desvanecen. Subsisten las estructuras y sistemas cuando desaparecen los elementos. El cálculo fascinaba a Hegel: vislumbraba en él el absoluto de la razón. Todas las formas, todos los procesos son representables: por figuras geométricas, por sistemas de ecuaciones diferenciales (causas pequeñas producen efectos pequeños).

Geometría y álgebra son extensiones de la escritura: la geometría, de la escritura pictográfica (análisis del objeto); el álgebra, de la escritura alfabética (análisis de la actividad del sujeto). El álgebra de Newton escondía una geometría; su física escondía una moral; sus cantidades, una cualidad.

### Líneas artificiales

La historia viene de lejos: de Aristóteles. Para Aristóteles sólo existían dos líneas naturales: la recta (trayectoria de los cuerpos) y la circunferencia (trayectoria de las ideas). En realidad, no hay en el universo ni una forma ni un proceso que siga esas líneas. Recta y circunferencia son líneas artificiales: trazadas —respectivamente— con la regla y con el compás. La regla traza las trayectorias de las clases dominadas, el compás traza las trayectorias de las clases dominantes. El maestro golpea en los nudillos al discípulo (al cuerpo disciplinado) con la misma regla con la que le hace trazar una recta: así, como el condenado que cava su tumba, le obliga a trazar su camino, *recto* y hacia la *derecha*, trazada por la regla que *regula* el derecho; así le obliga reescribir la *ley*, cuyos términos deberá *leer* (semánticamente), entre cuyos términos deberá *elegir* (pragmáticamente).

El poder se reserva el azar (es impredecible) y atribuye la norma (predice). Traza trayectorias para los súbditos, pero no sigue ninguna trayectoria. Es necesario, pero condena a la contingencia (los seres, decía Anaximandro, tienen que pagar con la muerte su ser —tienen que dejar sitio a otros seres—). Una recta se hace circunferencia si se juntan —en el infinito— sus extremos.

El poder está más allá del bien y del mal, desconoce la ley porque la legisla, está en posición de escritura y no de lectura ni elección. La circunferencia, trazada con el *compás*, representa los ritmos *acompañados* que permanecen (torbellino, órbita, ciclo vital, circulación de moneda o de signos), las estructuras en el espacio y los procesos en el tiempo que permanecen cuando han muerto sus elementos.

Newton amplía la gama de las líneas naturales: son las continuas y derivables (otras propiedades de la recta y la circunferencia). Si una línea es continua, hay una *buena* dirección: un punto tiene infinitos puntos en su entorno, sólo otro (uno sólo) le procede o le sucede, todos están ordenados, se puede ir de cualquiera uno a cualquiera otro sin salirse del camino. Si una lí-

nea es derivable, hay un *buen* sentido: la primera derivada del espacio en relación al tiempo es la velocidad; la segunda, la aceleración;  $S = 1/2 at^2$ ;  $S' = at$ ;  $S'' = a$  cuando  $t$  tiende a cero, las expresiones de la velocidad y la aceleración conservan un valor (el móvil va a alguna parte, aun cuando está *casi* parado —no puede volver atrás—).

### Teoría de las catástrofes

(*biogeometría*)

El discurso matemático ha desvelado las geometrías que se escondían detrás de las álgebras: no hay más sujeto que el poder, pero —para que el poder pueda— ha de deformar las formas y reprogramar los procesos de los objetos. Las cosas son así (como dice Newton), pero podrían ser de otro modo.

Dos grandes construcciones matemáticas nos dicen cómo podrían ser —porque así fueron—: la teoría de catástrofes de René Thom es perversa (recuperable), la teoría de espacios fractales de Benoît Mandelbrot es subversiva (no recuperable). Son geometrías del mal: una de primera especie o restringida; otra, de segunda especie o generalizada. La primera rompe con la continuidad; la segunda, con la derivabilidad. Los matemáticos llaman «de *buen* comportamiento» a las líneas continuas y derivables: las líneas no continuas son de mal comportamiento, las no derivables son monstruos (entramos en el *teratología* de las matemáticas).

Thom ha construido la teoría de las catástrofes. Hay catástrofes cuando hay discontinuidad en un trayecto. Por ejemplo: cuando hay salto de un estado a otro estado (de crisálida a mariposa), o cuando a un punto pueden suceder dos sucesores (en el ejemplo de Zeeman, un perro sometido simultáneamente a estímulos de rabia —que provocan ataque— o de miedo —que provocan huida— puede atacar o huir con la misma probabilidad —ejemplo, Reinos—). Pequeñas causas producen grandes efectos. Las formas y los procesos tienen zonas de inestabilidad. Cuando atraviesan esas zonas se descomponen: pero acaban recuperando la compostura.

El gran descubrimiento de Thom es el teorema de clasificación: las catástrofes acaban tomando forma, y sólo pueden tomar una de las formas que constituyen las siete catástrofes elementales (clasificadas según el número de factores de control y de ejes de comportamiento). El ejemplo del perro es de una catástrofe en cúspide con dos factores de control y un eje de comportamiento (la conjugación de dos cúspides, por ejemplo, constituye una catástrofe en mariposa cuatro factores de control y un eje de comportamiento). Algunos han recordado la teoría de la forma: pero aquí no se trata de un regreso a la *buena* forma de siempre, sino de un progreso hacia una buena forma inventada (se trata de dinámica, no de estática). Los sistemas vivos (biológicos) y hablantes (sociales) siguen trayecto-

rias catastróficas la evolución y las revoluciones son traducciones de las viejas formas a condiciones nuevas.

Mandelbrot ha construido la teoría de los objetos fractales (objetos, para no distinguir el objeto de su representación matemática: abandonamos el reino de la representación para entrar en el de la presencia). Un espacio *fractal* es un espacio *fracturado* y con un número *fraccionario*\* de dimensiones. Irremediamente irregular y arriscado. Supongamos la curva de Von Koch: en un triángulo equilátero se divide cada lado en tres segmentos y se levanta otro triángulo equilátero en el segmento central; se procede así indefinidamente. (Hasta obtener una curva de longitud infinita —cada vez se multiplica por 4/3—, pero de superficie finita —pues está contenida en una página—.) ¿Cuál es la dimensión de esta curva? Se puede determinar por razón de homeotecia: una figura se puede descomponer en figuras más pequeñas de la misma forma; un segmento, en dos segmentos de longitud mitad  $-2^1-$ ; un cuadrado, en cuatro cuadrados con lado la mitad  $-2^2-$ ; un cubo, en ocho cubos con lado la mitad  $-2^3-$ ... (el exponente expresa el número de dimensiones de las figuras).

En el caso de la curva de Von Koch: el lado pasa en cada operación de 3 a 4 (había 3 segmentos y, al alzar el triángulo en el central, hay 4), con lo que tenemos que  $3^d = 4$  y, por tanto,  $d$  (el número de dimensiones) es 1,2818... más que una línea, pero menos que una superficie. Sólo con figuras de este tipo, en vez de compactas esponjosas, podemos representar un universo *esponjoso*: la curva de Von Koch representa la costa de Galicia; la curva de Peano representa la red por la que circula el agua en una cuenca o el aire en los pulmones; la esponja de Sierpinski representa el universo (la curva de Peano se obtiene a partir de un cuadrado, vaciando —como en el ajedrez— uno de cada tres cuadraditos con lado un tercio, y así sucesivamente. La esponja de Sierpinski, a partir de un cubo, vaciando, en vez de cuadrados, cubos —hasta obtener un cuerpo de volumen nulo y perímetro infinito—). Curvas aún demasiado regulares, Mandelbrot las ha randomizado (sometido al azar).

El universo, en sus estados inicial (su estofa) y terminal (sus desechos), es fractal: el espacio es liso e isotropo (todas las direcciones y sentidos son equiprobables). De este fondo caótico se elevan burbujas inestables de orden: cercadas por catástrofes, atravesadas por catástrofes (mutaciones) —órdenes que se transforman integrando desorden—. Sólo los seres humanos (con sus teorías) pretenden fijar un orden inmutable: el dominio invariante y eterno de la clase en el poder. Newton era el punto de apoyo desde el que pararían el mundo: para lo que tuvo que ocultar —como Eins-

tein— los <sup>datos</sup> con que jugaba. Las series: inconsciente/preconsciente/consciente, cosa/imagen/concepto, curva no derivable/curva aproximada derivable/derivada... expresan el mismo movimiento de reducción del material. Las cosas y las personas son reducidas por sus representaciones. Las cosas son reducidas a su imagen (una copia imaginaria suavizada), las imágenes son reducidas a sus conceptos (un programa simbólico de manejo suave: «cum + capere» quiere decir asir firmemente). Presionamos a la realidad haciéndola suave, mediante la imagen a la vista, mediante el concepto al manejo. Para lo que hay que conjurar el mal: lo que no se deja metabolizar ni semantizar (lo que resiste). Los espacios catastróficos son males relativos: recuperables con otra forma. Los espacios fractales son males absolutos: irrecuperables. Entre Thom y Mandelbrot prosigue el diálogo entre Parménides y Heráclito, entre ser y devenir. La ley de Dios es injusta, porque no se ajusta a la realidad: aunque intenten ajustarla Thom y Parménides, siempre quedará un resto.

## A) TEORÍA DE LAS CATÁSTROFES

### a) Breve descripción de la teoría

\*Extractos de FRANCISCO J. MARTÍNEZ, «Catástrofes (teoría de las)» en Román Reyes (dir.), *Terminología científico-social. Aproximación crítica*, Barcelona, Anthropos, 1988.

1. La Teoría de las Catástrofes (TC) se propone, según declaraciones de su descubridor R. Thom, más que como una teoría científica o matemática, como una metodología, capaz de funcionar como una heurística general o teoría general de los modelos. La teoría busca la construcción de modelos que se puedan aplicar a distintas morfologías sin tener en cuenta las dinámicas que las producen o los espacios substratos en los que se dan. Thom sustituye el enfoque newtoniano que ha predominado hasta ahora en las ciencias clásicas y que reposa en el concepto de fuerza por el enfoque catastrofista que hace hincapié en el concepto de forma. Este cambio, al sustituir fuerzas inobservables por formas

\* Como el mismo Mandelbrot advierte, la expresión no es correcta, *fraccionario* se toma como «no entero». Pero: hay números no enteros que no son fraccionarios (irracionales), y hay objetos fractales cuya dimensión es un número entero. Por eso, en vez de «un número fraccionario» debe decirse «un número fractal» de dimensiones.

observables, supone un respeto a las morfologías concretas, mayor que el enfoque clásico y permite un análisis estructural no reduccionista de los fenómenos. Frente a la ciencia clásica que abandona rápidamente las morfologías para centrarse en las dinámicas subyacentes que las producen (enfoque reduccionista), el paradigma catastrofista se detiene morosamente en la descripción y análisis de dichas morfologías, lo que justifica que la TC pueda aspirar con toda justicia a ser considerada una *fenomenología*, dirigida a las cosas mismas, y además un *estructuralismo*, porque aspira a comprender las morfologías objeto de su estudio, mediante la combinación de morfologías más simples (arquetipos) que forman una estructura.

El objetivo de la TC consiste en describir las fórmulas naturales y explicar su génesis. Este problema tiene un pasado teórico muy rico, ya que ha constituido la base de todas las filosofías de la naturaleza desde los presocráticos. La aportación de R. Thom a esta tradición consiste en haber logrado una matematización rigurosa de algunos aspectos de este problema.

El inspirador de R. Thom ha sido d'Arcy Thomson que en su obra pionera *Crecimiento y forma* afirmaba que las formas de los seres vivientes deben explicarse basándose en consideraciones físicas, y que no hay más formas orgánicas que las que representan las leyes físicas y matemáticas. Por otra parte, el crecimiento está relacionado con la forma, de tal manera que lo esencial es saber si dicho crecimiento mantiene la forma a través de un mero aumento de dimensión, o bien, si por el contrario, crecimiento significa diversificación y complicación creciente de formas.

El propio Thom nos dice que la TC es el resultado de la confluencia de dos investigaciones muy separadas en apariencia: sus trabajos de topología y análisis diferencial tendentes a definir la noción de estabilidad estructural, y los trabajos de biólogos como Waddington, cuyos intentos por edificar una biología teórica son conocidos. La unión de las dos problemáticas se realiza en torno al concepto de forma, ya que, para Thom, toda forma debe ser, por definición, estructuralmente estable, y el problema fundamental de la biología reside en explicar el surgimiento y la evolución de las formas, es decir, la morfogénesis.

Podemos suponer que los estados locales de un sistema dependen de una dinámica subyacente, en general desconocida. El sistema presenta discontinuidades, que van acompañadas de cambios macroscópicos de forma (morfogénesis). Son precisamente las discontinuidades, es decir, los puntos singulares de sistema, los que son importantes para su definición. El conjunto de singularidades del sistema se denomina conjunto castrófico y dicho conjunto es el que gobierna los cambios bruscos de forma. La intuición de Thom ha consistido en suponer que las singularidades del sistema dependen de ciertos valores de los parámetros de control, que ligan la dinámica desconocida del sistema a la

dinámica que lo engendra. Más aún, Thom ha logrado clasificar las posibles maneras de presentarse los cambios de forma en algunos sistemas que obedecen a ciertas condiciones, que luego veremos, con lo que ha logrado una teoría de la morfogénesis puramente geométrica, capaz de clasificar los accidentes locales de la morfogénesis denominados catástrofes elementales. La TC es local y, por ahora, los resultados fiables se limitan a dichas catástrofes elementales, aunque el propio Thom ha dado algunos pasos hacia lo que sería una teoría general de las catástrofes, que se ocuparía de analizar catástrofes generalizadas.

Para precisar un poco más la noción de forma, podemos decir que dos espacios topológicos tienen la misma forma si se puede pasar de uno a otro mediante un homeomorfismo, o sea, una aplicación biunívoca y bicontinua. Ahora podemos introducir ya la noción de estabilidad estructural. Si tenemos una familia continua de objetos geométricos que dependen de un parámetro, un objeto de la familia es estable estructuralmente si cualquier objeto que dependa de un parámetro de valor próximo al suyo tiene la misma forma, en un sentido que hay que precisar en cada caso. La estabilidad estructural nos asegura que a parámetros cercanos corresponden objetos de la misma forma. Otra forma de exponer lo mismo consiste en decir que un objeto geométrico es estructuralmente estable si su forma es resistente a pequeñas perturbaciones; si variamos ligeramente el parámetro que lo rige, su forma no varía de forma apreciable. Los valores de los parámetros que hacen estable al sistema se denominan genéticos y aquellos en que esto no se cumple, puntos de bifurcación, y el conjunto que los agrupa, conjunto de bifurcación. Los objetos regidos por parámetros de este conjunto no son estructuralmente estables, es decir, no son resistentes a pequeñas perturbaciones, variaciones del parámetro que pueden producir cambios finitos en la forma del objeto.

Dado que a partir de Maxwell sabemos que es necesaria la estabilidad estructural de un sistema para poder predecir su futuro a partir de su presente, o sea, para asegurar que sigue leyes deterministas, un sistema estructuralmente inestable es como si fuera indeterminado ya que, conocido su pasado, no podemos decir nada de su futuro. La estabilidad estructural sustituye para Thom la de determinismo, ya que no es posible distinguir entre un fenómeno inestable aunque esté rigurosamente determinado y un fenómeno indeterminado. El determinismo se reduce, pues, a la afirmación de que hay fenómenos más o menos determinados en función de sus condiciones iniciales, y este carácter más o menos determinado de un proceso depende del estado local de dicho proceso. Este es el postulado que Thom denomina EL.

Localmente los procesos pueden ser estructuralmente estables y aquí se forman «los islotes de determinismo» que constituyen las formas naturales, sepa-

radas entre sí por zonas de inestabilidad, sedes de catástrofes generalizadas imposibles de formalizar. Todas las formas naturales se encuentran en un espacio de formas,  $F$ , y para pasar de una forma estructuralmente estable a otra que también lo sea debemos pasar necesariamente por una forma inestable. El conjunto  $K$  de las formas inestables (conjunto catastrófico) clasifica los tipos estables de  $F$ .

Las funciones que aplica la TC son de tipo potencial y, para hacerlo más sencillo, analizaremos familias de polinomios de una a dos variables como máximo. En este caso, tener la misma forma significa tener la misma configuración de puntos críticos cerca del origen. La estrategia seguida por la TC consiste en analizar diversos polinomios con singularidades en el origen y ver si son estructuralmente estables. En caso de que no lo sean, se les añaden términos de orden decreciente, cuyos coeficientes van a ser los parámetros de control, hasta conseguir estabilizarlos. Los nuevos polinomios estables y con el mínimo número de parámetros se denominan *desdoblamiento universal* de la singularidad dada, y nos van a proporcionar las catástrofes elementales. Una propiedad importante de estos desdoblamiento universal es su equivalencia a través de una aplicación.

Estos polinomios representan las perturbaciones a que sometemos la curva inicial con singularidad en el origen. Si tenemos estabilidad estructural las perturbaciones serán absorbidas por el sistema, que conservará su forma. La curva original recibe el nombre de centro organizador, y la curva estabilizada el desdoblamiento universal de la singularidad. Esta teoría nos permite una matematización rigurosa del paso de lo virtual a lo actual, o de la potencia al acto, ya que podemos entender el desdoblamiento como el despliegue de toda la información concentrada en la singularidad. Este desarrollo puede ser de diversos tipos, posibilitando diversos pasos de lo local a lo global. Recordemos que local, en este contexto, significa relativo a las proximidades de una singularidad. El que hayamos considerado sólo polinomios no resta generalidad, porque la mayoría de las funciones usuales pueden expresarse mediante una serie de Taylor con lo que este problema se reduce al ya tratado.

Podemos considerar las variables de la función considerada como las variables de estado que derivan de un potencial, y los coeficientes de los términos estabilizadores como los parámetros que gobiernan el proceso desde un espacio exterior. La superficie de equilibrio viene definida por los mínimos del potencial. Podemos aplicar esta superficie sobre el espacio de control. Donde la superficie de equilibrio tiene la misma dirección que la proyección tenemos puntos críticos. Los valores de los parámetros correspondientes a dichos puntos críticos constituyen el conjunto catastrófico del espacio de control. Cuando una trayectoria sobre el espacio de control cruza el conjunto catastrófico se producen

cambios macroscópicos bruscos en las variables de estado. El conjunto catastrófico nos clasifica el comportamiento del sistema: según sea la zona del espacio de control en que se encuentra la proyección del punto correspondiente de la superficie de equilibrio, así será el comportamiento del sistema. (Fig. 1.)

Generalmente las variables de estado serán numerosas, pero mediante el lema denominado de descomposición podemos separar las variables esenciales, que son las únicas que intervienen en la estabilidad, y las demás, que pueden ser dejadas aparte. El número de las clases de catástrofes que pueden aparecer dependen sólo del número de variables de estado esenciales, que pueden ser consideradas como el número de direcciones en las que la función es degenerada.

Existe una relación entre el número de variables de estado esenciales y el número de parámetros de los desdoblamiento universal de las funciones con puntos críticos en el origen, tal que el número mínimo de estos parámetros para una función de  $n$  variables esenciales es:  $1/2 n(n + 1)$ . La condición de estabilidad estructural relaciona, pues, el número de parámetros que gobierna el proceso y el número de variables de estado que nos interesan. Si las variables de control son cinco o menos, el número de variables de estado esenciales son dos como máximo. Es por esto que sólo hemos analizado polinomios de una o dos variables, ya que nos interesan como máximo los cuatro parámetros, el espacio-tiempo ordinario. Thom demostró que para este caso particular hay sólo siete posibles catástrofes, las catástrofes elementales. Con cinco parámetros de control tenemos once catástrofes. Vemos, pues, que la condición de estabilidad estructural impone restricciones muy fuertes a las posibles complejidades morfológicas. La primera formulación de esta propiedad se debe a Whitney, que las descubrió en los dos casos más sencillos: el pliegue y la cúspide. (Fig. 2.) La totalidad de las catástrofes elementales se muestra en la siguiente tabla.

Catástrofe	Parámetros de control	Variables de estado	Función
Pliegue	1	1	$x^3 + ux$
Cúspide	2	1	$x^4 + ux^2 + vx$
Cola de milano	3	1	$x^5 + ux^3 + vx^2 + wx$
Mariposa	4	1	$x^6 + tx^4 + ux^3 + vx^2 + wx$
Umbilíca	3	2	$x^3 - xy^2 + w(x^2 + y^2) + wx + vy$
" Elíptica	3	2	$x^3 + y^3 + wxy + ux + vy$
" Parabólica	4	2	$y^4 + x^2y + wx^2 + ty^2 + ux + vy$

Una vez obtenidos los desdoblamiento universal o catástrofes elementales, podemos analizar su geometría con relativa facilidad. A partir del potencial  $V$ , dado por las funciones de la tabla anterior, se define una superficie de equilibrio  $M$  anulando sus derivadas, o en general, anulando el gradiente del potencial en la dirección correspondiente,  $\nabla_x V = 0$ .

El conjunto de singularidad  $S$  de  $M$  es un subconjunto de  $M$  formado por sus puntos críticos degenera-



dos. Estos puntos satisfacen la condición de anular el determinante del hessiano de  $V$ . El hessiano es una matriz formada por las derivadas del potencial  $V$ . Las ecuaciones que definen  $S$  son pues:  $\nabla_x V = 0$  y  $\Delta = \det[H(V)] = 0$ .

Si queremos tener el conjunto de bifurcación  $B$ , del espacio de control, eliminamos las variables en las dos ecuaciones anteriores. Una vez tenemos el conjunto de bifurcación podemos llevar a cabo un análisis cualitativo de  $V$ , ya que el conjunto de bifurcación divide al espacio de control en zonas tales que el comportamiento del sistema depende de la situación de los pará-

metros en dichas zonas. Habrá tantos comportamientos distintos posibles como zonas en las que el conjunto de bifurcación divide al espacio de control.

Los puntos de equilibrio estables se llaman atractores, debido a que los estados del sistema tienden hacia esas posiciones de equilibrio. Los puntos regulares en torno a un atractor forman lo que se llama el dominio de existencia del atractor. Los puntos catastróficos, en cambio, son tales que en sus proximidades siempre hay al menos un atractor cuyos dominios de existencia se aproximan. Podríamos decir que en los puntos catastróficos se produce un conflicto entre atractores; por

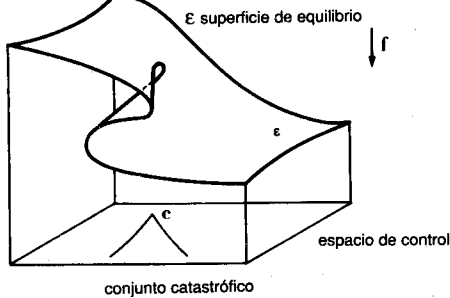


FIG. 1

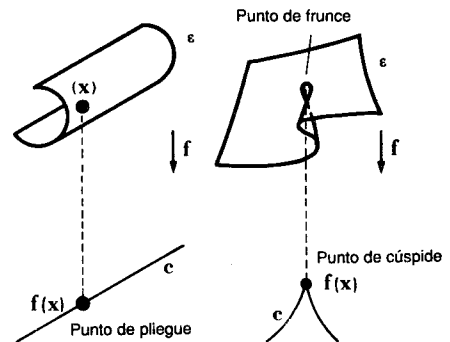


FIG. 2. Catástrofes del teorema de Whitney pliegue y cúspide

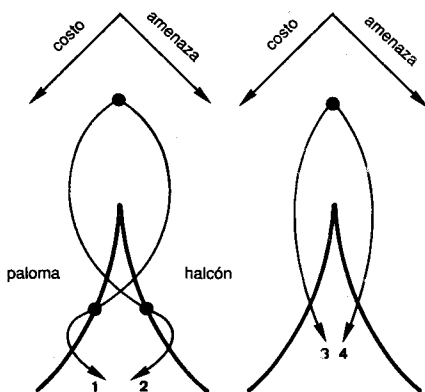


FIG. 3. Catástrofe en cúspide

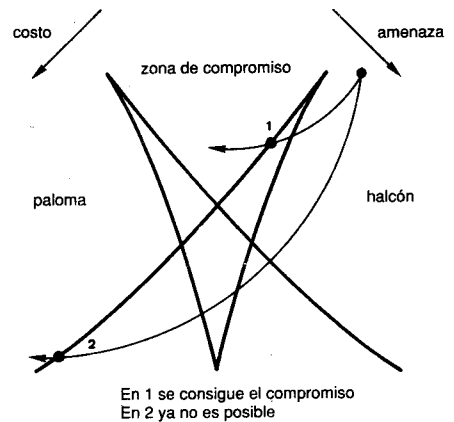


FIG. 4. Catástrofe en mariposa

ello, Thom recuerda el lema de Heráclito según el cual toda morfogénesis es el resultado de una lucha. (La guerra es el padre de todas las cosas.) Las catástrofes pueden ser de dos tipos según el atractor entre en conflicto con otro o con él mismo. En el primer caso se llaman catástrofes de conflicto, ya que dos o más atractores se disputan el estado del sistema. Para poder asegurar un vencedor en el conflicto hay que recurrir a convenciones, una de las cuales, denominada por Thom convención de Maxwell, asigna la victoria al atractor cuyo valor de potencia sea mínimo. Cuando un atractor entra en conflicto consigo mismo tenemos una catástrofe de bifurcación, en la que el atractor desaparece al convertirse en un punto de equilibrio inestable. [...].

3. Las aplicaciones de la TC son numerosas. Zeeman especialmente ha propuesto muchas en variados campos, desde la física a la psiquiatría. Igualmente R. Thom ha interpretado varios problemas biológicos y lingüísticos con ayuda de la teoría. Nosotros, como ejemplo conclusivo, vamos a analizar brevemente la aplicación al problema de la decisión que explica Saunders a partir de los estudios de Isnard y Zeeman.

Se trata de analizar el conflicto que enfrenta a dos países, estudiando el comportamiento de los mismos. Vamos a aplicar a este caso la catástrofe en cúspide, que como sabemos depende de dos parámetros de control y cuyo conjunto de bifurcación es una cúspide. En la figura 3, hemos representado dicho conjunto de bifurcación y diversos comportamientos posibles. Las variables de control consideradas son la amenaza que el gobierno de un país percibe en el enemigo y el costo, tanto material como moral, que supone la guerra. La variable de estado es el tipo de conducta del gobierno que va desde el tipo halcón al tipo paloma.

La conducta del tipo 1 corresponde a un país que ve una gran amenaza inicial y un costo bajo, lo que le pone en una conducta agresiva. Esta política continúa aunque los costos aumenten; sin embargo, hay un punto a partir del cual, aunque la amenaza sea la misma si los costos aumentan, se produce un cambio brusco de política hacia una posición mucho menos agresiva. Saunders pone como ejemplo de esta actitud el comportamiento de los Estados Unidos en Vietnam.

La posibilidad 2 es la que sigue un país que inicialmente percibe un gran costo y una amenaza pequeña. En este caso se mantiene una actitud pacífica hasta que, pasado un cierto punto en el que la amenaza se percibe como intolerable, se produce un cambio brusco que conduce a la declaración inmediata de la guerra. La postura de Inglaterra en las guerras mundiales es un ejemplo de esta actitud.

Los caminos 3 y 4 son los seguidos por países que evalúan de forma parecida la situación, pero que divergen esencialmente en su política, debido a que, cuando costo y amenaza aumentan al mismo tiempo, hay una tendencia a mantener la postura inicial. Ejemplo de esta actitud la ve Saunders en la posición de los Esta-

dos Unidos en la crisis de los misiles cubanos en la que la postura de fuerza inicial se mantuvo hasta el final.

El modelo se enriquece con la posibilidad de alcanzar un compromiso si en vez de una cúspide utilizamos como catástrofe modelizadora una mariposa. (Fig. 4.) Esta catástrofe tiene cuatro parámetros de control y, en la parte de su conjunto de bifurcación que nos interesa, tenemos una complicación de la cúspide mediante la aparición de una nueva hoja. Además de los parámetros anteriores, la amenaza y el costo, Saunders introduce el tiempo y el sesgo, o talante del gobierno. Ambos parámetros tienen una importancia crucial para la consecución de compromisos, ya que la duración prolongada de un conflicto sin salida clara empuja a la conciliación y el talante de los gobiernos influye decisivamente en su tendencia al compromiso y éste se hace más seguro con el paso del tiempo. Pero el gráfico también nos muestra que el compromiso no es siempre alcanzable: hay veces que un aumento del costo cuando la amenaza ha crecido mucho exige un paso brusco de la posición agresiva a la de rendición sin pasar por el compromiso. Este resultado puede deberse, según Saunders, a la aplicación de la convención de retraso perfecto, en virtud de la cual un sistema permanece en un mínimo local hasta que éste desaparece aunque haya mínimos más bajos. Esto conduce a que se permanezca en una posición de halcón hasta que ésta se haga insostenible, a pesar de haber podido lograr antes un compromiso. Lo racional sería pensar que un gobierno no aplica esta convención sino la del retraso imperfecto, según la cual se mantiene una posición no hasta que desaparezca, sino hasta un cierto límite, pasado el cual se busca otra posición, aunque aún se hubiera podido permanecer cierto tiempo en la posición inicial.

Este ejemplo nos clarifica algunas de las posibilidades de la TC, que se basa en la convicción de que «las situaciones dinámicas que rigen la evolución de los fenómenos naturales son fundamentalmente las mismas que rigen la evolución del hombre y las sociedades». Esta presunción posibilita una unificación de las ciencias naturales y sociales, muy distinta de la defendida por el neopositivismo, que pretendía reducir todas las ciencias al lenguaje de la física.

## BIBLIOGRAFÍA

- PETITOT, J., «A lacuna do contorno: teoria das catastrofes e fenomenologia», en *Análise*, vol. 1, Lisboa, 1984.
- SAUNDERS, P.T., *Una introducción a la teoría de las catástrofes*, Madrid, Siglo XXI, 1983.
- THOM, R., *Stabilité structurelle et morphogénèse*, París, Inter Éditions, 1977.
- , *Parabole et catastrofi*, Milán, Il Saggiatore, 1980.
- , «Una teoría dinámica de la morfogénesis», en C.H. Waddington (ed.), *Hacia una biología teórica*, Madrid, Alianza, 1976.
- , «Matemática y teorización científica», en AA.VV., *Pensar la matemática*, Barcelona, Tusquets, 1984.

## b) La bifurcación del espacio

- Extractos de RENÉ THOM, *Estabilidad estructural y morfogénesis*, Barcelona, Gedisa, 1987.

### Una contradicción fundamental de la regulación biológica: persistencia del sujeto y periodicidad de las acciones

#### A. El lazo de apresamiento

La teoría de las catástrofes conduce a cierta formalización de la dinámica animal: pero, lo mismo que en matemática pura, una formalización completa de la aritmética tropieza con las aporías de la teoría de los conjuntos relacionadas con la autorreferencia («El barbero es el único hombre de la aldea que afeita a todos los hombres que no se afeitan por sí mismos»); de la misma manera, una formalización de la dinámica vital no puede sino desembocar en ese mismo tipo de dificultades relacionadas con la autorreferencia, con la naturaleza de la diferencia entre el yo y el otro, en una palabra, con la ambigüedad esencial que afecta al concepto de identidad.

Según nuestro punto de vista, lo simbólico nació del conflicto entre dos maneras radicalmente diferentes de abordar la identidad de un ser:

1. En el caso de un ser espacial, material, la identidad puede definirse sencillamente por el dominio (conexo) de espacio-tiempo que ese ser ocupa. En efecto, dos objetos materiales son impenetrables el uno en el otro, como dos cuerpos sólidos. De manera que la identidad de un hombre puede considerarse como definida por la localización temporoespacial del dominio ocupado por su cuerpo. (La identidad «civil» reduce esa localización al lugar y fecha de nacimiento.)

2. En el caso de un ser de tipo abstracto, como una cualidad por ejemplo, la identidad ya no descansa en una base espacial. Un mismo color, el verde por ejemplo, puede encontrarse simultáneamente en dos lugares diferentes del espacio; la definición misma de la cualidad es completamente independiente de la localización temporoespacial de los objetos que la poseen. Aquí la identidad es de naturaleza semántica y apela a la «comprensión» de un concepto.

A partir del momento en que la «calidad de ser», la condición ontológica que se asigna a un ser, es más de naturaleza semántica que de naturaleza espacial nada se opone a que ese ser pueda aparecer simultáneamente, en apariencias diversas, en lugares diferentes del espacio. De ahí los hechos de *participación* que Lévy-Bruhl había calificado de prelógicos, pero que, en realidad, se explican muy naturalmente dentro del marco

de una lógica «intensiva» que ponga el acento más sobre la comprensión de los conceptos que sobre su extensión, a diferencia de la lógica moderna. Y lo imaginario nace del conflicto, de la dialéctica, entre estos dos criterios de identidad.

Sin duda, desde nuestro punto de vista «moderno», la diferencia entre los dos criterios de identidad se encuentra ya revelada por la gramática. Los seres del primer tipo, cuya identidad es de naturaleza espacial, están representados obligatoriamente por sustantivos y los seres del segundo tipo *pueden* estar representados por adjetivos. Pero la distinción en el caso del ser vivo no es tan simple. En la célula que, según F. Jacob, «sueña con dividirse», en el animal que «sueña con procrear», el ser en proyecto, el hijo que ha de venir, es más del dominio semántico que del dominio espacial. Y la mitosis celular y la procreación que realizan el proyecto pueden concebirse como proyecciones de lo semántico a lo espacial: ¡Y el verbo se hizo carne! Pero sin duda es menos en la reproducción que en esa función reguladora fundamental que es el apresar donde se encuentra la raíz de lo imaginario.

En efecto, la dinámica animal se encuentra en una verdadera situación de antinomia: ¿cómo conciliar la necesaria permanencia del sujeto y el carácter fundamentalmente irreversible de los reflejos reguladores? Para asegurar la estabilidad del estado del sujeto es menester hacer de todo reflejo una transformación de carácter periódico en la que el estado final (óptimo) del metabolismo coincida con el estado inicial: trátase de una exigencia de reversibilidad visiblemente contraria al carácter estructuralmente irreversible del apresamiento. En la oración «El gato se comió el ratón» hay inicialmente dos actantes: un sujeto, el comedor (el gato), y un objeto, lo comido (el ratón). Al terminar el proceso ya no hay más que un solo actuante, el sujeto (que triunfa de la catástrofe) [...].

#### B. El lazo de reproducción

En el proceso de reproducción biológica un organismo padre  $A$  crea un descendiente  $A'$  que se separa espacialmente de aquél (fig. 13.9). La morfología realizada es, pues, la morfología de emisión (figura 13.10), obtenida alterando la orientación de la recta orientada ( $D$ ) de la figura 13.9 en el despliegue universal de la catástrofe de Riemann-Hugoniot.

Si formamos el ciclo ( $C$ ) como en el caso anterior (fig. 13.11), comprobamos esta vez que llegamos a una conclusión menos paradójica: el organismo padre  $A$  muere en el punto  $K$  (capturado por su descendiente  $A'$ ): ¡es el asesinato del padre! Después de recorrer el segmento 123 de  $C$ , el descendiente se convierte a su vez en padre, lo cual es normal después de una generación; aquí la confusión de los actantes es natural: la hija se convierte en madre después de la pubertad (fig. 13.12).

Pero si se quiere asegurar la permanencia del sujeto, si se quiere permitir que el padre tenga varios descendientes, es necesario proceder como en la cuestión del lazo de apresamiento: en el punto *K* hay que asegurar la continuidad con la instancia superior mediante un proceso de captura (figura 13.13).

Entonces el descendiente (*A'*) morirá en el umbral (*d*) en una catástrofe generalizada. Esto expresa la reducción del tejido correspondiente en un conjunto de células disociadas en vías de multiplicación y luego pura y simplemente eliminadas del organismo por expulsión al exterior.

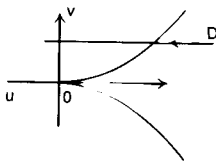


FIGURA 13.9



FIGURA 13.10

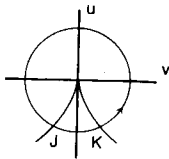


FIGURA 13.11. El lazo de reproducción

C. La sexualidad

Con este esquema es posible dar una interpretación de la sexualidad; basta con admitir que una etapa de la reproducción necesariamente debe entrañar un proceso de captura. La motivación profunda de la sexualidad no es sin duda, como suele creerse, permitir el intercambio genético, sino que más bien es resolver la catástrofe de reproducción.

Separar espacialmente el organismo descendiente del organismo progenitor no es fácil, si los organismos en cuestión tienen una constitución compleja. En el macho, la emisión de los gametos es relativamente fácil, pues se trata de células muy pequeñas en relación con el organismo; por otra parte, esa emisión se ve a menudo favorecida por la presencia de una hembra que obra como atractor (según la morfología del dar, del don I). En la hembra, la fecundación del óvulo por un espermatozoide procedente del exterior crea un organismo genéticamente y, por lo tanto, metabólicamente diferente del organismo materno, lo cual permite con mayor facilidad la expulsión de ese organismo

por formación de una onda de choque (o reacción antigénica, para decirlo en términos biológicos).

La morfología de captura se manifiesta; pues, en el gameto femenino frente al espermatozoide. Pero dicha morfología es frecuentemente visible en la ovogénesis, donde (en numerosas especies) el futuro óvulo fagocita las células vecinas para nutrirse de ellas. El bloqueo de la meiosis en el óvulo (formación de glóbulos polares) constituye probablemente otro síntoma de este fenómeno. De todas maneras es importante tener en cuenta las morfologías presentes en las interacciones sexuales: morfología de emisión, de captura, de don, morfología de escisión (el gameto masculino extrae el descendiente del organismo femenino... figura 13.15). Todas estas morfologías están presentes en el despliegue universal del «doble *culp*».

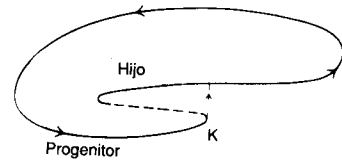


FIGURA 13.12

El psiquismo animal

A. Las formas genéticas

Aun en las gradas más bajas del árbol filogenético, es notable comprobar hasta qué punto la captura de las presas se realiza eficazmente. Hay que postular, pues, que en todo animal hay una carta orgánica de la motricidad que le permite controlar con extraordinaria precisión sus propios desplazamientos, alcanzar sus presas y escapar a sus perseguidores.<sup>1</sup>

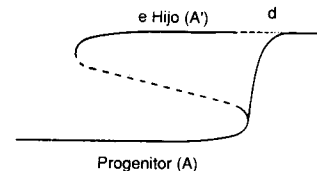


FIGURA 13.13

Pero no hay ninguna razón para pensar que esa carta sea permanente: la mayor parte de las veces puede estar asociada a un objeto de importancia biológica fundamental (presa o apresador) y estar focalizada en ese objeto. Llamaremos formas genéticas a esas formas suministradas por el patrimonio de la especie, formas in-

natas, que determinan un comportamiento motor bien definido. Desde el momento en que una forma exterior es reconocida por el animal como forma genética, se produce la catástrofe de la percepción: el yo torna a crearse en la acción, en la creoda motriz (de captura o de huida) que la forma genética proyecta a la forma exterior.

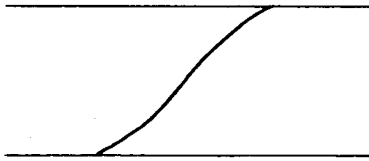


FIGURA 13.14

Aquí se presenta un problema teórico importante: ¿cómo representarse esas formas genéticas? ¿En qué espacio están definidas? No es fácil responder a estas preguntas. Pero una cosa es segura: estaríamos equivocados si nos las representáramos como una suerte de engramas fijados definitivamente, como una impresión sobre una placa fotográfica. En realidad, esas formas están definidas dinámicamente por una especie de embriología permanente que se prolonga en la creoda motriz focalizada en la forma. De ahí que el control métrico de las formas genéticas sea en general bastante poco riguroso; muy frecuentemente excitantes supranormales (*supranormal releasers*) desencadenan el reflejo más eficazmente que la forma biológica normal. Por otro lado, el espacio en el que están definidas esas formas sólo se identifica excepcionalmente con el espacio exterior: si esa identificación no está fundada en un indicio externo, se dice que se trata de una alucinación. Muy probablemente la alucinación, fenómeno biológicamente desastroso, sea tan rara en el animal como en el hombre. Sólo en estados patológicos, como en el estado de privación sensorial, cabe esperar verla realizada. En estado de vigilia normal, el flujo sensorial permanente del psiquismo reprime la intrusión de las formas genéticas en el ciclo de las actividades sensoriomotrices.

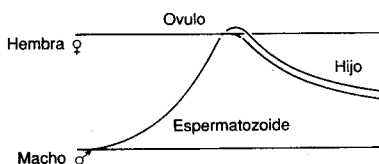


FIGURA 13.15

De manera que el «yo» del animal no es, en principio, una entidad permanente así como no es global su visión del espacio. El territorio de un animal es en rea-

lidad un conglomerado de cartas locales, cada una de las cuales está asociada a una actividad motriz o fisiológica bien definida (lugares para cazar, para acoplarse, para dormir, etc.) y el animal pasa de una carta a otra con la ayuda de puntos de referencia visuales u olfativos bien definidos. Sin duda, en ciertos animales (las aves migratorias, por ejemplo) algunas de esas cartas pueden ser de una extensión inmensa, pero así y todo no dejan de ser cartas centradas en un territorio de vocación fisiológica bien definida.

La falta de permanencia del yo, la alienación por obra de las formas genéticas, el espacio dividido en cartas locales, asociada cada una de ellas a un yo «particular», éstos son los rasgos característicos del psiquismo animal. Sin embargo, por lo menos en los animales superiores, obran mecanismos para remediar esta fragmentación.

B. *El animal en busca de su yo*

Una de las manifestaciones más evidentes de esta fragmentación del yo es la alternancia de dormir y velar. No es irrazonable ver en este ciclo una realización del ciclo de apresamiento relacionado con el sincronismo de la alternancia día-noche. En los animales el período de vigilia es propicio para la caza: la noche lo es para los depredadores nocturnos en tanto que el día lo es para los diurnos. Dormir no representaría, pues, otra cosa que ese período de falta de distinción en el que el apresador saciado pasa a convertirse en el apresador hambriento, es decir, en la presa. Pero a partir de los reptiles se manifiesta un mecanismo que asegura cierta atenuación del paso entre dormir y velar: los sueños.

C. *Los sueños*

Bien se sabe hasta qué punto la duración relativa de los sueños aumenta a medida que se eleva uno en la escala filogenética. Es natural ver en esta actividad onírica una especie de espacialización virtual de las formas genéticas: los sueños dan así nacimiento a un yo parcial, sin espesor ni libertad, verdadera presa de sus presas (o de sus apresadores). Se puede, pues, definir el sueño como una actividad de coacción que se ejerce de manera ficticia en objetos ficticios. Así y todo el sueño no deja de permitir una extensión temporal considerable del yo en el período de inconsciencia que es el momento de dormir.

D. *El juego*

Otro factor desempeñó una parte importante en la estabilización del yo animal: el juego. Observemos, por ejemplo, un gato joven en disposición de jugar. Frente a un objeto que sólo tiene una remota analogía morfo-

lógica con una presa (un ovillo de lana, un cordel, etc.), el animal hace como si se tratara de una verdadera presa. Por cierto que el animal no es tonto; de esta manera se crea un yo lúdico que no queda en modo alguno traumatizado por la falta final de recompensa (pues la seudopresa, una vez llevada a la boca, se revela incomedible). El juego es así una actividad semejante al sueño: si éste es una actividad de coacción ejercida de manera ficticia sobre objetos ficticios, el juego es una actividad gratuita ejercida de manera real en objetos reales. Claro está, el juego puede obedecer a reglas; se trata de una combinación de creodas a menudo muy estructuradas. Pero la falta de retribución efectiva lo convierte en una actividad libre que el animal que juega puede abandonar (o reanudar) en todo momento.

Por lo demás, esta actividad apresadora de jugar ofrece la ventaja de suministrar la experiencia que permite reconocer los objetos comestibles y distinguirlos de aquellos que no lo son. En el retoño humano de ocho a once meses, esta actividad de apresamiento es casi continua. Se puede afirmar, pues, que, en principio, el estado de vigilia, en el animal y en el hombre, es un estado de *apresamiento virtual continuo*. Todo objeto percibido es tratado como una presa virtual, pero sólo los objetos de forma suficientemente prometedorá podrán desencadenar un proceso de captura; los demás son estimados por la percepción, que en el hombre se comporta como una mano virtual. *Percipere*, según la etimología, es asir, aferrar continuamente en su totalidad el objeto.

### El homo faber

#### A. Órganos y útiles

La creoda de captura de una presa comprende típicamente dos fases: una fase somatófuga (proyectar a la presa un órgano que la coge) y una fase somatótropa (llevarse a la boca la presa una vez aferrada).

A *grosso modo* la utilización de instrumentos corresponde a una resolución, a una *estabilización del umbral* entre estas dos fases. Por ejemplo, si uno quiere cosechar frutas, a menudo podrá ser útil tomar primero la rama que tiene las frutas; la propiedad de ser presa se extiende de las frutas a la rama que las tiene. La actividad lúdica acrecentó aun esta extensión. La estabilización en el punto extremo de la prolongación somatófuga determinó la aparición de una organogénesis fundada en la *oposición*, oposición del dedo pulgar en el caso de la mano, oposición de las dos manos, etc. El arquetipo de la *pinza* probablemente no sea otra cosa que la realización orgánica del esquema del ciclo de histéresis que ya vimos al estudiar una articulación; los segmentos verticales se realizan por huesos, el elemento superior es un objeto arbitrario y el inferior es la muñeca. La mano se manifiesta así como una

rótula para una tibia exógena y de forma arbitraria. El hombre, animal omnívoro, tuvo que matar y desgarrar a sus presas animales; así, los objetos exteriores fueron considerados por juego no sólo como presas, sino como útiles. Esto implicó una transferencia global de los campos organogénéticos a campos de fabricación de útiles. Además de los campos asociados a catástrofes elementales (tales como romper, hender, perforar, etc., véase la figura 13.18), también estuvieron los campos asociados al conflicto de dos sólidos, tales como pulir, limar, corregir, que ya consideramos en la epigénesis de los huesos. Cada útil tiene su espacio propio (O) y es creado por una especie de embriología: dicho espacio tiene sus gradientes epigenéticos surgidos de la catástrofe funcional que el útil debe provocar. De manera que casi todos los objetos usuales (instrumentos, muebles) tienen un plano de simetría bilateral como los animales y un gradiente proximal-distal. En estado de utilización, el espacio propio (O) del útil se suelda de manera canónica con la carta motriz local del organismo y realiza así una extensión a menudo importante. [...].

### El homo loquens

#### A. El doble origen del lenguaje

La aparición del lenguaje en el hombre responde a una doble necesidad: una exigencia individual de naturaleza evolutiva que apunta a asegurar la permanencia de su yo en estado de vigilia y una exigencia social que expresa los grandes mecanismos reguladores del grupo social.

La primera exigencia responde a la necesidad de hacer virtual el apresamiento. El hombre despierto no puede, como el niño de nueve meses, pasarse la vida apoderándose de objetos para llevárselos a la boca. Tiene algo mejor que hacer; «pensará», es decir, se apoderará de los seres intermediarios entre los objetos exteriores y las formas genéticas: *los conceptos*.

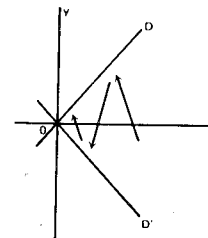


FIGURA 13.17

La segunda exigencia expresa la necesidad del grupo social de transmitir rápidamente dentro de su seno las informaciones necesarias para su supervivencia

(presencia de presas, de enemigos, etc.). El lenguaje funciona entonces como un *relais sensorial* que permite a un individuo X describir a un individuo Y lo que él, X, está en condiciones de ver y que Y, situado más abajo por ejemplo, no puede ver.

Esa coacción social, en virtud de un efecto de interacción entre niveles jerárquicos de organización, creará estructuras en la zona central, la más inestable del individuo (en la onda de choque dormir-velar); formas genéticas  $\leftarrow \rightarrow$  formas espaciales, y la onda de choque habrá de exfoliarse. En el momento de nacer, el lactante está provisto de un conjunto de esquemas sensorio-motores, de formas genéticas que se manifiestan en los reflejos llamados *arcaicos*. Después, alrededor de la edad de seis meses, esos esquemas sufren una especie de derretimiento, de catástrofe generalizada, que coincide con el comienzo del balbuceo infantil. En ese balbuceo se puede ver la voluntad de expulsar, por vía de la articulación, cierto número de formas genéticas alienantes; ésta es una manifestación lúdica de emisión, no de captura. Recordemos aquí que una forma genética es no un esquema petrificado, sino antes bien un sistema provisto de dispositivos de autorregulación como un ser vivo; un concepto se forma por proyección de los esquemas reguladores del sujeto a una forma espacial, a una imagen exterior. En virtud de una analogía geométrica, se puede considerar que el concepto se forma por exfoliación a partir de la imagen espacial, la coordenada normal según la cual se realiza la exfoliación está dada por la dirección de una emisión articulada, cuya estructura fónica tiene poca relación con la forma genética que dio su regulación al concepto. (Trátase de lo arbitrario del signo saussuriano.) Esta asociación se forma por hábito y la emisión del sonido es concomitante de un uso (lúdico o biológico) del objeto correspondiente. En cambio, la combinación, la sintaxis de las palabras no es arbitraria, pues está impuesta por las interacciones semánticas entre conceptos, y las interacciones mismas están definidas por los esquemas reguladores del sujeto, por lo tanto, del concepto. [...].

B. *La sintaxis y las morfologías arquetípicas*

Es bien sabido que todo discurso puede descomponerse en oraciones elementales, cada una de las cuales se caracteriza por el hecho de contener un verbo y sólo uno. (Pasamos por alto las dificultades —sobre las que los especialistas todavía discuten— que hay para definir las categorías gramaticales tradicionales, tales como nombre sustantivo, adjetivo, verbo, preposición, etc. El hecho de que todo texto puede traducirse de una lengua a otra autoriza a pensar que esas categorías presentan el carácter de la universalidad.) Estando dado un proceso temporoespacial descrito lingüísticamente, ¿existen criterios formales que se refieren a la morfología

del proceso y que permitan prever la descomposición en oraciones? [...].

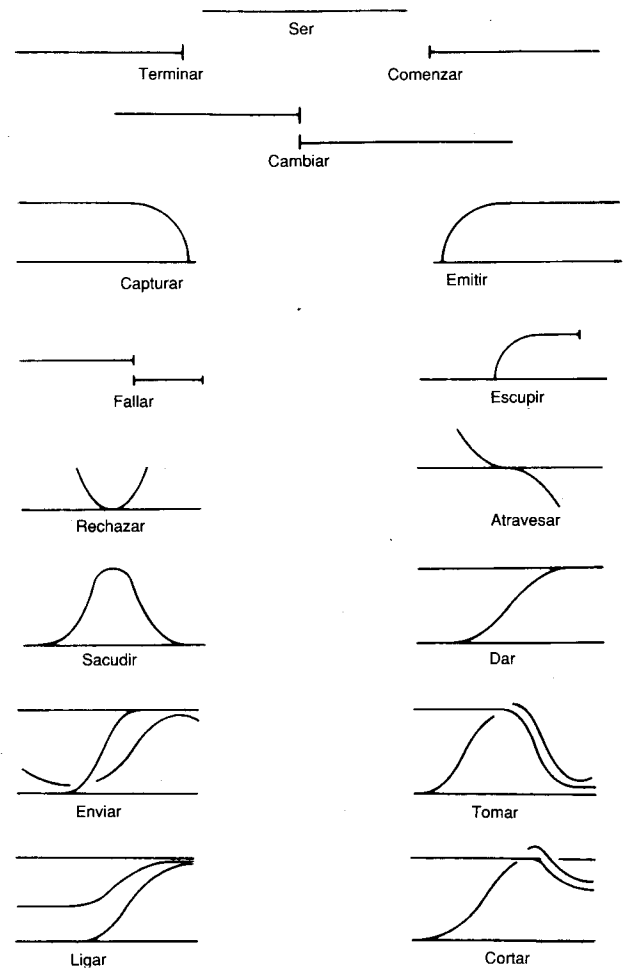


FIGURA 13.18. Tabla de las morfologías arquetípicas

**La estructura de las sociedades**

Expondremos ahora algunas consideraciones bastante trilladas sobre la estructura de las sociedades humanas o animales como formas metabólicas. Una sociedad es una forma metabólica en primer lugar porque sobrevive a los individuos que la constituyen; hay en ella un flujo permanente de individuos constantemente renovados que aseguran la permanencia de la forma social. Además, entre sus miembros existe una interacción continua que asegura la estabilidad de la forma. Dicha interacción puede a menudo materializarse por obra de una circulación de complejidad, de información, a través de todo el cuerpo social. Distinguiremos dos grandes tipos de sociedades:

1. *La sociedad militar.* Cada individuo ocupa en ella un lugar determinado y regula sus movimientos de suerte que la forma global de la sociedad se conserve y que la propia posición del individuo dentro del conjunto también se conserve. Es evidente que la invariancia global del cuerpo espacial exige una

interacción permanente de cada individuo con los individuos que lo rodean. Puesto que la circulación de información, considerada como un fluido, debe ser estructuralmente estable, el procedimiento más simple para llegar a ese fin es hacer de la circulación una circulación de *gradiente*; en el cuerpo social definiremos una función positiva  $u$ , la autoridad, nula en los bordes, y se obligará a cada individuo a regular su marcha según la del individuo más próximo situado en la trayectoria del gradiente de  $u$ , en el caso de los valores superiores de  $u$ . La función  $u$  debe presentar por lo menos un máximo; el individuo colocado en ese punto es el jefe porque sólo puede recibir órdenes de sí mismo. Como los retrasos en la transmisión de las órdenes pueden tener un efecto desastroso en la estabilidad global —particularmente en las épocas agitadas en que son necesarias variaciones rápidas del comportamiento—, la función  $u$  no puede admitir ningún otro punto crítico que no sea el máximo único personificado en el jefe. Síguese de ello que el cuerpo social es una bola y está sometido a una dirección monárquica.

Aplicando esta proposición se verificará que la mayor parte de los grupos animales de estructura invariante son topológicamente bolas dirigidas en principio por un jefe; así ocurre en la bandada de pájaros, en los bancos de peces, en las manadas, etc. Sin embargo, hay que observar que la existencia de un jefe no siempre es evidente; por ejemplo, en el caso de las abejas no es la reina la que puede desempeñar un papel rector,<sup>2</sup> como en los mixomicetos (*Slime molds*) obran aquí campos morfogenéticos complejos.

Por lo demás, es preciso observar que la estructura considerada aquí es la más simple pero no la única que favorece la estabilidad estructural. Muy bien se podría concebir una sociedad militar sin un jefe único y hasta sin ningún jefe en absoluto, pero el cuerpo social sería entonces por lo menos una variedad de dimensión tres (a fin de tener un campo ergódico sin singularidad y estructuralmente estable).

2. *La sociedad fluida*. El ejemplo típico está dado por la nube de mosquitos; cada individuo del grupo se desplaza de manera aleatoria hasta que ve a todos sus congéneres en un mismo semiespacio; entonces el individuo se apresura a modificar su movimiento para volver a entrar en el grupo. Aquí la estabilidad está asegurada como catástrofe por una barrera que asegura una discontinuidad del comportamiento. Sin embargo en nuestras sociedades la barrera es fija; está realizada como *doble seguridad*: de un lado, por la conciencia moral del individuo; de otro lado, por las leyes y los organismos represivos de la sociedad. Nuestras sociedades son, por lo demás, de un tipo intermedio; no son rigurosamente fluidas porque están estratificadas en clases sociales separadas por ondas de choque que difícilmente pueden franquear los individuos. Es conocida la analogía clásica entre sociedad y organis-

mo individual; y es verdad que la distinción entre sectores primario (producción), secundario (distribución), terciario (dirección) no deja de recordar las tres hojas fundamentales del embrión; pero las sociedades sólo excepcionalmente se reproducen por gemación a diferencia de los individuos. El marxismo, que quiere explicar la estructura y la evolución de las sociedades con la ayuda de sólo factores económicos es el homólogo de la teoría metabólica de Child en embriología y adolece, sin duda, de las mismas simplificaciones. En efecto, un carácter típico de los campos morfogenéticos sociales es el hecho de que modifican, a menudo de manera durable e irreversible, el comportamiento de los individuos. Éstos son inducidos a sacrificarlo todo, hasta su existencia, a la conservación de la forma social global considerada como el valor supremo. Es este un efecto —totalmente desprovisto de equivalente en la naturaleza inanimada— que tiene las más penosas consecuencias en la perennidad de las injusticias sociales.

3. *El dinero*. El dinero, en su función de intercambio, circula en sentido inverso de los bienes y los servicios; en consecuencia tiene tendencia a abandonar a los consumidores puros para acumularse en manos de los productores puros. Pero como de todas maneras debe circular en circuito cerrado dentro del cuerpo social, es necesario que un mecanismo lo lleve en sentido inverso; ese mecanismo no puede sino apoyarse en la estructura de la sociedad, en la autoridad. El dinero asumirá, pues, el gradiente de autoridad (grado  $u$ ) en virtud del expediente del *impuesto*. Una vez llegado a la cúspide será repartido por el jefe que, en una catástrofe permanente (o por lo menos anual), tendrá la facultad de dirigir la repartición entre los elementos necesitados. Ese poder constituye en verdad, según se sabe, uno de los medios esenciales de gobierno. De manera, pues, que en toda sociedad el gradiente de la producción y el gradiente de autoridad tienen tendencia a organizarse de manera antagónica a fin de realizar un ciclo aproximadamente estable de la circulación monetaria.<sup>3</sup>

## NOTAS

1. La idea de que la actividad cerebral realiza un modelo del espacio que rodea al animal —idea cuyo carácter ineluctable pasma al profano que yo soy— no parece familiar a los neurofisiólogos. Sin embargo se la encuentra en J.Z. Young, *A model of the brain*, Oxford, University Press, 1964.

2. Cabe observar que, en una colmena, el lugar de un individuo en la sociedad, es decir, su función, varía con la edad: cuando la abeja obrera envejece sus actividades van desde el centro germinal (cuidados que presta a las nuevas larvas) a las actividades somáticas (producción de cera y luego de miel).

3. Los intelectuales (artistas y hombres de ciencia) aparecen en este modelo de sociedad como el eje de la circulación monetaria; liberados de las servidumbres de la producción, privados de las venta-



jas y de las responsabilidades del poder, los intelectuales ocupan efectivamente la posición central, el foco de ese ciclón continuo. Según nuestro modelo expuesto en I.I.C, se puede ver en ellos el cromosoma del cuerpo social.

### c) Ejemplo de aplicación

- Extractos de RAFAEL MANRIQUE, «Nuevos modelos heurísticos para la comprensión de la psicosis», ponencia para las VIII Jornadas de la Asociación Española de Neuropsiquiatría, Las Palmas de Gran Canaria, octubre de 1988 (inédito).

Esta comunicación habla de cosas que no sabemos muy bien pero que se basan en hipótesis muy contrastadas. La Teoría General de Sistemas propone que es posible formular principios válidos para «sistemas» en general, sea cual fuera la naturaleza de sus elementos componentes y las relaciones o fuerzas reinantes entre ellos [1].

Al tiempo nos encontramos que al reflexionar sobre algunas de las más importantes características de enfermedades como la esquizofrenia aparecen conceptos como caos, génesis, formas, catástrofes, etc. Son conceptos que se encuentran repetidamente en la física, en las matemáticas, en la biología y también en la psiquiatría.

La pretensión de este artículo es pensar acerca de la esquizofrenia, las relaciones familiares y la génesis de la crisis psicótica utilizando instrumentos conceptuales que provienen de la termodinámica, las matemáticas y la biología teórica.

En psiquiatría el camino más habitual de pensamiento es extraer modelos heurísticos de los hechos que observamos o bien servirnos de modelos heurísticos para interpretar hechos. Rara vez la psiquiatría se acerca a la elaboración o utilización de leyes generales que o son empíricamente verdaderas o bien son truismos de naturaleza tautológica.

Los modelos que voy a proponer tratan de establecer una vinculación formal entre hechos, modelos heurísticos y leyes generales. Todavía no sabemos si es posible esa trasposición. En un primer momento esas aplicaciones «metafísicas» no son más que metáforas, modelos heurísticos que nos sirven para pensar. Sin embargo, quizá sean algo más que metáforas. Se acomodan tan bien a los datos de la realidad que tal vez nos lleven a otros avances, como por ejemplo establecer una sistematización de nuestros conocimientos o poder establecer relaciones entre fenómenos previamente no relacionados. Si es posible aplicar el modelo a la esquizofrenia quizá nos ayude a la hora de elaborar diseños de investigación o elaborar estrategias terapéuticas.

### Un sistema familiar: características

#### A) *Un sistema abierto*

Un sistema familiar está siempre en evolución. No existe un sistema vivo que sea estático. Todos los sistemas se realizan mediante procesos neguentrópicos, es decir, procesos que aumentan la complejidad del sistema y se escapan de la homogeneidad.

Es más preciso decir que las familias se mantienen coherentes a su medio. Y éste siempre evoluciona: se hace más o menos exigente, plantea nuevos problemas, aparecen novedades. Al tiempo los hijos crecen, los padres cambian, aparecen crisis vitales, económicas, etc. Todo un conjunto de situaciones que forman el variable nicho ecológico en que se engarza un sistema familiar [2].

#### B) *Lejos del equilibrio*

Existen en algunas familias unas pautas de interacción que han sido descritas con muchos nombres: familias mezcladas, cismáticas, sesgadas, simbióticas, pseudo-mutuales, etc.

No es fácil extraer un denominador común a todas esas descripciones, ni siquiera a un nivel conductual ya que están basadas en modelos teóricos y en pautas de observación y estudio de variables clave muy diferentes. No obstante, quizá muchos autores estarían de acuerdo en señalar que existe un grupo de familias en las que se observan varias de las siguientes características:

- aumento de la conexión entre los miembros
- aumento de la intensidad emocional
- coaliciones encubiertas
- juegos sucios
- terceras partes implicadas en un conflicto dual
- alteraciones de la comunicación
- alteraciones emocionales

Es en estas familias en las que se suele encontrar miembros esquizofrénicos, aunque ello no signifique prejuzgar nada respecto a las relaciones causa-efecto respecto a la etiología de la esquizofrenia.

Familias con estas características están situadas fuera de una posición de equilibrio. Esto quiere decir que en su interacción con el medio y en la interacción entre los miembros del sistema familiar ocurren grandes cambios, grandes fluctuaciones.

#### C) *Relaciones circulares*

Otra característica de los sistemas familiares es la existencia de una causalidad circular.

En los sistemas familiares se producen relaciones que afectan a todos y cada uno de los miembros. Cada persona afecta a los demás y es afectada por ellos. Se establecen círculos de causalidad circular del tipo A-B-C-A en sus interacciones.

Estas relaciones de causalidad circular no son privativas de familias alteradas, se dan en todos los sistemas vivos. El resultado de este tipo de interacción es la amplificación de las conductas y las relaciones en las que se da esta circularidad.

Ahora bien, si las relaciones circulares se aplican a interacciones patológicas como las comentadas, se va a producir una amplificación de conductas e interacciones alteradas psicológicamente. El sistema familiar se va a alejar cada vez más de la posición de equilibrio. Los cambios y las fluctuaciones son mayores. Llega un momento en que se supera un umbral y la familia se organiza alrededor de una nueva modalidad de relación. Se hace estable un tipo de relación que en la situación anterior era impensable que se estabilizara. Esta nueva organización familiar es impredecible. Sólo la conocemos cuando ocurre y lo más que podemos hacer es predicciones estadísticas. [...].

La hipótesis de este artículo es que, conceptualmente, podemos asimilar el modelo de estructuras disipativas al estudio de las alteraciones familiares que se dan en familias con un miembro psicótico.

Como hemos visto, las relaciones familiares cumplen requisitos conceptuales semejantes a los que ha de cumplir un sistema químico para que se produzca una estructura disipativa.

Cuando se estudian familias de psicóticos se observan grandes cambios y fluctuaciones. Hoy parece claro que, al margen de su origen etiológico, estas alteraciones de las relaciones familiares preceden a la aparición de la psicosis.

Mi hipótesis es que esas alteraciones, cuando sobrepasan un valor umbral, van a llevar a la familia a un estado nuevo y estable que un observador desde fuera del sistema le calificaría como de patológico, alterado, psicótico o simbiótico, o cualquier otro adjetivo.

No podemos predecir el cuándo y el cómo se producirá esta nueva situación. Cercanos al punto de bifurcación pueden aparecer correlaciones entre conductas y sentimientos que habitualmente no tienen lugar.

Los hijos pueden reaccionar a determinadas interacciones entre los padres o pueden darse interacciones y/o simultaneidades entre conductas y sentimientos que en condiciones cercanas al equilibrio no tienen lugar.

Con el tiempo el sistema familiar va evolucionando a través de sucesivas fluctuaciones que provocan la modificación de lo que se denomina microestructura del sistema, es decir, el conjunto de funciones y relaciones de los elementos de la familia. Esta modificación o fluctuación de la interacción de miembros de la familia o de sus funciones puede, si sobrepasa el um-

bral, provocar que todo el conjunto familiar (macroestructura) funcione y se organice de una manera nueva. A su vez, los cambios en la macroestructura determinan qué fluctuaciones son ahora posibles en esa determinada familia.

La evolución se produce a través del ciclo:

fluctuación — cambio en la microestructura  
 └─ cambio en la macroestructura ─┘

[...]

### La génesis de la esquizofrenia

Recapitemos brevemente. Aunque voy a hablar en términos de «sistemas» en general, es posible sustituir ese término por el de «sistemas familiares».

Los sistemas están adaptados a las condiciones que el ambiente les impone. Han de ser coherentes con el medio, de otro modo no sobrevivirían. Esta organización supone que el sistema está en un estado único y predecible y que debe de modificarse a medida que lo hace el entorno o los elementos del interior del sistema. Estos estados suponen un plácido y constante intercambio con el medio.

Cualquier cambio o fluctuación se extingue antes de poder expandirse a todo el sistema. Si los cambios van siendo cada vez más grandes, el sistema puede ir desarrollando otros estados coherentes, igualmente predecibles y únicos, pero que se van apartando cada vez más de una situación de equilibrio.

Pero este proceso no es indefinido. Llega un momento en el que se alcanza un valor umbral a partir del cual el sistema produce una nueva autoorganización, un nuevo estado que, aunque coherente con el medio, no depende enteramente de él. Además, no es la única solución posible, existen otras igualmente coherentes y el que esté en una o en otra depende de las fluctuaciones en ese momento.

A partir de entonces el sistema se encuentra en un nuevo estado con características y relaciones novedosas. Un observador-investigador de ese sistema es el que puede realizar descripciones de él y calificarle como enfermo, patológico o dañino. Pueden existir además diversas descripciones de ese nuevo estado ya que éstas dependen del marco teórico con el que el observador describe.

Pero queda una pregunta sin contestar: ¿cómo se produce lo que se denomina esquizofrenia?, ¿cuál es su significado y posición dentro de este modelo?

### *La Teoría de las Catástrofes*

Para irnos acercando a la respuesta a estas preguntas voy a utilizar el modelo de la Teoría de las Catástrofes.

Aunque esta teoría puede ser considerada como una parte de la biología teórica (ya que se aplica al estudio de las discontinuidades en la naturaleza) está basada en las teorías matemáticas de las singularidades de Whitney y en la teoría de las bifurcaciones de Poincaré. La aplicación de estas teorías matemáticas es precisamente lo que Thom y Zeeman han propuesto que se denomine Teoría de las Catástrofes [3, 4, 5, 6, 7]. [...].

Si pensamos en la esquizofrenia podemos decir (de un modo muy general todavía) que existirían dos variables de control que son externas al paciente y que podemos asociar a variables familiares y una variable de estado con dos posiciones: estado psicótico y estado normal. El diagrama 2 puede ayudar a comprender estos conceptos.

Una determinada relación matemática entre las tres variables describe una superficie como la que se observa en el diagrama. Representa un espacio tridimensional. El espacio *u-v* es el espacio de control.

Los puntos situados en la superficie superior son estables, los puntos situados en la región del pliegue son inestables, los situados en la superficie inferior son igualmente estables y los situados en la parte oculta del pliegue son inaccesibles.

La conducta del paciente puede describirse como un punto que se mueve por toda la superficie según los valores que va tomando las variables de relación familiar (diagrama 2).

de ausencia de síntomas, sin prejuzgar si ese estado normal es realmente normal o pueden existir características prepsicóticas o alteradas.

Al cambiar de valor las variables familiares de una forma regular y continua cambia la conducta (trayectoria) del sistema (el paciente psicótico o mejor dicho: futuro psicótico). Puede verse en el diagrama que existirían recorridos continuos que llevarían al paciente a un estado psicótico de una forma regular, larvada y sin crisis (recorrido *a-b-c*).

La situación es diferente cuando las modificaciones de las variables familiares hacen que la trayectoria conductual del sistema cruce los pliegues. Si el punto que describe la trayectoria conductual se encuentra en el borde del pliegue tiene que «saltar» a la hoja inferior. La variable de estado, es decir, la posición psicótica o normal, se modifica drásticamente. Es un cambio catastrófico. Ahora la conducta es psicótica. Se ha producido una crisis psicótica (recorrido *d-e-f*).

El paciente dispone de dos modos de estar: normal o psicótico. Puede llegar a ellos a través de variables familiares y socioculturales bien de una forma paulatina o catastrófica. [...].

1. *Salto repentino*. Como hemos visto, la curva que define esta catástrofe implica que, según las condiciones de las relaciones familiares, existen dos posibilidades de estado conductual para uno de sus miembros: el estado psicótico y el normal. La transición entre ambos puede darse de forma repentina frente a pequeños y continuos cambios en las relaciones familiares.

2. *Histéresis*. El ciclo de histéresis es el definido por la curva *d-e-f-g-d*. Puede verse que el camino de vuelta no es como el de ida. Esto significa que el proceso de salida de la crisis psicótica hacia la normalidad no pasa ni por la misma conducta, ni por los mismos valores de relaciones familiares que la provocaron. Clínicamente se observarán dos evoluciones distintas que pueden aparecer desconectadas pero que suponen un ciclo que depende de las mismas variables familiares de control.

3. *Divergencia*. La existencia del pliegue supone que dos personas situadas en un estado muy parecido (puntos cercanos en la superficie de la cúspide) pueden evolucionar de forma muy diferente a parecidas modificaciones de las variables familiares. Una pequeña modificación de esas variables puede producir en uno una «caída» hacia la psicosis y en otro no. Supongo que es este fenómeno el que ha hecho hablar con frecuencia de mayor o menor susceptibilidad hacia la psicosis o de factores de vulnerabilidad. Estos últimos conceptos suponen la existencia de algo intrínseco a la persona que desarrolla la crisis. Hay que observar que no ocurre así en el modelo que estoy proponiendo. No hace falta postular características patológicas intrínsecas. Ello tiene su importancia en el terreno terapéutico, ya que cuando algo es intrínseco la dificultad de curarlo es mucho mayor.

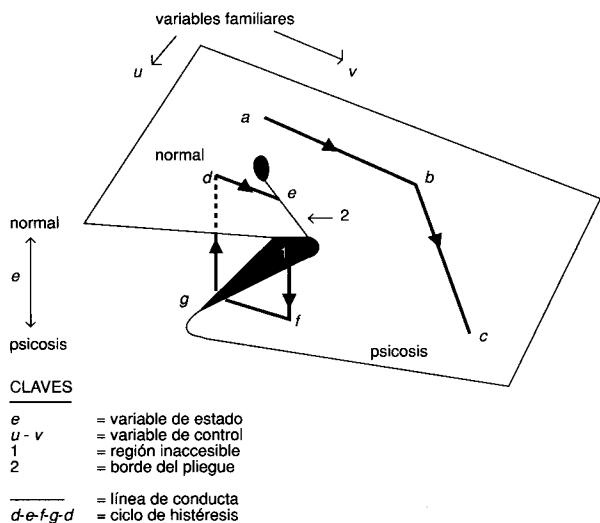


DIAGRAMA 2. Catástrofe en cúspide. Génesis de la crisis psicótica en función de las variables de control (interacción familiar). La evolución —continua o catastrófica— desde la normalidad hasta la psicosis se muestra como trayectorias en la superficie de la curva

En la parte superior de la superficie se describe una conducta normal, sin síntomas psicóticos, y en la parte inferior se describe una conducta psicótica.

Voy a utilizar el concepto «normal» en el sentido

4. *Bimodalidad*. Para algunos valores de las relaciones familiares (aquellas que sitúan el estado conductual en el borde del pliegue) existen dos valores conductuales igualmente posibles y estables. [...]. Esto quiere decir que para cierta dinámica familiar el paciente puede estar tanto en una posición sana como en una psicótica y puede oscilar constantemente entre ellas.

5. *Inaccesibilidad*. Existen posibilidades conductuales que no son estables y que, si las variables familiares llevan al paciente a ellas, rápidamente se desencadena o una crisis psicótica o un estado normal estable.

#### *Las variables de control*

En este modelo el elemento clave es el conjunto de las variables de control. En modelos matemáticos y químicos estas variables son relativamente fáciles de encontrar. No es así en aplicaciones sociales o psicológicas. No sabemos qué variables pueden actuar. Tampoco estamos seguros de si es posible una aplicación tal y como la estamos haciendo. No obstante, es la profundización en este modelo la que nos permitirá rechazarlo si es incompatible con la realidad.

Previamente he considerado como variables de control las de la interacción familiar. Es necesario ahora una mayor precisión.

Las variables familiares han de estar agrupadas en dos variables de control independientes la una de la otra. Posiblemente el mayor problema de aplicación de este modelo es la selección de las variables de control que están en juego. En este punto nos pueden ayudar las investigaciones existentes sobre la esquizofrenia.

Básicamente en la génesis de la esquizofrenia se han aplicado tres tipos de factores: biológicos, socio-culturales e interaccionales.

Los factores biológicos más estudiados son los genéticos. Se supone que existe algún tipo de transmisión genética que predispone para la esquizofrenia, o bien se supone alguna alteración neurofisiológica genéticamente determinada que predispone o conduce a la esquizofrenia.

Los factores biológicos genéticamente determinados son factores que vienen dados al individuo. No se modifican. Sobre ellos se construyen los demás factores etiológicos.

Para cada persona esta dotación biológica es diferente, pero indudablemente no constituye un factor de control cuyo valor aumente o disminuya cíclica o coyunturalmente.

El factor biológico se expresa en nuestro modelo modificando la forma de la curva aunque ésta (catástrofe en cúspide) sea siempre la misma. Es algo parecido a como cada individuo tiene un rostro diferente aunque la forma básica es siempre la misma en todos los seres humanos.

Habrán curvas más grandes y más pequeñas, pliegues más o menos profundos, o más o menos situados cerca de los ejes. Esto supone que iguales variaciones en las variables de control pueden desencadenar en una persona una psicosis y en otra no.

El factor sociocultural y el factor interaccional constituirían las dos variables de control de la crisis psicótica.

No conocemos bien los factores socioculturales que intervienen en la génesis y desencadenamiento de la psicosis. Los factores de interacción son algo más conocidos. Casi todos se centran en los de interacción familiar.

Wynne ha precisado cuál puede ser una epigénesis de la interacción en sistemas relacionales tales como la familia y el matrimonio. Para él los sistemas de relación constituyen un ciclo que empieza en las tareas que proporcionan mutuo cuidado y vinculación, sigue por la comunicación, pasa por la capacidad de resolver problemas y llega hasta el establecimiento de una relación de mutualidad complementaria y flexible.

Otros autores, y el mismo Wynne, han aportado interesantes investigaciones acerca de patología en estos procesos. Parecen especialmente interesantes los conceptos de *communication deviance* y *affective style*. Diversas investigaciones avalan la importancia de estos factores en el curso y evolución de la esquizofrenia [8].

Podemos, provisionalmente, considerar como las variables de control de la psicosis a las variables socio-culturales y a las de interacción familiar.

La existencia de estas variables de control no implica que el paciente sea alguien pasivo determinado por factores ajenos a él y sobre los que no tiene control alguno.

Los factores de interacción familiar nos hablan precisamente de interacciones en las que participan todos los miembros de la familia y en la que todos son activos. Únicamente planteo que el producto final de la interacción que todos crean tiene una importancia decisiva en la vida de sus miembros. En este caso esa importancia se concreta en la determinación de la aparición o no de una crisis psicótica.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] BERTALANFFY, L.V., *Teoría general de sistemas*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1980.
- [2] DELL, P., «Beyond homeostasis: Toward a concept of coherence», *Family Process*, 21 (1982), 21-41.
- [3] THOM, R., *Structural stability and morphogenesis*, Reading, Benjamin, 1975.
- [4] THOM, R., *Parábolas y catástrofes*, Barcelona, Tusquets, 1985.
- [5] ZEEMAN, E.C., *Catastrophe Theory: Selected papers*, Reading, Benjamin, 1977.
- [6] WOODCOCK, A. y DAVIS, M., *Teoría de las catástrofes*, Madrid, Cátedra, 1986.

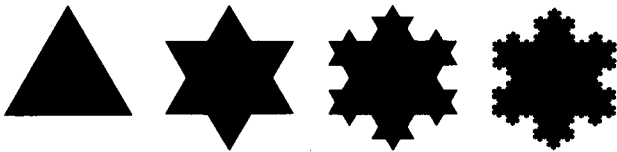
[7] SAUNDERS, P.T., *Una introducción a la teoría de catástrofes*, Madrid, Siglo XXI, 1983.  
 [8] WYNNE, L.C., CRONWELL, R.L. y MATTHYSSE, S., *The nature of schizophrenia*, Nueva York, Wiley, 1978.

## B) TEORÍA DE LOS OBJETOS FRACTALES

### a) Breve descripción de la teoría

- Fragmentos de JESÚS IBÁÑEZ, «Discontinuidad e inderivabilidad» (trabajo de investigación elaborado para la oposición a cátedra, 1982, inédito).

[...] Últimamente se habla mucho de la patología de las matemáticas y de monstruos matemáticos: curvas que no tienen tangente en ninguno de sus puntos, curvas que llegan a ocupar toda la superficie de un cuadrado.<sup>1</sup> Sea el «copo de nieve» de Von Koch: partimos de un triángulo equilátero, dividimos cada lado en tres partes iguales y sustituimos el segmento central por un pico de dos lados que formarían triángulo equilátero con él, procedemos así indefinidamente.



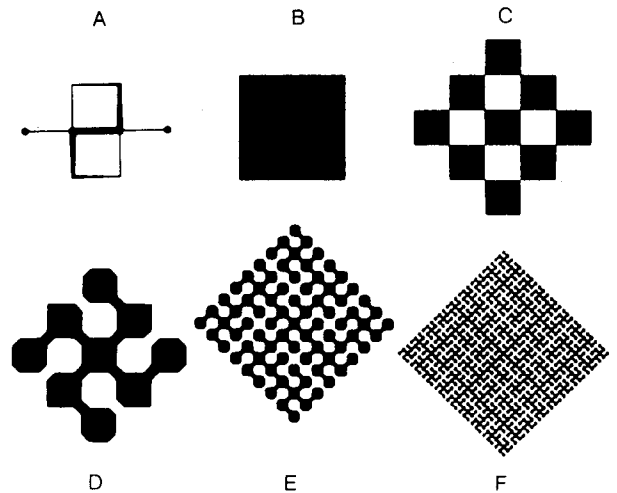
Esta curva no tiene tangente (ni derivada) en casi ningún punto (sólo en algunos puntos extremos): un punto que se movería a lo largo de ella no tendría en ningún punto velocidad ni aceleración definidas.

Sea la curva de Peano: dividimos un cuadrado en cuatro cuadrados iguales, unimos los centros con un trazo continuo hecho de segmentos rectilíneos, dividimos de la misma forma cada uno de los cuatro nuevos cuadrados y unimos sus centros, procedemos así indefinidamente.

Esta curva acaba pasando por todos los puntos de un cuadrado.

Un lector ingenuo o un matemático de la mayoría se sienten tentados a pensar que estos «monstruos» se asimilan a los monstruos biológicos producidos por mutaciones no viables. Parece evidente que ningún objeto o proceso real puede ser representado mediante ellos.<sup>2</sup> Esta tentación y esta evidencia son producto de la ideología dominante: lo cierto es casi lo contrario, la

mayor parte de los objetos o de los procesos (salvo los raros y pequeños islotes de estabilidad y determinación) necesitan de ellos para ser representables. Sólo los objetos producidos por la técnica humana, sólo los procesos inducidos por la técnica humana, son representables por curvas normales: el comportamiento de un hombre recto o la frontera entre Egipto y Sudán pueden tener una representación rectilínea (porque esos objetos han sido previamente rectificadas, cortando por lo sano a través de los impulsos, o a través de las etnias y los paisajes). Pero, ¿cómo poder representar el perfil de la costa de Galicia si no es mediante una curva del tipo de la de Von Koch?; ¿cómo poder representar la circulación del agua por una cuenca o la circulación del aire por los alveolos pulmonares si no es mediante una curva del tipo de la de Peano? Lo que sucede a nivel macro, a nivel molar, puede representarse mediante curvas normales —porque previamente ha sido normalizado—: lo que sucede a nivel micro, a nivel molecular, necesita de estos monstruos para su representación. La libertad de segunda especie o generalizada (trátese de las turbulencias de los meteoros, de la pululación de los gérmenes o de la ebullición de los impulsos) produce trayectorias teragónicas: desborda los creodos, no se deja canalizar.



Pero estas curvas son todavía demasiado regulares: tienen en general una estructura escalante;<sup>3</sup> tienen la misma forma en todos los niveles, porque han sido construidos de modo demasiado sistemático (resultan todavía muy artificiales). Los objetos no artificiales y los procesos no inducidos artificialmente no son tan escalantes: el perfil arriscado de la costa de Galicia es más o menos escalante a distintos niveles —intensivamente— (rías, brazos de rías, malecones, rocas, tierra, moléculas, átomos, partículas...) y en distintas zonas —extensivamente—. Mandelbrot ha randomizado<sup>4</sup> la curva de Von Koch y otros terágonos: el azar es el único método para producir monstruos (en la realidad y

en la idealidad matemática). Así ha podido construir modelos de: el perfil de una costa, el relieve terrestre o la distribución de los cráteres en la luna o la distribución de la materia estelar, las diferentes turbulencias, la estructura de las pompas de jabón, la circulación del agua en una cuenca o del aire en los pulmones, la frecuencia de errores en una transmisión telefónica (cosas aparentemente fútiles, pero que incluyen todo lo que no es producto de la evolución o artefacto técnico: todo lo preindividual).

Las curvas continuas sin derivada —suministrando el modelo de toda duda de segunda especie o generalizada— ponen en cuestión no sólo el sentido *común* (producto de la ideología dominante), sino también la noción misma de *sentido*. Bachelard había previsto los efectos revolucionarios de su descubrimiento: «a pesar de su continuidad, lo infinitamente pequeño aparece como infinitamente quebrado, infinitamente roto, sin que ninguna cualidad y ninguna solicitación o destino pasen de un punto al punto contiguo. Parece que a lo largo de una trayectoria buhliana el móvil no tiene nada que transmitir».<sup>5</sup> Pero ha sido Jean-Joseph Goux<sup>6</sup> quien ha visto esos efectos en toda su plenitud. En cada punto de una curva no derivable el cociente de los diferenciales no tiene límite: «no tiende hacia ninguna ley ni hacia ninguna lectura». Para que la ley y la lectura sean posibles es preciso un ajuste —los *ajustes* que realizan todos los proyectos de *justicia*—: ajustar a la función inderivable una curva derivable próxima a ella (esta función derivable funciona como atractor: encierra en un creodo la función inderivable, organización molar de lo molecular) y derivar esa función. El ajuste de la función derivable es la reducción de la materia —su puesta fuera y debajo, su *supeditación*—, la derivación es la reducción de la forma a pura relación. Es la instauración del valor de cambio. Como valor de cambio económico: borrar las singularidades materiales de las mercancías y las huellas singulares que deja en ellas la mano del trabajador, y reducción del valor a pura relación («el valor despegado de las mercancías», según Marx). Como valor de cambio semántico: borrar el significante, y reducción del significado a pura relación («diferencias sin términos plenos», según Saussure).

## Espacios fractales

Mandelbrot llama a las curvas no derivables objetos «fractales». Esto quiere decir que están infinitamente «fracturadas» y que —contra lo que impone la intuición— tienen un número «fraccionario» de dimensiones. Nuestra intuición geométrica nos sugiere que una figura puede tener 0, 1, 2, 3...,  $D$  dimensiones (pudiendo ser  $D$  tan grande como se quiera). Podemos definir la dimensionalidad de una figura o conjunto de puntos diciendo que es de dimensión  $D$  si

para cada uno de los puntos existe un entorno arbitrariamente pequeño cuya frontera tiene en común con el conjunto solamente un conjunto de dimensión  $D - 1$  (o que es cortado por un conjunto de dimensión inmediatamente inferior: las secciones de la superficie —bidimensional— cónica son curvas cónicas —unidimensionales—). O podemos definirla como dimensión de homotetia: un conjunto puede ser recubierto por un número arbitrario de subconjuntos según una relación de homotetia arbitraria. Si  $r = 1/5$ , un segmento puede ser recubierto por cinco ( $5^1$ ) subsegmentos, un rectángulo por veinticinco ( $5^2$ ) subrectángulos, un paralelepípedo por ciento veinticinco ( $5^3$ ) subparalelepípedos, etc. El exponente de  $1/r$  define la dimensionalidad del conjunto. Parece evidente que ese número debe ser un número entero. Pero la curva de Von Koch, por ejemplo, tiene una dimensionalidad del orden de 1,26 (intermedia entre la línea y la superficie), más que una línea pero menos que una superficie.<sup>7</sup> Esta definición de dimensión, válida sólo para curvas con homotetia interna en las que todos los  $r_n$  son iguales, se puede generalizar.<sup>8</sup> [...].

## NOTAS

1. Con ellas, dicen los Bourbaki (*Elementos de historia de las matemáticas*, Madrid, Alianza, 1972, p. 31), «daba comienzo toda la patología de las matemáticas». Mandelbrot («Les objets fractals», *La Recherche*, 85, enero [1978] acuña, para designar estas construcciones, el término «terágonos» (polígonos «monstruosos» o polígonos «de muchos lados», pues «tera» significa «monstruos» y —como último prefijo en el sistema métrico— « $10^{12}$ »).

2. En la enciclopedia *Collier's* (artículo: «Mathematics») puede leerse: «como evidentemente no pueden corresponder a ningún objeto experimental, la única conclusión que se puede extraer es una vez más que el mundo de los «objetos» matemáticos es mucho más rico (y mucho más extraño) de lo que se ha sospechado y que sólo de muy pocos de esos objetos puede esperarse que tengan «imágenes» razonables en el mundo real de nuestros sentidos».

3. Esto es, las partes tienen la misma forma que el todo: cada subconjunto es como el conjunto a escala menor. Los objetos escalantes tienen homotetia interna (la parte es homotética del todo). Mandelbrot, «Les objets fractals», a.c.

4. *Les objets fractals* (Flamarion, 1975, pp. 43 ss.). «Randomizar» viene de «randon», palabra francesa que está en el origen del término inglés «random» (= azar) y que significa «galope rápido de caballos». Azar: movimientos moleculares frenéticos y erráticos, turbulencia, desbordamiento.

5. G. Bachelard, *La filosofía del no*, Buenos Aires, Amorrortu, 1973, p. 83. [...].

6. J.-J. Goux, «Dérivable et indériverable», en *Économie et Symbolique*, París, Seuil, 1973.

7. Para calcular la dimensión de homeotecia de una figura se procede así. Sea un cuadrado: se puede descomponer en cuadrados con la misma forma pero a escala menor. Elijamos, por ejemplo, cinco como razón de homeotecia. Para recubrir el cuadrado con cuadrados de lado cinco veces menor, necesitamos veinticinco cuadrados. Por tanto:  $R=5$ ;  $N=25$ . El número de dimensiones ( $d$ ) es el exponente, hay que elevar a  $R$  para obtener  $N$ . Por tanto:  $R^d=N \rightarrow 5^2=25$ . La dimensión de homeotecia del cuadrado es 2. En caso de la curva de von Koch, cada trazo de longitud 3 (---.---.---) se sustituye

por un trazo de dimensión 4 (---^---). Aplicando la fórmula  $3^d=4$ . Tomando logaritmos:  $d \log 3 = \log 4$ . De donde,  $d = \log 4 / \log 3 = 1,26$ .

8. Véase Mandelbrot, *Les objets fractals*, op. cit., p. 166. [...].

## b) La fractura del espacio y el tiempo

- Extractos de BENOÎT MANDELBROT, *Los objetos fractales*, Barcelona, Tusquets, 1987.

En este ensayo, objetos naturales muy diversos, muchos de los cuales nos son familiares, tales como la Tierra, el Cielo y el Océano, se estudian con la ayuda de una amplia familia de objetos geométricos que hasta ahora habían sido considerados esotéricos e inutilizables, pero que —espero poder demostrar—, por el contrario, por la simplicidad, la diversidad y la extensión extraordinarias de sus nuevas aplicaciones merecen ser integrados pronto en la geometría elemental. Si bien su estudio corresponde a diferentes ciencias, la geomorfología, la astronomía y la teoría de la turbulencia, entre otras, los objetos naturales en cuestión tienen en común el hecho de poseer una forma sumamente irregular o interrumpida; a fin de estudiarlos, he concebido, puesto a punto y utilizado extensamente una nueva geometría de la naturaleza. El concepto que hace el papel de hilo conductor será designado por uno de los dos neologismos sinónimos, «objeto fractal» y «fractal», términos que he inventado, para las necesidades de este libro, a partir del adjetivo latino *fractus*, que significa «interrumpido o irregular».

¿Hace falta definir de manera rigurosa lo que es una figura fractal para luego decir que un objeto real es fractal si lo es la figura que conforma su modelo? Pensando que tal formalismo sería prematuro, he adoptado un método muy distinto, basado en una caracterización abierta, intuitiva, y procediendo por toques sucesivos.

El subtítulo subraya que mi meta inicial es descubrir, desde fuera, la *forma* de diversos objetos. Sin embargo, una vez que se supera esta primera fase, la prioridad pasa inmediatamente de la descripción a la explicación: de la geometría a la dinámica, a la física, y aun más allá.

El subtítulo indica también que, para engendrar la irregularidad fractal, hago hincapié en construcciones dominadas por el *azar*.

Finalmente, el subtítulo anuncia que una de las características principales de cualquier objeto fractal es su *dimensión* fractal, que se denotará por  $D$  y mide su grado de irregularidad e interrupción. No obstante, al contrario de las dimensiones habituales, la dimensión fractal puede muy bien ser una fracción simple, como

$1/2$  o  $5/3$ , e incluso un número irracional, como  $\log 4 / \log 3 \approx 1,2618\dots$  o  $\pi$ . Así, resulta útil decir que para ciertas curvas planas muy irregulares la dimensión fractal está entre 1 y 2, o decir que para ciertas superficies muy hojaldradas y llenas de convoluciones la dimensión fractal es intermedia entre 2 y 3, y finalmente definir polvos sobre la recta cuya dimensión fractal está entre 0 y 1.

En algunas obras matemáticas que se refieren a ellas, se dice que ciertas figuras conocidas, que yo incorporo entre las fractales, tienen «dimensión fraccionaria». Este término, sin embargo, es confuso, pues no se suele calificar, por ejemplo, el número  $\pi$  de fracción. Más aún, hay entre las fractales no pocos objetos irregulares o interrumpidos que satisfacen  $D = 1$  o  $D = 2$ , y sin embargo no se parecen en nada ni a una recta, ni a un plano. Una de las finalidades del término «fractal» es eliminar las dificultades generalmente asociadas al término «fraccionario».

A fin de sugerir qué objetos han de ser considerados fractales, empecemos por recordar que, en su esfuerzo por descubrir el mundo, la ciencia procede por series de imágenes o modelos cada vez más «realistas». Los más simples son continuos perfectamente homogéneos, como un hilo o un cosmos de densidad uniforme, o un fluido de temperatura, densidad, presión y velocidad también uniformes. La física ha podido triunfar identificando numerosos dominios en los que tales imágenes son sumamente útiles, particularmente como bases a las que a continuación se añaden términos correctivos. Pero, en otros dominios, la realidad se revela tan irregular que el modelo continuo y perfectamente homogéneo fracasa y no puede servir ni tan sólo como primera aproximación. Se trata de los dominios en los que la física ha fracasado y de los que los físicos prefieren no hablar. (P.S. Esto era verdad en 1975, pero hoy lo es cada vez menos.) Para presentar estos dominios y al mismo tiempo dar una primera indicación del método que he propuesto para abordarlos, voy a citar ahora algunos párrafos del poco conocido prólogo de una obra célebre, *Les Atomes* (Perrin, 1913).

*Donde Jean Perrin evoca unos objetos familiares de forma irregular o interrumpida*

«...más bien dirigidos al lector que acaba de terminar este libro que al que lo va a comenzar, quisiera hacer algunos comentarios cuyo interés puede ser el dar una justificación objetiva a ciertas exigencias lógicas de los matemáticos.

»Todos sabemos cómo, antes de dar una definición rigurosa, se hace observar a los principiantes que ellos mismos tienen ya la idea de la continuidad. Se traza ante ellos una curva bien clara, y se dice, aplicando una regla contra su contorno: «Veis cómo en cada punto

hay una tangente". O también, para sentar la noción más abstracta de la verdadera velocidad de un móvil en un punto de su trayectoria, se dirá: "Estáis de acuerdo, verdad, con que la velocidad media entre dos puntos próximos de esta trayectoria acaba por no variar apreciablemente cuando dichos puntos se acercan entre sí indefinidamente". Y, en efecto, son muchos los que, recordando que para ciertos movimientos usuales parece que es así, no ven que esto entraña grandes dificultades.

»Los matemáticos, sin embargo, han comprendido muy bien la falta de rigor de estas consideraciones geométricas, y lo pueril de, por ejemplo, intentar demostrar, trazando una curva, que toda función continua admite una derivada. Si bien las funciones derivables son las más simples, las más fáciles de manejar, constituyen, a su vez, la excepción; o bien, si se prefiere un lenguaje geométrico, las curvas que no admiten tangente son la regla, y las curvas regulares, tales como el círculo, son casos interesantísimos, pero particularísimos.

»A primera vista, esas restricciones no parecen sino un ejercicio intelectual, sin duda ingenioso, pero, en definitiva, artificial y estéril, de quien lleva hasta la manía el deseo de un rigor perfecto. Y, como ocurre la mayoría de las veces, aquéllos a quienes se habla de curvas sin tangente o de funciones sin derivada empiezan pensando que la naturaleza no presenta tales complicaciones y que, evidentemente, no nos sugiere esas ideas.

»Sin embargo, lo cierto es lo contrario, y la lógica de los matemáticos les ha mantenido más cerca de la realidad que las representaciones prácticas empleadas por los físicos. Esto puede ya comprenderse pensando, sin haber tomado previamente partido simplificador, en ciertos datos experimentales.

»Se presentan en abundancia tales datos al estudiar los coloides. Observamos, por ejemplo, uno de esos copos blancos que se obtienen al salar el agua jabonosa. De lejos, su contorno puede parecer claro, pero tan pronto como uno se acerca un poco, esa claridad desaparece. El ojo no consigue ya determinar la tangente en un punto cualquiera: una recta que lo pareciera a primera vista, parecerá también, con un poco más de atención, perpendicular u oblicua al contorno. Si uno toma una lupa, o un microscopio, la incertidumbre no se desvanece, pues cada vez que se incrementa el aumento, se ven aparecer nuevas anfractuosidades, sin que se llegue nunca a sentir la impresión tranquilizadora y clara que da, por ejemplo, una bola de acero pulido. De manera que, si dicha bola da una idea útil de la continuidad clásica, lógicamente también nuestro copo puede sugerir la noción más general de las funciones continuas sin derivada.

»Y lo que hay que tener muy en cuenta es que la incertidumbre en la posición del plano tangente en un punto del contorno no es de hecho del mismo orden

que la incertidumbre que habría para determinar la tangente en un punto del litoral de Bretaña, según se utilizara para ello un mapa de tal o cual escala. Según la escala, la tangente cambiaría, pero cada vez habría una. El mapa es un dibujo convencional, en el que, por la propia construcción, cada línea tiene tangente. Por el contrario, la característica esencial de nuestro copo (igual que el resto del litoral, si en vez de estudiarlo con un mapa se lo mirara directamente de más o menos lejos) es que, a cualquier escala, se *suponen*, sin verlos del todo bien, detalles que impiden definitivamente determinar una tangente.

»Seguiremos aún en la realidad experimental si, mirando por el microscopio, observamos el movimiento browniano que agita cualquier pequeña partícula en suspensión en un fluido. Para fijar una tangente a su trayectoria, tendríamos que encontrar un límite, por lo menos aproximado, a la dirección de la recta que une las posiciones de dicha partícula en dos instantes sucesivos muy próximos. Ahora bien, hasta donde permite llegar la experiencia, esta dirección varía locamente cuando se disminuye el tiempo transcurrido entre ambos instantes. De modo que lo que este análisis sugiere al observador sin prejuicios es la función sin derivada y no, en absoluto, la curva con tangente.»

*P.S. Dos grados de orden en el caos: el orden euclídeo y el orden fractal*

Dejemos la lectura de Perrin (que se puede continuar en *Les Atomes*, o en mi edición de 1975), para describir la importancia histórica de estas últimas observaciones. Hacia 1920, deberían transtornar al joven Norbert Wiener y lo estimularían en la construcción de su modelo probabilístico del movimiento browniano. Hablaremos mucho de ello en este ensayo. Y desde ahora tomaremos de Wiener un término al que tenía afición para denominar una forma extrema del desorden natural. La palabra es «caos», y nos permite apreciar que Perrin hizo dos observaciones distintas. Por una parte, que la geometría de la naturaleza es caótica y está mal representada por el orden perfecto de las formas usuales de Euclides o del cálculo diferencial. Por otra, que dicha geometría más bien evoca la complicación de las matemáticas creadas hacia 1900.

Desgraciadamente, la influencia de estas observaciones de Perrin parece haber terminado con su efecto sobre Wiener. Es la obra de Wiener la que ha sido mi principal fuente de inspiración, y la filosofía de Perrin no me ha llegado más que cuando este ensayo estaba siendo sometido a las últimas correcciones. Como ocurre a veces, el dominio fractal había emergido (sin nombre) cuando abordé ciertos fenómenos caóticos completamente modestos por medio de técnicas matemáticas reputadas de «avanzadas», con las que el azar me había familiarizado. Después surgió una nueva ta-



rea fractal, lejos de la primera, y no fue hasta mucho más tarde que estas tareas —que se habían multiplicado— se fundieron en una nueva disciplina. La geometría fractal se caracteriza por dos elecciones: la elección de problemas en el seno del caos de la naturaleza, pues describir todo el caos sería una ambición sin esperanza ni interés, y la elección de herramientas en el seno de las matemáticas, pues buscar aplicaciones a las matemáticas por la única razón de su belleza no ha producido otra cosa que sinsabores.

Con su maduración progresiva, esas dos elecciones han creado algo nuevo: entre el dominio del caos incontrolado y el orden excesivo de Euclides, hay a partir de ahora una nueva zona de orden fractal.

### *Conceptos propuestos como solución: dimensión efectiva, figura y dimensión fractales*

La trayectoria del movimiento browniano es la más simple de entre las fractales, sin embargo el modelo propuesto por Wiener presenta ya la característica sorprendente de que se trata de una curva continua cuya dimensión fractal toma un valor enteramente anormal, a saber  $D = 2$ .

El concepto de dimensión fractal forma parte de una cierta matemática que fue creada entre 1875 y 1925. Más generalmente, una de las metas del presente ensayo consiste en mostrar cómo la colección de figuras geométricas creadas en aquella época, colección que Vilenkin (1965) califica de «Musée d'Art» matemático, y que otros califican de «Galerie des Monstres», puede visitarse también como «Palais de la Découverte». Esta colección ha sido incrementada en gran medida por mi maestro Paul Lévy (grande hasta en lo que tenía de anacrónico), enfatizando el papel del azar.

A estas figuras geométricas nunca se les ha dado una oportunidad en la enseñanza: todo lo más, han dejado de ser un espantajo «moderno» para llegar a ser un ejemplo demasiado especial para merecer que uno se detenga a considerarlo en detalle. En este ensayo quiero darlas a conocer a través de las utilidades que les he encontrado. Muestro cómo el caparazón formalista que las ha aislado ha impedido que se revelara su verdadero sentido, cómo estas figuras tienen algo de extraordinariamente simple, concreto e intuitivo. No sólo pruebo que son realmente útiles, sino que pueden utilizarse prontamente, con un aparato muy ligero, sin necesidad de que uno tenga que meterse en casi ninguno de sus preliminares formales, de los que la experiencia demuestra a menudo que los que no lo ven como un desierto infranqueable acaban pronto considerándolos como un edén que no abandonarían jamás.

Estoy profundamente convencido de que la abstracción forzada, la importancia dada a la formaliza-

ción y la proliferación de los conceptos y términos hacen a menudo más mal que bien. No soy el último que lamenta que las ciencias menos exactas, aquellas cuyos mismos principios son los menos seguros, sean axiomatizadas, rigORIZADAS y generalizadas con suma pulcritud. Estoy encantado, por lo tanto, de poder discutir muchos ejemplos nuevos, para los que las relaciones entre forma y contenido se presentan de una manera clásicamente íntima.

Antes de pasar a las dimensiones que pueden ser fraccionarias, hemos de comprender mejor la noción de dimensión, desde el punto de vista de su papel en la física.

Para empezar, la geometría elemental nos enseña que un punto aislado, o un número finito de puntos, constituyen una figura de dimensión 0; que una recta, así como cualquier otra curva estándar —este epíteto significa que se trata de la geometría euclídea usual— constituyen figuras de dimensión 1; que un plano, y cualquier otra superficie ordinaria, son figuras de dimensión 2; que un cubo tiene dimensión 3. A todo esto, los matemáticos, desde Hausdorff (1919), han añadido que para ciertas figuras ideales se puede decir que su dimensión no es un entero sino una fracción, como por ejemplo  $1/2$ ,  $3/2$ ,  $5/2$ , o, más a menudo, un número irracional, tal como  $\log 4 / \log 3 \approx 1,2618$ , o incluso la solución de una ecuación complicada.

Para caracterizar tales figuras, puede decirse de entrada, hablando toscamente, que una figura cuya dimensión esté entre 1 y 2 ha de ser más «deshilada» que una superficie ordinaria, pero más «maciza» que una línea ordinaria. En particular, si se trata de una curva, ¿no debería tener una superficie nula pero una longitud infinita? O bien, si su dimensión está entre 2 y 3, ¿no debería tener un volumen nulo? Este ensayo empieza, pues, por mostrar ejemplos de curvas que no tienden al infinito, pero cuya longitud entre dos puntos cualesquiera es infinita.

El formalismo esencial, por lo que a la dimensión fractal se refiere, está publicado desde hace mucho tiempo, pero sigue siendo asunto de un grupo limitado de expertos, incluso entre los matemáticos puros. Se solía leer por ahí la opinión de que tal o cual figura, a la que llamo fractal, es tan bonita que, seguramente, tendrá que servir para algo; pero esas opiniones no expresaban más que una vaga esperanza, mientras que los capítulos que vienen a continuación proponen realizaciones efectivas, que desembocan en teorías que están en pleno desarrollo. Cada capítulo trata de una clase de objetos concretos, de los que se puede decir, al igual que para las figuras ideales a las que acabamos de aludir, que su dimensión física efectiva tiene un valor anormal.

Pero, ¿qué es exactamente una dimensión física efectiva? Hay ahí una noción intuitiva que se remonta a un estudio arcaico de la geometría griega, pero que merece ser reconsiderada, elaborada y vuelta a poner

en un lugar de honor. Se refiere a las relaciones entre las *figuras* y los *objetos*, refiriéndose la primera palabra a las idealizaciones matemáticas, y la segunda a los datos de la realidad. En esta perspectiva, objetos tales como una bolita, un velo o un hilo —por finos que sean— habrían de representarse por figuras tridimensionales, con el mismo derecho que una bola grande.

Sin embargo, cualquier físico sabe que, de hecho, hay que proceder de un modo distinto, y que es mucho más útil considerar que las dimensiones de un velo, un hilo o una bola, en el supuesto de que sean suficientemente finos, se acercan más a 2, 1 y 0, respectivamente.

Precisemos más la segunda afirmación que acabamos de hacer: expresa que, para describir un hilo, no se pueden utilizar directamente ni las teorías que se refieren a la bola, ni las que se refieren a la línea ideal. En ambos casos hay que introducir «términos correctivos» y lo que sí es cierto es que se preferirá el modelo geométrico para el que las correcciones sean menores; con suerte, tales correcciones son tan pequeñas que, aun suprimiéndolas, el modelo sigue dando una buena idea de lo que se está estudiando. En otras palabras, la dimensión física tiene inevitablemente una base pragmática, y por tanto subjetiva; depende del grado de resolución.

A modo de confirmación, demostremos cómo un ovillo de 10 cm de diámetro, hecho con hilo de 1 mm de sección, tiene, de una manera por así decirlo latente, varias dimensiones efectivas distintas. Para un grado de resolución de 10 metros es un punto, y por lo tanto una figura de dimensión cero; para el grado de resolución de 10 cm es una bola tridimensional; para el grado de resolución de 10 mm es un conjunto de hilos, y tiene por consiguiente dimensión 1; para el grado de resolución 0,1 mm cada hilo se convierte en una especie de columna, y el conjunto vuelve a ser tridimensional; para el grado de resolución 0,01 mm cada columna se resuelve en fibras filiformes y el conjunto vuelve a ser unidimensional; a un nivel más fino de este análisis, el ovillo se representa por un número finito de átomos puntuales, y el conjunto tiene de nuevo dimensión cero. Y así sucesivamente: ¡el valor de la dimensión no para de dar saltos!

El hecho de que un resultado numérico dependa así de la relación entre objeto y observador no es algo extraño a la física de este siglo. Este hecho es incluso una ilustración particularmente ejemplar de la misma. Por ejemplo, allí donde un observador ve una zona bien separada de sus vecinas, con su  $D$  característica, un segundo observador no verá más que una zona de transición gradual, que quizá no merezca un estudio separado.

Los objetos de los que trata este ensayo tienen, también, toda una serie de dimensiones distintas: la novedad consistirá en que allí donde —hasta ahora— uno no encontraba sino zonas de transición, sin una

estructura claramente determinada, yo las identifico con las zonas fractales, cuya dimensión es bien una fracción bien un entero «anormal» que indica también un estado irregular o interrumpido. Acepto de buena gana que la realidad de una zona no está plenamente establecida hasta que no ha sido asociada a una verdadera teoría deductiva. Reconozco también que, exactamente igual que las entidades de Guillermo de Occam, las dimensiones no deben multiplicarse más allá de lo necesario, y que ciertas zonas fractales, en particular, pueden ser demasiado estrechas para ser dignas de distinción. Lo mejor será dejar el examen de estas dudas hasta el momento en que hayamos descrito bien su objeto.

Ya es hora de que precise de qué dominios de la física tomo mis ejemplos. Es bien sabido que uno de los primeros problemas formales que el hombre se ha planteado es la descripción de la Tierra. En manos de los griegos, la «geo-metría» dio paso a la geometría matemática. Sin embargo —¡como suele ocurrir en el desarrollo de las ciencias!— la geometría matemática olvidó muy pronto sus orígenes, sin apenas haber escarbado la superficie del problema inicial. Pero por otra parte —cosa asombrosa, aunque uno se haya acostumbrado a ello— se reveló, «en las ciencias, de una eficacia increíble», según la bella expresión de Wigner (1960), «un regalo maravilloso, que no comprendemos ni merecemos, por el que debemos estar agradecidos, y del que debemos esperar que [...] continuará aplicándose, para bien o para mal, para nuestro gusto y quizá también para nuestro asombro, a grandes ramas del conocimiento». Por ejemplo, la geometría, exactamente tal como salió de los griegos, ha conseguido explicar triunfalmente el movimiento de los planetas, aunque siga teniendo dificultades con la distribución de las estrellas. Del mismo modo, sirvió para explicar el movimiento de las mareas y las olas, pero no la turbulencia atmosférica ni la oceánica.

En suma, nos ocupamos en primer lugar de objetos muy familiares pero demasiado irregulares para caer en el dominio de esta geometría clásica: la Tierra, la Luna, el Cielo, la Atmósfera y el Océano.

En segundo lugar, consideramos brevemente diversos objetos que, sin ser familiares, echan luz acerca de la estructura de los que nos lo son. Por ejemplo, la distribución de los errores en ciertas líneas telefónicas resulta ser una excelente herramienta de transición. Otro ejemplo: la articulación de moléculas orgánicas en los jabones (sólidos, sin estar deshechos en burbujas). Los físicos han establecido que dicha articulación está regida por un exponente de semejanza, y resulta que este exponente es una dimensión fractal. Si hubiera que generalizar este último ejemplo, el dominio de aplicación de las fractales entraría en contacto con la teoría de los fenómenos críticos, un dominio particularmente activo en la actualidad.

(P.S. Esta predilección se ha cumplido.)

Todos los objetos naturales citados son «sistemas», en el sentido de que están formados por muchas partes distintas, articuladas entre ellas, y la dimensión fractal describe un aspecto de esta regla de articulación. Pero la misma definición es igualmente aplicable a los «artefectos». Una diferencia entre los sistemas naturales y los artificiales es que, para conocer los primeros, hay que utilizar la observación o la experiencia, en tanto que, para los segundos, se puede interrogar al artífice. Sin embargo, hay artefactos muy complejos, en los que han concurrido tantas intenciones, y de un modo tan incontrolable, que el resultado acaba siendo, por lo menos en parte, un «objeto de observación». En el capítulo II veremos un ejemplo de ello, en el que la dimensión fractal juega un cierto papel, a saber, un aspecto de la organización de ciertos componentes de ordenador.

\* \* \*

- Extractos de JEAN-JOSEPH GOUX, «Dérivable et indériverable», en *Economie et Symbolique*, París, Seuil, 1973.

Bachelard (que nos da un ejemplo preciso de función continua sin derivada en *La philosophie du non*,\* *insistiendo sobre el tipo de conexión específica que interviene, escribe con justicia «que la intuición común ha acumulado erróneamente sobre el trazado de una línea demasiada finalidad, que la intuición común ha atribuido con demasiada facilidad a una línea la unidad de definición. Guiados por intuiciones totalitarias, no hemos aprovechado las verdaderas libertades de la conexión lineal. Hemos sido conducidos a una sobredeterminación del encadenamiento lineal. Sometiéndonos a una intuición totalitaria, la línea se ha encontrado determinada de pronto no sólo paso a paso, como debería limitarse a estarlo, sino en su conjunto, desde su origen hasta su fin». Y añade: «No hay que postular una continuidad de conjunto; hay que examinar la conexión eslabón por eslabón». Y precisamente el examen de las curvas sin tangentes nos obliga a considerar una conexión así, eslabón por eslabón, o más bien punto por punto. Para tales curvas, en efecto, todo punto es un punto de fractura. No indica nada del punto precedente ni del punto consecuente, no lo prolonga y no lo persigue en ningún sentido. Un trazado no orientable, un desplazamiento sin dirección, cuya continuidad no es*

más que contigüidad, yuxtaposición sin finalidad, derrota y no trayecto, trazado intrazable, a-causal en el que cada uno de los puntos (aunque toque el punto vecino) no es consecuente con él, y no encuentra en ninguna parte su antecedente; así es la curva inderivable. «Pese a la continuidad —escribe muy bien Bachelard—, a propósito de tales curvas, lo infinitamente pequeño aparece como infinitamente fracturado, infinitamente roto, sin que ninguna cualidad, ninguna sollicitación, ningún destino, pasen de un punto al punto vecino. Parece que, a lo largo de la trayectoria bulhiana, el móvil no tiene nada que transmitir. Es verdaderamente el movimiento más gratuito. Al contrario, a lo largo de una trayectoria de la intuición natural, el móvil transmite lo que no posee: transmite la causa de su dirección, una especie de coeficiente de curvatura que hace que la trayectoria no pueda cambiar bruscamente.»

### La economía de la materia

Que el *valor iconográfico* de los signos pueda extenuarse y economizarse, tender hacia cero, y a pesar de todo conservando y realizando, en el límite, un sentido, un *valor significativo*, como pura relación entre dos nada que ya no son puras nada sino diferenciales evanescentes y que dejan persistir su relación hasta en su economía límite, su desaparición, tal es la posibilidad que es la conciencia misma, y que ha hecho lícito y legal (hasta en su negligencia y su ignorancia) el *idealismo, la omisión y la reducción del material*.\*\* Es en efecto el problema estratégico de la palabra *materia*, que se plantea en los términos de lo que la forma y más aún la relación y la pura relación, *dejan caer*... Es completamente notable que Engels, en la exposición que da del cálculo infinitesimal, no haya dejado, precisamente, de ver ahí una reasunción de la materia. Citemos aquí a Engels: «Diferencio  $x$  e  $y$ , es decir, supongo  $x$  e  $y$  tan infinitamente pequeños que desaparecen para no importa qué grandor real por pequeño que sea, y que no queda nada más de  $x$  y de  $y$  que su *relación recíproca*, pero *sin ninguna base, por así decirlo, material* [el subrayado es mío], una relación cuantitativa sin ninguna cantidad;  $dy/dx$ , la relación de dos diferenciales de  $x$  e  $y$ , es, pues,  $0/0$ , pero  $0/0$  propuesto como expresión de  $y/x$ .<sup>1</sup> Lo que aparece así para Hegel como *elevación y purificación*, es lo que Engels describe precisamente como desvanecimiento «de la base, por decirlo así, material». Tal es el envite considerable que acaba de investirse aquí, en ese

\* *Filosofía del no*, Buenos Aires, Amorrortu, p. 80. Se refiere a la función de Buhl. «Consideremos un círculo de centro  $O$  y de radio  $a$ , luego dos radios fijos  $OA$  y  $OA'$ . Nos plantearemos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son, dentro del círculo, las curvas  $MM'$  sobre las cuales los radios fijos  $OA$  y  $OA'$  cortan un arco de curva de longitud igual a la del arco circular  $AA'$ ?» Trazando todos los arcos de diámetro  $a$  que pasan por  $O$  —tangentes interiores al círculo— tenemos la solución. Para ir de un punto  $p$ , en un radio, a otro  $q$ , en el otro, hay infinitos caminos: pues en cada punto hay una bifurcación [N. del T.]

\*\* Se refiere, obviamente, al cálculo infinitesimal: las relaciones infinitesimales son, según P. Mansion, «ceros que guardan la traza de su origen», o, según Leibniz, «cantidades evanescentes, que tienden hacia cero, pero que conservan, sin embargo, la marca de lo que eran antes de desvanecerse». El cálculo fascinó a Hegel, y Saussure lo utilizó como metáfora («diferencia sin términos plenos») para su concepción del signo. [N. del T.]

punto de las matemáticas, para sobredeterminar la práctica. Que pueda ser cuestión, en la determinación de la tangente a una curva, es decir, el cálculo de una derivada, de una relación entre cantidades evanescentes, o de modo análogo que, para la información significativa, sólo una relación de diferencias sin términos plenos baste para dar un sentido, es lo que funda, en un mismo gesto irreprimible, la negligencia de la materia y la venida inesperada de la conciencia.

«El lenguaje —escribe Benveniste— es el simbolismo más económico.»<sup>2</sup> Por eso es *espiritual*. Hablar es actuar, pero con el menor esfuerzo y el material mínimo: pues, «a diferencia de otros sistemas representativos, el lenguaje no exige ningún esfuerzo muscular, no entraña desplazamiento corporal, no impone manipulación laboriosa». Este ahorro del esfuerzo es lo que *distingue* el lenguaje, el lugar del lado de la soberanía, de la sutileza y del espíritu. El relato, por ejemplo, es una «sucesión de pequeños ruidos vocales que se desvanecen nada más emitidos, nada más percibidos, pero toda el alma se exalta, y las generaciones los repiten y, cada vez que la palabra despliega el acontecimiento, cada vez el mundo recomienza. Ningún poder igualará jamás a éste, *que hace tanto con tan poco*» [el subrayado es mío]. El espíritu, la elegancia, la distinción, el goce del atajo, he ahí lo que funda, en un solo y mismo gesto evanescente, la economía del lenguaje. Esta economía del lenguaje es la condición misma del idealismo; en tanto que el idealismo sería la ideología misma de la conciencia como economía, reasunción de la materia.

Pero sigamos de más cerca el curso del lenguaje o el discurso. Habría una contradicción aparente, en el curso del lenguaje, entre la discontinuidad esencial de sus rasgos distintivos y la fluidez, si no de su emisión material, al menos de su efecto de sentido temporal y global. No sólo, en efecto —fórmula de Saussure con cadencia heraclitiana—, «el río de la lengua corre sin interrupción», como «una línea, una cinta continua», propiedad inmediata de la cadena fónica que parece así una «materia plástica», sino que también, más profundamente, son las «ondulaciones», las «olas», las «que dan por así decirlo, una idea del acoplamiento del pensamiento con la materia fónica».<sup>3</sup> Por una parte, así —y habría que meditar sobre ese acoplamiento— «la forma en el lenguaje tiene una estructura manifiestamente granular y es susceptible de una descripción cuántica» (Jakobson), y por otra parte este astillamiento parece la puesta en escena necesaria y discreta de algún efecto ondulatorio, de algún efecto de fluidez, de flexión, de ligazón y de lectura... Pues, de las diferencias, resurge para el pensamiento un discurso fluido, fluente, límpido, claro: inteligible. ¿Cómo comprender esta contrariedad «entre la esencia de los signos y la de la mayor parte de las ideas»? ¿Cómo «un sistema de signos discontinuos es el único que ha podido seguir un desarrollo paralelo al del pensamiento, que sin embargo en general se refiere

a cualidades o a relaciones susceptibles de modificaciones continuas»? Tal era la pregunta por la que se había inquietado Cournot. Viendo en esta discordancia «una de las más grandes cortapisas de la inteligencia»: «en esta discordancia entre las ideas y los signos, escribe precisamente (fiel a una certeza continuista —y de una continuidad derivable— que no ha cesado, ya lo hemos advertido, de pesar hasta en las matemáticas), un espíritu meditativo reconocerá uno de esos detalles en que la naturaleza parece accidentalmente desviarse de su plan general de continuidad y de armonía».<sup>4</sup> La discontinuidad es la desviación, la monstruosidad, el accidente. Lo que hace excepción a la buena economía de la naturaleza... En realidad, la contradicción y la discordia sólo serían aparentes. La paradoja del lenguaje sería que las diferencias lo constituyen para hacer funcionar mejor su continuación. Es sistema de diferencias: pero ese sistema, esta función y este funcionamiento le permiten tener curso. Por la derivabilidad funciona el discurso y se resuelve la escansión de la traza. El discurso es efectivamente (como se dice de las funciones continuas) derivable, o *diferenciable*. Es relación de diferencias. Pero una relación que encuentra su límite. Una relación *soluble* de diferencias.<sup>5</sup> Si la corriente fónica es trabajada por la diferencia y si la línea alfabética es escandida por la discreción es sólo a la manera de un jalonamiento que da lugar a relaciones, diferencias que, en el límite, hacen desaparecer en su solución los mojonos que las habían portado. Como la relación de determinadas diferenciales se encuentra resuelta, por un paso a límite, en una *pura relación* que indica un sentido en un punto, dejando caer, en esta pureza, en este límite abstracto (y que es la abstracción misma) los constituyentes materiales que las formaban. La literalidad sería sólo el jalón evanescente de relaciones puras, de valores puros, de un sistema puramente diferencial. De un sentido en estado puro, como límite, cuando una forma tiende hacia su pura diferencia, de relación de diferencias. En el límite, la diferencia sería doble: en la economía del sentido que produce. La discontinuidad del lenguaje —esta discontinuidad que la palabra puede durante un instante parecer enmascarar por el curso de su discurso, pero que estalla, a todas luces, en la escritura— sería sólo la traza espacio-temporal necesaria y suficiente para una operación compleja de derivación que restablezca la economía de una solución.

Sacar la lección, extraer lo esencial de la esencia, dejando caer, como un residuo, un *caput mortuum*, los términos empíricos de la relación y sus diferencias sensibles, *liberar el sentido* y, en una acepción fuerte y estratégica, *resumir*, tal sería la operación de la conciencia, que encuentra en el momento matemático de la derivación su caso elemental. El pensamiento consciente es así la *rectificación*. En la pluralidad de sentidos, profundamente reveladora, de esa palabra. Rectificar: hacer exacto, correcto, derecho. Rectificar una curva: encontrar sus coeficientes diferenciales para me-

dirla. Rectificar: enderezar, restablecer. Pero, también, rectificar: «purificar mediante una nueva destilación», extraer la esencia, depurar, *sublimar*. En la polisemia de la rectificación, la rectitud de la ley, de la lectura y de la lección, en el refinado y en el refinamiento de la conciencia, en la extracción del sentido y de la esencia, en la extracción de los *derivados*: como se nombra también con exactitud a los productos que resultan, sutiles y evaporados, del refinado, después de que se haya dejado caer, como un residuo y un alquitrán, lo que queda, la ganga y el mineral bruto. Tal es la reducción alquímica que se efectúa más o menos completamente (pero la escritura alfabética está ahí para hacer fácil —y como ya preparada por toda una historia— esta economía última) la percepción de la conciencia.

O, precisamente, lo inderivable pone en jaque a tal posibilidad de liberación del sentido, o de reducción a la pura diferencia. Y hay que pasar por un rodeo lingüístico como éste, creemos, para analizar su efecto de paradoja patológica e inaceptable. [...].

Lo consciente, así, hace siempre economía de la inderivable. La *materia*, inversamente, más generalmente, y como por definición, es lo que *resiste* a esa economía. La alteración económica de las letras, la desaparición de los signos plenos, iconográficos, en la sola eficacia de su diacriticidad («arbitraria y diferencial») no sería sólo un movimiento histórico (el movimiento de la economía en la historia, y el movimiento de la historia en la economía; en pocas palabras, a nivel escritural, la tendencia del alfabeto, incluso a la diferencial pura o a la economía binaria), es también una reducción que opera en el interior de una cierta tópica. La conciencia de palabra es esta purificación, esta economía por el signo mínimo, este ahorro del jeroglifo, del cuerpo de los signos. El espíritu (el juego de palabras, el goce del «mot d'esprit»,\* así como el Espíritu) es esta dispensa de una pérdida, la reasunción del material.<sup>6</sup> Economía irreprimible que la escritura alfabética, a nivel del trabajo significante, multiplica y consagra. No se trataría, pues, tanto de reprimir el gesto de derivación (de reprimir ese movimiento económico de la sublimación) como de marcar siempre y de fijar su lugar en una *distribución* abierta y estratificada que no pone en movimiento. Hay una necesidad irreprimible en la aproximación, la negligencia de factores, la representación, *la reducción del material hasta la pura relación*. Pero esta necesidad no debe hacer ley, puesto que su lugar le es marcado sin saberlo en el mundo complejo y diferenciado que deja caer.

El descubrimiento de las funciones continuas sin derivadas es así un punto de ruptura (formalizado, no explicitado: pero en todo caso legible sintomáticamente como una desviación perturbadora sobre el sismógrafo de la historia de las matemáticas) de la «tradición» logocéntrica. Es otra historia que desplaza la

historia, es otra noción de continuidad y de diferencia, que hace irrupción, en un punto fechable, en la economía de la continuidad y de la diferencia. Que la historia de las matemáticas no esté al abrigo de la complejidad y de la complejión histórica, pero que sea, también, una formulación, y sin duda la más desnuda, tal es la proposición a la que tenemos que hacer un sitio. El cálculo diferencial, el análisis, se encontrarían sometidos a investimentos ideológicos en ligazón estrecha con el estatuto que se acuerda histórica e implícitamente a lo «consciente» en su oposición con lo que aparece estratégicamente como materia o base material. Si las funciones continuas *sin derivada* han hecho irrupción en la escena de las matemáticas en el mismo tiempo en que el *inconsciente* era reconocido en la práctica teórica y en que una nueva concepción materialista y dialéctica se elaboraba, no es una coincidencia: es una conjunción sobredeterminada. Lo inderivable formaliza todo espaciamento o temporalización para los que la reducción económica a *pura* relación no es posible. Es el «derrocamiento» del cálculo diferencial; el momento «materialista» que sigue al «idealismo absoluto» de la operación diferencial.]

Lo que prueban las funciones sin derivada son los límites del *espíritu*. Lo que prueba la existencia de funciones continuas inderivables son las limitaciones «económicas» del idealismo. Volvamos a nuestro enfoque matemático. La serie: a) *función inderivable*, b) *función aproximada derivable*, c) *función derivada*, realiza el movimiento de puesta afuera y puesta abajo de la materia, luego la reducción de la forma a *pura* relación. Movimiento de economía que es propiamente el del consciente, y que se podría muy bien caracterizar (de una manera sólo descriptiva que no toma en cuenta el aspecto dinámico) como paso (a la vez histórico y tópico) del inconsciente al preconscious, luego del preconscious al consciente. Desde entonces, si es así, se marca el lugar de un pensamiento imposible, de una práctica que sólo puede ser ignorada y rechazada, y que tiene como tarea restituir y realzar lo que el pensamiento consciente deja caer y utiliza. Que tiene por tarea sacar a flote lo que no se puede sacar a flote, en principio, de la conciencia, y que no puede funcionar, desde entonces, si no es en dialéctica con lo que lo consciente saca a flote.

## NOTAS

1. Engels, *Anti-Düring* (trad. cast.: Barcelona, Grijalbo, 1964).
2. Benveniste, *Problèmes de linguistique générale* (trad. cast.: Madrid, Siglo XXI, 1971).
3. Saussure, *Cours de linguistique générale*, p. 156.
4. Cournot, *Essai sur les fondements de la connaissance et sur les caractères de la critique philosophique*.

\* Juego de palabras intraducible sobre el juego de palabras. La expresión «mot d'esprit» (chiste, salida ingeniosa) suministra pistas sobre la génesis del Espíritu.

5. La polisemia de la palabra griega *pneuma* —a la vez fluido y aliento— es capaz de reunir en la misma complicidad el método de las *fluxiones* de Newton y el  *río del lenguaje* de Saussure; a través de esos dos nombres, todos los que, como los gnósticos, han reconocido en el *pneumatikós* y en el *pneuma* la imagen invisible de la sublimación, de la elevación espiritual... Sobre el *pneuma* y lo «sutil», cfr. Derrida, *L'Écriture et la Différence*, y *De la grammatologie*.

6. La materia, en Hegel, es ante todo lo que *resiste* a la voluntad libre. La miseria «tiene que ver con la materia que, con todos los medios exteriores de naturaleza particular, ofrece una resistencia in-

finita a llegar a ser la propiedad de la voluntad libre y que por eso es la dureza absoluta». El esfuerzo por vencer esta resistencia es el *trabajo*. Hegel continúa en efecto: «la mediación que prepara y obtiene para la necesidad particularizada, un medio igualmente particularizado, es el trabajo. Por los procedimientos más variados, especifica la materia entregada inmediatamente por la naturaleza para diferentes objetivos» (*Principes de la philosophie du Droit*, pp. 195 y 196). Así, la ligazón entre el par fundamental de la lucha filosófica (materia/espíritu) sería dado por la oposición general materia-trabajo/espíritu-goce.

### 3) Nuevas álgebras para investigadores sociales

#### A) GRUPOS Y REDES

- Fragmentos de JEAN DESANTI, «Observaciones sobre la conexión de las nociones de génesis y estructura en matemáticas», en J. Piaget (ed.), *Las nociones de estructura y génesis*, tomo II: *Matemática y biología*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1975.

Para un matemático, el sentido de la noción de estructura no ofrece ambigüedad alguna. De un conjunto E dirá que está provisto de una estructura\* cuando en él se ha definido por lo menos una operación y precisado el sistema de axiomas que delimitan el campo operativo y permiten engendrar, en un sistema deductivo, la cadena de las propiedades que la operación construye sobre el conjunto. Por ejemplo, un conjunto E está provisto de una estructura de *grupo* si se define sobre él una operación anotada +, caracterizada por los siguientes axiomas:

- Si *a* y *b* pertenecen a E, (*a* + *b*) pertenece a E.
- a* + *b* + *c* = (*a* + *b*) + *c*, perteneciendo *a*, *b*, *c*, a E.
- En E existe un elemento *e*, tal que *e* + *a* = *a*.
- En E existe un elemento *i*, tal que *i* + *a* = *e*; ese elemento se llama inverso a la izquierda (o, respectivamente, a la derecha) de *e* respecto de la operación +.

Así, el conjunto de números enteros, positivos y negativos, forma un grupo respecto de la suma. El ele-

mento *e* se anota como 0 (cero); el elemento inverso (bilateral, pues el grupo es conmutativo) de *a* se anota como -*a*. [...].

a) Con la noción de grupo, tenemos ya en la mente un ejemplo de estructura. Antes de presentar un concepto más general y más formal, demos otro ejemplo.

Se denomina *enrejado* [*treillis*] (a veces *rejilla* [*lattices*]; G. Birkhoff; a veces *estructuras*: O. Ore y Gliwenko; a veces, simplemente, *Systeme von Dingen*: K. Menger) un sistema T de elementos *x*, *y*, *z*,... que satisfacen las siguientes condiciones:

1) Todo par de elemento *x*, *y*, de T, está vinculado por una relación de notación <, tal que:

$$\begin{aligned} x < x \\ x < y \text{ e } y < x &\Leftrightarrow x = y \\ x < y \text{ e } y < z &\rightarrow x < z \end{aligned}$$

2) A todo par *x*, *y*, de elementos de T, corresponde un elemento de T, de notación *x* ∩ *y*, tal que:

$$\begin{aligned} x \cap y < x; x \cap y < y \\ z < x \text{ y } z < y &\rightarrow z < x \cap y \end{aligned}$$

3) A todo par, *x*, *y*, de elementos de T corresponde un elemento de T, de T, de notación *x* ∪ *y*, tal que:

$$\begin{aligned} x < x \cup y \\ y < x \cup y \\ x < z \text{ e } y < z &\rightarrow x \cup y < z \end{aligned}$$

Formulemos algunas observaciones respecto de los enunciados precedentes. Siempre me es posible dar un nombre al sistema T interpretándolo «intuitivamente»: T\* puede designar el conjunto de los subconjuntos de un conjunto, y la relación *x* < *y* puede significar «*x* está contenida en *y*». El elemento *x* ∩ *y* de T designa en-

\* La noción de estructura es presentada aquí en forma intuitiva. Para una definición precisa, cfr. Bourbaki, N., *Tbéorie des Ensembles*, cap. III, o, para más rigor, *Tbéorie des Ensembles. Fascicule de résultats*, § 8.

tonces la intersección de los conjuntos  $x$  e  $y$ ; el elemento  $x \cup y$ , su reunión.  $T$  puede designar el conjunto de proposiciones susceptibles de tener el valor « $\vee$ » o « $\wedge$ », y  $x < y$  significar  $x$  implica  $y$ ;  $x \cap y$  designará la conjunción de  $x$  e  $y$ ;  $x \cup y$ , su disyunción.  $T$  puede designar el conjunto de los enteros positivos; la relación  $x < y$  significará  $x$  es un divisor de  $y$ . El elemento designado por  $x \cap y$  será su máximo común divisor; el elemento designado por  $x \cup y$ , su mínimo común múltiplo. Cada una de estas «interpretaciones» se presentará como una teoría obtenida sobre una estructura isomorfa a la estructura «madre». Los «teoremas formales» enunciados en la teoría de la estructura madre tendrán su homólogo en la teoría de la estructura «derivada».

## B) ANÁLISIS MEDIANTE GRUPOS

### a) Grupo de Piaget

- Fragmento de JEAN PIAGET, *Epistemología genética*. Barcelona, A. Redondo, 1970.

Este poder de formar operaciones sobre operaciones es el que permite al conocimiento sobrepasar lo real y el que le abre la vía indefinida de los posibles por medio de la combinatoria, y entonces se liberan de las construcciones paso a paso a las que estaban sometidas las operaciones concretas. En efecto, las combinaciones  $n$  a  $n$  constituyen de hecho una clasificación de todas las clasificaciones posibles, las operaciones de permutación suponen una seriación de todas las seriaciones posibles, etc. Una de las novedades esenciales de las operaciones formales consiste en enriquecer así los conjuntos iniciales elaborando «sistemas de partes» o «símplices», que descansan sobre una combinatoria. En particular se sabe que las operaciones proposicionales poseen esta estructura, igual que la lógica de clases, en general, cuando se libera de los límites característicos de los «agrupamientos» iniciales, lo que da lugar a la construcción de «retículos». Se ve la unidad profunda de algunas de las novedades indicadas hasta aquí.

Pero hay otra que también es fundamental y cuya evidencia nos había permitido mostrar hacia 1948-1949 el análisis de los hechos psicológicos, antes de que por su parte los lógicos se interesaran por esta estructura: es la unión en un único «grupo cuaternario» (grupo de Klein) de las inversiones y de las reciprocidades en el seno de las combinaciones proposicionales

(o de un «conjunto de partes» en general). En el seno de las operaciones concretas existen dos formas de reversibilidad: la inversión o negación que conduce a anular un término, por ejemplo  $+A - A = 0$ , y la reciprocidad ( $A = B$  y  $B = A$ , etc.), lo que conduce a equivalencias y, por tanto, a una supresión de las diferencias. Pero, si la inversión caracteriza los agrupamientos de clases y la reciprocidad los de relaciones, todavía no existe al nivel de las operaciones concretas un sistema de conjunto que ligue estas transformaciones en un todo único. Por el contrario, al nivel de la combinatoria proposicional, toda operación como  $p \supset p$  supone una inversa  $N$ , es decir,  $p \cdot \bar{q}$ , y una recíproca  $R$ , es decir,  $\bar{p} \supset \bar{q} = q \supset p$ , así como una correlativa  $C$  (o sea,  $p \cdot q$  por permutación de las disyunciones y de las conjunciones en su forma normal) que es la inversa de su recíproca. Tenemos entonces un grupo conmutativo,  $NR = C$ ;  $CR = N$ ;  $CN = R$  y  $NRC = I$ , cuyas transformaciones son operaciones al cubo, puesto que las operaciones que ligán son ya operaciones al cuadrado. Este grupo, del cual naturalmente el sujeto no tiene ninguna conciencia en tanto que estructura, expresa, sin embargo, lo que es capaz de realizar cada vez que distingue una inversión y una reciprocidad para componerlas entre sí. Por ejemplo, cuando se trata de coordinar dos sistemas de referencia, en el caso de un móvil  $A$  que se desplaza sobre un soporte  $B$ , el objeto  $A$  puede permanecer en el mismo punto con referencia al exterior o por inversión de su movimiento o por compensación entre sus desplazamientos y los del soporte; ahora bien, tales composiciones sólo son anticipadas en el presente nivel e implican el grupo  $INRC$ . Lo mismo sucede con los problemas de proporcionalidad, etc., partiendo de las proporciones lógicas inherentes a este grupo ( $I:N$ :  $C:R$ ; etc.).

El conjunto de estas novedades, que finalmente permiten hablar de operaciones lógico-matemáticas autónomas y bien diferenciadas de las acciones materiales con su dimensión causal, va acompañado de un conjunto correlativo igualmente fecundo en el terreno de la causalidad, porque, en la medida en que se realiza esta diferenciación, se establecen relaciones de coordinación e incluso de apoyo mutuo, al menos sobre dos niveles, de una forma que cada vez está más próxima a los procedimientos del pensamiento científico.

### BIBLIOGRAFÍA

- PIAGET, J. y MUNARI, A., «De las formas concretas del grupo de Klein al grupo INRC», en Piaget, *Investigaciones sobre la abstracción reflexivante*, Buenos Aires, Huemul, 1970.

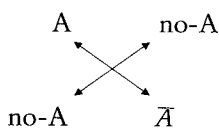
## b) El cuadro semiótico

- Extractos de A.J. GREIMAS y J. COURTÉS, «Cuadro semiótico», en *Semiótica. Diccionario razonado de la teoría del lenguaje*, Madrid, Gredos, 1982.

1. Se entiende por *cuadro semiótico* la representación visual de la articulación lógica de una categoría semántica cualquiera. La estructura elemental de la significación, definida, en primera opción, como una relación entre al menos dos términos, sólo descansa en una distinción de oposición que caracteriza al eje paradigmático del lenguaje: en consecuencia, es suficiente para constituir un paradigma compuesto de  $n$  términos; sin embargo, no permite distinguir, dentro de ese paradigma, las categorías semánticas fundadas sobre la isotopía (el «parentesco») de los rasgos distintivos que pueden ser reconocidos en él. Es necesaria una tipología de las relaciones, gracias a la cual se puedan distinguir los rasgos intrínsecos (constitutivos de la categoría) de aquellos que le son ajenos.

2. La tradición lingüística de entreguerras ha impuesto la concepción binaria de la categoría. Eran raros los lingüistas que, como V. Brøndal, por ejemplo, sostenían —tras las investigaciones comparativas sobre las categorías morfológicas— la existencia de estructuras multipolares que comprendían hasta seis términos unidos entre sí. No obstante, R. Jakobson, uno de los defensores del binarismo, ha llegado a reconocer la existencia de dos tipos de relaciones binarias, unas, del tipo  $A/\bar{A}$ , caracterizadas por la oposición resultante de la presencia y de la ausencia de un rasgo definido; las otras, del tipo  $A/\text{no-}A$ , que manifiestan, de alguna manera, el mismo rasgo, dos veces presente bajo formas diferentes. A partir de estas adquisiciones, resultado del hacer lingüístico, se ha podido establecer una tipología de las relaciones intracategoriales.

3. *La primera generación de los términos categoriales.* Basta partir de la oposición  $A/\text{no-}A$  (teniendo en cuenta que la naturaleza lógica de esta relación permanece indeterminada) y denominarla *eje semántico*, para darse cuenta de que cada uno de los dos términos de este eje es capaz de contraer separadamente una nueva relación de tipo  $A/\bar{A}$ . La representación de este conjunto de relaciones tomará, entonces, la forma de cuadro:



Nos queda por identificar, una a una, estas diversas relaciones:

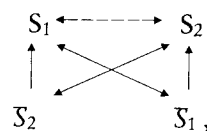
- a) La primera  $\text{—}A/\bar{A}\text{—}$ , definida por la imposi-

bilidad que tienen dos términos para estar presentes a la vez, será denominada relación de *contradicción*: es su definición estática. Desde el punto de vista dinámico, la operación de negación efectuada sobre el término  $A$  (o  $\bar{A}$ ) es la que genera su contradictorio  $\bar{A}$  (o  $\text{no-}\bar{A}$ ). Así, partiendo de los dos términos primitivos, es posible engendrar dos nuevos términos contradictorios (términos de primera generación).

b) La segunda operación es de *aserción*. Efectuada sobre los términos contradictorios ( $\bar{A}$ ,  $\text{no-}\bar{A}$ ), puede presentarse como una *implicación* y hacer aparecer los dos términos primitivos como presupuestos de los términos asertados ( $\bar{A} \supset \text{no-}A$ ;  $\text{no-}\bar{A} \supset A$ ). Si, y solamente si, esta doble aserción tiene por efecto producir esas dos implicaciones paralelas, se puede decir que los dos términos primitivos presupuestos son los términos de una sola y única categoría y que el eje semántico elegido es constitutivo de una categoría semántica. Por el contrario, si  $\bar{A}$  no implica  $\text{no-}\bar{A}$ , y si no implica  $A$ , los términos primitivos  $\text{—}A$  y  $\text{no-}A\text{—}$ , con sus contradicciones, dependen de dos categorías semánticas diferentes. En el primer caso se dirá que la operación de implicación establecida entre los términos ( $\bar{A}$  y  $\text{no-}A$ ) y ( $\text{no-}A$  y  $A$ ) es una relación de *complementariedad*.

c) Los dos términos primitivos son términos presupuestos; se caracterizan, además, por poder estar presentes de manera concomitante (o en términos lógicos, de ser verdaderos o falsos juntos: criterio que es difícil de aplicar en semiótica), y están llamados a contraer una relación de *presuposición recíproca* o, lo que viene a ser lo mismo, una relación de *contrariedad*.

Ahora es posible dar una representación definitiva de lo que llamamos cuadro semiótico:



donde:

- $\longleftrightarrow$  relación de contradicción
- $\dashleftarrow$  relación de contrariedad
- $\longrightarrow$  relación de complementariedad

$S_1$ - $S_2$ : eje de los contrarios

$S_2$ - $S_1$ : eje de los subcontrarios

$S_1$ - $S_1$ : esquema positivo

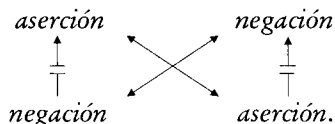
$S_2$ - $S_2$ : esquema negativo

$S_1$ - $S_2$ : deixis positiva

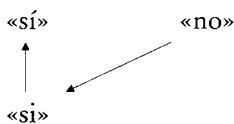
$S_2$ - $S_1$ : deixis negativa.

Queda por esclarecer un último punto, el de la existencia de las categorías binarias *stricto sensu* (cuya relación constitutiva no es la contrariedad, sino la contradicción), tales como, por ejemplo, *aserción/negación*. Nada se opone a que, de tales categorías, se dé una representación en cuadro:





Se nota aquí que la negación equivale a la aserción. Generalizando, es posible decir entonces que una categoría semántica puede ser llamada contradictoria cuando la negación de sus términos primitivos produce implicaciones tautológicas. Esta definición, de orden taxonómico, satisface la lógica tradicional que puede operar sustituciones en los dos sentidos (no orientados) reemplazando *aserción* por *negación* o inversamente. En lingüística, la cuestión se presenta de otro modo: el discurso guarda allí las huellas de las operaciones sintácticas efectuadas anteriormente:



El término «si» es, por supuesto, equivalente de «sí», pero comprende, al mismo tiempo —bajo forma de presuposición implícita—, una operación de negación interior. Entonces es preferible utilizar en las descripciones semióticas, incluso para las categorías contradictorias, la representación canónica en cuadro.

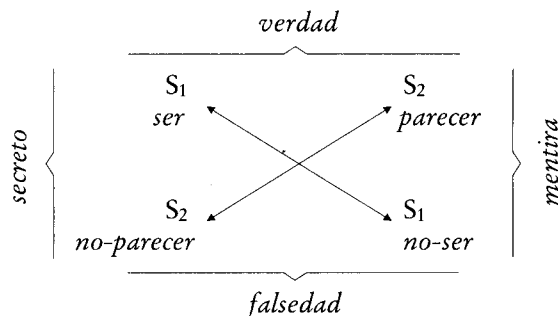
4. *La segunda generación de los términos categoriales.* Se ha visto cómo dos operaciones paralelas de negación, efectuadas sobre los términos primitivos, han permitido generar dos términos contradictorios y cómo, en seguida, dos implicaciones han establecido relaciones de complementariedad, determinando —a la vez— la relación de contrariedad que ahora puede ser reconocida entre los dos términos primitivos. (No nos detendremos en rehacer, partiendo de la red así constituida, las mismas operaciones que, por la negación de los subcontrarios, establecen entre ellos la presuposición recíproca.) Es importante sacar ahora las primeras consecuencias del modelo relacional así construido.

a) Está claro que los cuatro términos de la categoría no se hallan definidos de manera sustancial, sino, únicamente, como puntos de intersección, como extremos de relaciones: esto responde al principio estructural enunciado por F. de Saussure, según el cual «en la lengua, sólo hay diferencias».

b) Nótese también que, partiendo de la proyección de los contradictorios, cuatro nuevas relaciones han sido reconocidas en el cuadro: dos relaciones de contrariedad (el eje de los contrarios y de los subcontrarios) y dos relaciones de complementariedad (las deixis, positiva y negativa).

c) Dado que todo sistema semiótico es una jerarquía, resulta probado que las relaciones contraídas entre términos pueden servir, a su vez, de términos que establecen entre sí relaciones jerárquicamente supe-

riorios (las funciones que desempeñan el rol de funtivos, según la terminología de L. Hjelmslev). Se dirá, en tal caso, que dos relaciones de contrariedad contraen entre ellas la relación de contradicción, y que dos relaciones de complementariedad establecen entre sí la relación de contrariedad. El siguiente ejemplo ilustra esta constatación:



Podrá reconocerse así que *verdad* y *falsedad* son *metatérminos contradictorios*, mientras que *secreto* y *mentira* son *metatérminos contrarios*. Los metatérminos y las categorías que ellos constituyen serán considerados como términos y categorías de segunda generación.

BIBLIOGRAFÍA

BLANCHÉ, R., *Structures Intellectuelles*, París, Vrin, 1966.  
 BRØNDAL, V., *Les parties du discours: études sur les catégories du langage*, Copenhague, Ejnar Munksgaard, 1948.  
 HJELMSLEV, L., *Prolegómenos de una teoría del lenguaje*, Madrid, Gredos, 1971.  
 JAKOBSON, R., «The cardinal dychotomy in Language», en R.N. Anshen, *Language*, Nueva York, 1957.  
 SAUSSURE, F. de, *Curso de lingüística general*, Buenos Aires, Losada, 1945.

c) *El cuadrado de Klein en mitología*

- Fragmentos de C. LÉVI-STRAUSS, *Mitológicas: El hombre desnudo*, México, Siglo XXI, 1976.

Característica de la mitología, la adherencia de la estructura al sentido se desprende con claridad de los constreñimientos específicos que impone a los grupos cuatripartitos que he usado varias veces en el tomo tercero ([3] pp. 306-307, 328, 347, 362). Se vio en tales ocasiones que mitos o variantes de mitos se ordenaban como grupos de Klein incluyendo un tema, el contrario

del tema y sus inversas. Se obtenían así conjuntos de estructuras de cuatro términos encajonadas unas en otras y que preservan entre ellas una relación de homología. O sea, en los casos considerados y siguiendo el orden de los encajonamientos sucesivos: 1) no-hermana, hermana que yerra, hermana institutriz, esposa; 2) retorno de la primavera, separación de las estaciones, fin del verano, conflicto de las estaciones; 3) hombre herido, mujer renega, hombre jorobado, mujer indispuesta; 4) savia, resina, orina, sangre menstrual. Pero se observaba asimismo que estos grupos no eran independientes unos de otros, que cada uno no se bastaba a sí mismo como un ser de pleno derecho, tal como aparecería si se pudiera considerar desde un punto de vista puramente formal. De hecho, la serie ordenada de las variantes no retorna al término inicial después de haber recorrido el primer ciclo de cuatro: como por efecto de un derrapamiento o, mejor, de una acción análoga a la de un cambio de velocidades de bicicleta, la cadena lógica salta y se engrana al término inicial del grupo encajonado de orden inmediatamente inferior, y así sucesivamente hasta el último. El ciclo generador de las variantes adopta así la apariencia de una espiral cuyo estrechamiento progresivo ignora la discontinuidad objetiva de los niveles encajonados. ¿Qué decir sino que, en el caso del mito, la distribución periódica de las estructuras de grupo se hace indisociable de los niveles semánticos que el análisis permite deslindar? A diferencia de las matemáticas, el mito subordina la estructura a un sentido del cual ella se vuelve expresión inmediata: como en una pantalla de televisión que llamamos descompuesta, pero sólo por el hecho de que los parámetros de la recepción se modifican por razones contingentes en lugar de estar regidos por una ley, son siempre imágenes que se invierten de positivas a negativas, se vuelven de derecha a izquierda o de arriba abajo; transformaciones todas que recuerdan el mecanismo del retruécano que, convenientemente dispuesto, hace aparecer en una palabra o en una frase y como en negativo el *otro sentido* que, traspuertas a un nuevo contexto lógico, la palabra o la frase podrían asimismo portar.

Transformaciones de este tipo constituyen el fundamento de toda semiología. Si, como escribí hace poco, la significación es el operador de la reorganización de un conjunto ([2] 9, p. 30), resulta que la búsqueda del sentido, del sentido escondido detrás del sentido y así sucesivamente, tiene por único límite lo que, ampliando una noción introducida por Saussure, podría llamarse la «capacidad anagramática» del conjunto significativo. Es sabido que el propio Saussure nunca llevó su descubrimiento hasta el término en virtud de una dificultad con la que tropezó y que no pudo o quiso vencer: si los anagramas desempeñan un papel esencial en las más antiguas poéticas, ¿cómo es que los retóricos y los poetas mismos nunca han hablado de ello, ni atestiguado tener conciencia de emplear semejante procedimiento? La generalización que sugiero permite quizá adelantar una respuesta. Pues si

se trata de una aplicación particular de un procedimiento a la vez fundamental y arcaico, puede concebirse que se haya perpetuado no por la observancia consciente de reglas, sino por conformismo inconsciente hacia una estructura poética intuitivamente percibida según modelos anteriores elaborados en las mismas condiciones. Después de todo, la objeción que encontramos hoy por parte de mentes conservadoras, que se niegan a admitir que la inspiración poética descansa en el juego de una combinatoria, se hunde a su vez en un viejísimo misticismo que desde los más lejanos tiempos pudo reprimir regularmente en el inconsciente los mecanismos verdaderos de la creación estética.

Tal vez porque la connivencia de la expresión musical con el intelecto es menos patente, los músicos no parecen haber experimentado el mismo fastidio para discernir y explicar los resortes lógicos de su arte. Los tratados de contrapunto y de armonía demuestran cómo distribuciones estructurales diferentes no existen ni se hacen perceptibles sino distinguiéndose unas de otras por tonos, alturas, timbres y ritmos ellos mismos diferenciados. Desde hace mucho la música sabe que dispone de dos medios principales de composición: confrontar estructuras con otras estructuras, o bien, si no, mantenerlas transformando su soporte sensible: es lo que se llama desarrollar.

Pero, en virtud también de que adquiría conciencia cada vez más clara de este último procedimiento, de que establecía el repertorio de todos los recursos y hasta conseguía codificarlos, la música iba a mustiarse rápidamente, a enervar y esterilizar el arte del desarrollo cuyas facilidades y abusos debían conducirla a reforzar el primer medio a expensas del segundo. Pero entonces se produjo un nuevo fenómeno, pues la música va dissociando insidiosamente la fase de elaboración de las estructuras de aquella —hasta aquí confundida con la otra— en que son llamadas a recibir un soporte sensible. Estas dos fases del proceso de la creación musical tienden en adelante a escindirse, se debilita el nexo entre forma y sonido, y el sistema sensible mismo se convierte en un medio de codificación, entre otros igualmente posibles, de estructuras inteligibles que no fueron inicialmente concebidas por la imaginación como sistemas de sonidos. El lenguaje musical se desprende así progresivamente de lo que por largo tiempo constituyó su carácter *distintivo*, a saber, que las estructuras latentes siempre eran función del soporte sensible y no a la inversa. Es, en efecto, solamente a través de las variaciones del soporte sensible como conservan su individualidad las estructuras de la música tradicional. Como siempre y por doquier, la estructura no se vuelve accesible sino por el sesgo de un homomorfismo cuya ocasión debe ser proporcionada por una redundancia de niveles: la obra musical es un sistema de sonidos capaz de inducir sentidos en el espíritu del oyente.

De modo que el correlato de lo que hasta hace poco se llamaba música consistiría en estructuras de significa-

ción dejadas en suspenso, así fuera teóricamente, en espera de que en ellas se vuelquen sonidos. Fórmula que corresponde bastante exactamente a ciertas tentativas contemporáneas que dan la impresión, atinada o errada, de codificar con sonidos sistemas de sentidos concebidos y dispuestos previamente a su trasposición a forma musical. Así, no sería falso —y en todo caso en absoluto peyorativo— decir de estas tentativas que representan una antimúsica con respecto a la cual la mitología, habida cuenta de su corrimiento hacia el lenguaje, caería, comparada con la música tradicional, a medio camino.

De manera que una importante reserva tempera y limita lo que antes sugerimos acerca de la relación de simetría que liga mitología y música, a uno y otro lado del eje transversal que opone las entidades matemáticas a los hechos lingüísticos: esta simetría no apareció ni se mantuvo más que para cierta forma de música, nacida hacia los siglos XVI y XVII, y cuya desaparición se observa hoy día, luego de que agotó sus virtualidades por razones ya dichas. Lejos de existir en lo absoluto, esta simetría debe ser remitida a un periodo de la historia moderna y contemporánea, y es conveniente interrogarse acerca de las razones que la hicieron surgir, no menos que sobre las que tienden ahora a resorberla.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] LÉVI-STRAUSS, C., *Les structures élémentaires de la parenté*, París, Vrin, 1949.  
 [2] LÉVI-STRAUSS, C., *La pensée sauvage*, París, Plon, 1962.  
 [3] LÉVI-STRAUSS, C., *L'origine des manières de table*, París, Plon, 1968 (trad. cast.: México, Siglo XXI, 1970).

## C) ANÁLISIS MEDIANTE REDES

### a) Teoría de redes sociales

#### a.1) Definición

- Fragmentos de NARCISO PIZARRO, «Redes sociales (análisis de)», en Román Reyes (dir.), *Terminología científico-social. Aproximación crítica*, Barcelona, Anthropos, 1987.

El análisis de redes o análisis reticular (*network analysis* en inglés) designa una orientación en la investigación social que se ha venido desarrollando, sobre todo en

los países anglosajones, desde mediados de los años sesenta.

Es difícil, en el corto espacio del que disponemos, establecer con claridad las dimensiones de esta perspectiva de investigación: por una parte, se trata de un conjunto de técnicas, por otra de una metodología y, consecuentemente, de un paradigma científico. Lo que hace difícil delimitarlo es, ante todo, que no se trata de un movimiento intelectual limitado a una ciencia social particular, sino que se extiende, prácticamente, al conjunto de las ciencias sociales.

### Postulados básicos

El análisis reticular en sociología comparte con el desarrollado en otras ciencias sociales un cierto número de preocupaciones básicas:

1. El análisis reticular se encuadra en una sociología estructural: su principal objetivo es la búsqueda de las determinaciones estructurales de la acción humana, y no de las motivaciones individuales o colectivas de los individuos.

2. El concepto de estructura, implícito o explícito, utilizado en las investigaciones reticulares presupone que las estructuras se manifiestan en la forma de los *vínculos (ties)* existentes entre los elementos o *nodos* diferenciados que integran un sistema social, siendo estos nodos «actores sociales» o cualquier tipo de entidades sociales significativas (individuos, grupos, organizaciones, clases). Las *redes sociales* son, pues, *conjuntos de vínculos entre nodos*.

3. Los conjuntos de vínculos entre entidades sociales constituyen los datos básicos del análisis reticular: la estructura buscada se concibe como pautas o regularidades en las formas de vinculación que emergen en los conjuntos relacionales como consecuencia de un análisis: la estructura de las relaciones no es directamente observable en los datos, que son de naturaleza compleja e incoherente en su apariencia inmediata.

4. El análisis relacional presupone que las características estructurales de las redes de relaciones sociales descubiertas en el curso del análisis determinan los comportamientos de los individuos implicados en ellas.

5. Por ello, el análisis reticular concibe los sistemas sociales como redes de relaciones sociales, más que como conjunto de individuos cuya conducta está regularizada por conjuntos de normas y valores interiorizados, por atributos individuales o por meras relaciones diádicas (la interacción de la psicología social). Los *vínculos* no son necesariamente diádicos y el análisis reticular considera los *vínculos entre vínculos* como un elemento esencial de la estructura.

6. Así, el análisis reticular de un sistema social es, ante todo, el de un conjunto estructurado de posiciones sociales: el concepto de rol aparece como una va-

riable dependiente de la posición misma y no como la que designa las unidades significativas de los sistemas sociales. En consecuencia, las dimensiones valorativas y normativas de la conducta son, para el análisis reticular, como las demás dimensiones de la motivación, más bien efectos que causas.

7. Los vínculos entre los nodos que definen un retículo social son, en buena parte de las investigaciones concretas realizadas hasta hoy, flujos de información, de bienes o de influencia. Por ello, las estructuras sociales descritas diferencian posiciones relativamente a esas dimensiones. [...].

### Limitaciones del análisis reticular

Por el momento al menos, las investigaciones inspiradas en la perspectiva del análisis de redes tienen dos limitaciones de capital importancia: son fundamentalmente estáticas y descriptivas.

La introducción de una problemática temporal en el análisis reticular conlleva, aun manteniendo el carácter descriptivo de las investigaciones empíricas, sustanciales ventajas para la definición de los criterios de invariancia y de regularidad estructurales. Sin embargo, no es una tarea sencilla ni en sus dimensiones teóricas ni prácticas: hay que articular lo diacrónico y lo histórico en la elaboración de los paradigmas de investigación empírica y tener en cuenta esta articulación en la elaboración de conceptos matemáticos. En gran medida, estas tareas no han sido aún siquiera abordadas, pese a que existan elementos dispersos que las faciliten.

Pero se puede afirmar que cuando se construya un espacio reticular en el que se puedan definir estructuras sociales y, sin cambiar de paradigma ni de conceptos, sus transformaciones históricas, se estará en condiciones de plantear con rigor la problemática de una sociología científica, a la vez estructural e histórica.

### BIBLIOGRAFÍA

- BOORMAN, S.A. y WHITE, H.C., «Social structure from multiple networks. II: role structures», *American Journal of Sociology*, 81 (1976), 1.384-1.446.
- BREIGER, R.L., «Career attributes and network structure: a block-model study of a biomedical research speciality», *American Sociological Review*, 41 (1976), 117-135.
- KNOKE, D. y KUKLINSKI, J.H., *Networks Analysis*, Beverly Hills, Sage Pub., 1982.
- LORRAIN, F. y WHITE, H.C., «Structural equivalence of individuals in social Networks», *Journal of Mathematical Sociology*, 1 (1976), 49-80.

### a.2) Antecedentes

- Extractos de NARCISO PIZARRO, «Los métodos de estudio de las organizaciones administrativas», 1982, inédito.

[...] Los más inmediatos orígenes de lo que, de ahora en adelante, llamaremos la *perspectiva reticular* se encuentran en la problemática de la sociometría. Ésta se desarrolló a partir del célebre trabajo de Moreno *Who Shall Survive*,<sup>1</sup> publicado en 1934. Se trata de un libro que desencadenó toda una corriente de investigación, aún viva y que incluía, además de estudios empíricos elaborados con diferentes métodos, entre los cuales los sociométricos, importantes consideraciones teóricas.

En 1936, Moreno fundó la *Sociometric Review* que fue sucedida, 1937, por la importante *Sociometry: a Journal of Interpersonal Relations*, que es, desde 1956, una revista oficial de la American Sociological Association y que se publica hoy con el título de *Social Psychology Quarterly* [...].

La sociometría se constituye, pues, como un método para el estudio de las relaciones interpersonales de afinidad en los pequeños grupos: un elemento esencial del método sociométrico es la técnica del *sociograma*, que consiste, como es sabido, en representar gráficamente las relaciones interpersonales en un grupo de individuos mediante un conjunto de puntos (los individuos) conectados por una o varias líneas (las relaciones interindividuales). Esta representación de los datos sociométricos, como toda representación, genera un conjunto de preguntas y, en última instancia, una problemática propia. Veremos con detalle cómo a partir de los sociogramas se va desarrollando una nueva aproximación al estudio de las estructuras sociales, en las que *las líneas empiezan a ser relaciones sociales de cualquier tipo; y los puntos, entidades sociales que no se identifican necesariamente con los individuos*. Antes de hacerlo es necesario, sin embargo, precisar algo más los contornos de la problemática estrictamente sociométrica.

Con el sociograma se pretendía representar gráficamente las relaciones de afinidad en pequeños grupos de individuos, con el fin de detectar los subgrupos (cliques) y los líderes sociométricos («stars»): se trataba, en resumen, de detectar en un conjunto de individuos y, a partir de las selecciones de cada uno de ellos, una estructura relacional que permite distinguir subgrupos e individuos significativos. Pero el sociograma, la representación gráfica de las relaciones en el conjunto no facilita la interpretación en todas circunstancias: cuando el conjunto inicial de individuos es relativamente grande (más de diez) y, cuando, siguiendo estrictamente los principios de sociometría, no se limita *a priori* el número de individuos seleccionados por cada

uno de ellos, la representación de los datos en forma de sociograma es extremadamente confusa, a causa de la gran cantidad de líneas que se entrecruzan.

Además, la disposición de los individuos en la hoja de papel es arbitraria: dos sociogramas, dibujados a partir de los mismos datos por dos personas distintas pueden ser en apariencia muy diferentes.

Para resolver estos problemas se intentó pronto *estandarizar* la técnica del sociograma mediante, esencialmente, dos principios complementarios: minimizar el número de líneas que se cruzan, propuesto por Borgatta en 1951,<sup>2</sup> y, para ello, representar *espacialmente agrupados* los puntos que representan individuos sociométricamente próximos, utilizando para establecer la proximidad una serie de convenciones propuestas por Proctor y Loomis también en 1951. Veremos más lejos el considerable desarrollo contemporáneo de las medidas de la *proximidad social* en las redes de relaciones sociales. Por el momento, sin embargo, lo que importa subrayar es que *la problemática de la distancia o proximidad social en las redes* emerge a partir de un problema puramente formal de la representación de datos sociométricos como sociogramas.

El sociograma no es, sin embargo, el único tipo de representación empleada de los datos sociométricos: el mismo Moreno, ya en 1946, propone otra representación de las relaciones de afinidad: las sociomatrices se designan con la expresión más general de «adjacency matrix» o matrices de adyacencia cuando los datos no son específicamente sociométricos, que consisten, como es sabido, en matrices cuadradas cuyas filas y columnas representan a los individuos del grupo; y los valores que se encuentran en las intersecciones de unas y otras, las relaciones entre los diferentes pares de individuos. Como veremos más adelante, las sociomatrices han tenido mejor fortuna que los sociogramas, a pesar de ser representaciones isomorfas de los primeros: la sociomatrix se presta mejor a los complejos análisis contemporáneos de los datos sociométricos, al ser de carácter numérico y poder ser introducida como matriz de datos en la memoria de las computadoras. El desarrollo del *network analysis* en sociología está condicionado por el de ordenadores rápidos y de gran capacidad, así como de algoritmos eficaces para operar con grandes matrices.<sup>3</sup>

## NOTAS

1. Moreno, J.L., *Who Shall Survive*, Washington, D.C., 1934 (Nervous and Mental Disease Monograph, 58).

2. Borgatta, E.F., «A diagnostic note on the construction of sociograms and action diagrams», *Group Psychother*, 3 (1951).

3. Véase Leinhardt, S. (ed.), *Sociological Methodology*, 1982.

## a.3) Breve exposición de la teoría

- Extractos de NARCISO PIZARRO, «Los métodos de estudio de las organizaciones administrativas» (1982, inédito).

### Grafos y relaciones sociales

El desarrollo de la perspectiva reticular en sociología está estrechamente asociado con el de un sector de las matemáticas contemporáneas: la teoría de grafos. Y es que los sociogramas son (hiper)grafos, como lo son también las redes de comunicación, estudiadas por Bavelas desde 1948, en los grupos pequeños.<sup>1</sup>

La teoría de grafos es un instrumento matemático adecuado para el análisis de las redes de relaciones sociales porque éstas son, como hemos visto, relaciones binarias definidas en conjuntos finitos de objetos. Y los grafos, en su definición formal, son, precisamente, relaciones definidas sobre conjuntos finitos no vacíos.<sup>2</sup> [...].

Entre los matemáticos tradicionales la teoría de grafos ha suscitado durante mucho tiempo recelo e incluso desprecio: se trataba de una teoría meramente *descriptiva*, con pocas o nulas posibilidades de deducción. Sin embargo, hoy es evidente que la teoría de grafos puede pensarse, sencillamente, como una rama de la muy prestigiosa topología. Los grafos son, desde el punto de vista topológico, un caso particular de los complejos simpliciales: así los trata además uno de los primeros tratados de topología, el célebre *Analysis Situs* de Veblen:<sup>3</sup> como complejos simpliciales de grado 0 o 1. El primer libro publicado en el mundo sobre la teoría de grafos, *Theorie der endlichen und unendlichen Graphen* lleva por ello como subtítulo: «Kombinatorische Topologie der Streckenkomplexe».

El recelo de los matemáticos hacia la teoría de grafos proviene sobre todo de la falta de gusto y de costumbre que éstos tienen por las matemáticas *finitas*, por el estudio de estructuras definidas sobre conjuntos finitos de objetos. Y es que la utilización de los infinitos en el razonamiento matemático es, como es bien sabido, extremadamente cómoda, pues forma parte de los procedimientos clásicos de la deducción matemática. Sin embargo, los desarrollos contemporáneos de la teoría de grafos no sólo han estrechado sus relaciones con la topología, sino que han establecido fecundas conexiones con otras ramas de las matemáticas: la teoría de los grupos finitos, la teoría de las probabilidades, el análisis numérico y la teoría combinatoria.

Lo que aquí nos interesa subrayar es, precisamente, que la teoría de grafos es una parte de la topología, de esa rama de las matemáticas dedicada al *Analysis Situs*, al estudio de las propiedades de los espacios sobre los que se definen estructuras (álgebras) que permiten el

cálculo. Y es que las estructuras sociales, si alguna vez llegamos a tener de ellas una teoría que merezca ese nombre, tendrán que ser definidas en espacios con propiedades muy diferentes a las del espacio euclidiano: espacios finitos, discontinuos, sobre los que se definen álgebras no menos finitas. Por el momento, las «teorías de la estructura social» sólo son teorías de una *estructura* en sentido metafórico, ya que se definen (con escaso rigor) en espacios cuyas propiedades desconocemos.

Como decíamos al comenzar este párrafo, los sociogramas son grafos y los grafos son relaciones definidas sobre un conjunto finito (y no vacío). Definamos ahora formalmente el concepto de relación, tal y como se hace en matemáticas. Para éstas, una relación definida sobre un conjunto  $S$ , finito, no vacío, de objetos cualesquiera es, sencillamente, una colección de pares ordenados de elementos de  $S$ . Es decir, una relación definida sobre  $S$  es un subconjunto del producto cartesiano  $S \times S$ . Con esta definición, es obvio que cada relación empíricamente establecida sobre un conjunto  $S$  de individuos define un grafo.

Por ello, cuando se definen sobre el mismo conjunto  $S$  dos o más relaciones, la estructura resultante no puede, con todo rigor, llamarse grafo: es usual designarla como «multigrafo» o «hipergrafo». <sup>4</sup> Recordemos, de pasada, que los sociogramas de Moreno definen dos tipos diferentes de relaciones, la atracción y el rechazo sobre el mismo conjunto de individuos y que, por lo tanto, son formalmente multigrafos.

La estructura inducida por la definición de una relación sobre un conjunto depende, evidentemente, de las características de la relación misma o, lo que es lo mismo, de la composición del subconjunto del producto cartesiano  $S \times S$ . No hace falta ser matemático para intuir que, para un conjunto dado  $S$ , el número de grafos diferentes que pueden definirse es igual al número de relaciones posibles: es decir, al número de diferentes subconjuntos posibles de  $S \times S$  (siempre y cuando podamos identificar los elementos del conjunto independientemente de las relaciones mismas que los asocian). Pero no entraremos aquí en los problemas específicos de la enumeración de los grafos, suficientemente tratados en, por ejemplo, *Graph Theory*. <sup>5</sup> Bastará con indicar, a título de ejemplo, que sobre un conjunto de sólo seis objetos existen 156 diferentes grafos que pueden definirse sobre él, y que sobre un conjunto de *nueve* objetos el número de grafos diferentes alcanza 308.708...

La cantidad de información que conlleva la definición de un grafo particular en un conjunto de  $n$  objetos es, pues, muy grande ya que presupone el rechazo de todos los demás grafos posibles. Por ello, aunque no sólo por ello, la mera definición de una relación social sobre un conjunto de  $n$  entidades distintas es algo menos trivial de lo que, a simple vista, puede parecer. En este contexto, el estudio de la formación de sub-

grupos o conglomerados en el seno de grupos reales de individuos, típico de la sociometría, aparece como un problema empírico de gran relevancia teórica.

Obviamente, no es aquí lugar de exponer los resultados actuales de la teoría de grafos, pues además de existir excelentes tratados sobre la cuestión, <sup>6</sup> esta teoría forma parte, como la estadística, de las matemáticas y no de la metodología sociológica. Sin embargo, por razones de claridad expositiva en los restantes epígrafes, nos vemos obligados a introducir aquí las definiciones de algunos conceptos propios de la teoría de grafos. Apuntemos, antes de hacerlo, que la terminología de la teoría de grafos no está aún unificada, <sup>7</sup> por lo que el lector podría encontrar otras expresiones que designan los mismos conceptos en diferentes tratamientos de esta teoría.

Como hemos dicho anteriormente, una relación definida sobre un conjunto  $S$  es un subconjunto (no vacío) del producto cartesiano  $S \times S$ . Llamaremos  $G$  a este subconjunto de pares ordenados de elementos de  $S$ . Un grafo es, pues, sencillamente la relación  $G$  definida sobre el conjunto  $S$ . Llamaremos puntos a los elementos de  $S$ .

Cuando dos puntos  $s_i$  y  $s_j$ , en este orden, forman un par incluido en  $G$ , diremos que son *adyacentes*, y llamaremos *arco* al par ordenado  $(s_i, s_j) \in G$ . Se dirá, además, que  $s_i$  es el punto *inicial*; y  $s_j$ , el punto final del arco  $s_i, s_j$ .

Un *camino* es una serie de puntos  $s_k, s_l, s_m, \dots, s_v$  tales que cada uno de ellos es el punto inicial de un arco cuyo punto final es el punto siguiente de la serie. Los puntos  $s_k$  y  $s_v$  serán, respectivamente, los puntos iniciales y finales del camino. Y la longitud del camino será el *número de arcos* que lo constituyen.

Cuando el punto inicial y el final de un camino son el mismo, diremos de ese camino que es un *ciclo*.

Esta terminología es la de los grafos *dirigidos*, es decir, la que corresponde a relaciones que no son necesariamente simétricas, <sup>8</sup> representadas gráficamente por líneas *flechadas* entre dos puntos. Pero existen también grafos de relaciones asimétricas (no dirigidos), tales que para todo  $(s_i, s_j) \in G$ ,  $(s_j, s_i) \in G$ .

Los grafos no dirigidos se suelen representar uniendo sus puntos mediante líneas sin flechar, para evitar la farragosa duplicación de líneas flechadas que implica la simetría. Es usual entonces hablar de *aristas* en lugar de arcos, de *cadena* en lugar de caminos y de *circuito* en lugar de ciclos. Como hemos dicho antes, existe una gran flotación terminológica: emplearemos también la expresión «segmentos» o «conexiones» para referirnos a las aristas.

Definiremos, además, los conceptos de grafo *completo* y grafo *conexo*. Se dice de un grafo que es *completo* cuando todos los pares de puntos son adyacentes. Y se llama grafo *conexo* a un grafo en el que entre dos puntos cualesquiera existe al menos un camino que los une. Diremos además que un grafo es *fuerte-*

mente conexo si entre dos puntos cualesquiera  $s_k$  y  $s_l$  existen al menos dos caminos que los unen, empezando uno en  $s_l$  y otro en  $s_k$ . En el caso de los grafos no dirigidos, todo grafo conexo es fuertemente conexo.

NOTAS

1. Bavelas, A., «A Mathematical Model for Group Structure», *Applied Anthropology*, 7 (1948), 16-30.
2. Harary, F., *Graph Theory*, Reading, Mass., Addison Wesley, 1971, p. 7.
3. Veblen, O., *Analysis Situs*, Cambridge, Amer. Math. Soc. Pub., 1922.
4. Berge, C., *La Theorie des Graphes et ses Applications*, París, Dunod, 1967.
5. Harary, *op. cit.*
6. Aunque los más interesantes son los de Berge y Harary ya citados, pueden consultarse también: Anderson, S.S., *Graph Theory and Finite Combinatorics*, Chicago, Markham, 1970; y Busacker, R.G. y Saaty, T.L., *Finite Graphs and Networks*, Nueva York, McGraw Hill, 1965.
7. Anderson, S.S., *Graph Theory and Finite Combinatorics*, Chicago, Markham, 1970.
8. En inglés «digraphs».

\* \* \*

- Extractos de NARCISO PIZARRO, «Concepto, método, fuentes y programa de la sociología (Métodos y técnicas de la investigación)», memoria presentada en la oposición a cátedra, 1982, inédita.

Densidad relacional y estructura de las redes sociales

Desde que se dibujaron los primeros sociogramas, la simple inspección visual atrajo la atención sobre características formales de estas representaciones, intuitivamente significativas: se observaban puntos a los que llegaban (o de los que partían) más segmentos de rectas que a otros, zonas del dibujo en las que había mayor número de líneas que en otras. La constatación de estas diferencias llevó, naturalmente, a la elaboración intuitiva del concepto de intensidad relacional.

Para ser útil, el concepto de intensidad relacional necesitaba una definición rigurosa, que permitiera medir de alguna manera las diferencias constatadas visualmente. La medida más simple es, evidentemente, la enumeración de las aristas<sup>1</sup> que llegan a cada punto. Pero era fácil constatar que ese número por sí solo no permitía comparaciones de un grafo a otro, pues se trata de un valor absoluto dependiente del número total de puntos del grafo. [...].

Para tener en cuenta los efectos del tamaño sobre la intensidad relacional en los grafos se han definido dos medidas diferentes: la *densidad* (en sentido estricto) y

el *grado* de un grafo. Veremos cómo se definen y las relaciones existentes entre ambas.

La densidad de un grafo, en el sentido de Barnes,<sup>2</sup> se expresa como un porcentaje, calculado con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{100 \times Na}{(1/2) N \times (N - 1)}$$

donde  $Na$  es el número total de conexiones existentes (de aristas);  $N$ , el número de puntos del grafo; y  $(1/2) \times N \times (N - 1)$ , el número máximo de conexiones posibles entre ese número de puntos.

Así definida, la densidad de un grafo es, sencillamente, el porcentaje de las conexiones realmente observadas respecto al máximo de conexiones posibles. [...].

El *grado* de un grafo es una medida de la intensidad relacional en la que se estima el número medio de conexiones por punto

$$g = \frac{2 \times Na}{N}$$

donde  $g$  es el grado; y  $Na$  y  $N$ , lo mismo que en la fórmula anterior.

La relación existente entre la densidad y el grado de una red se expresa sencillamente con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{100 \times g}{(N - 1)}$$

La densidad de una red es, pues, directamente proporcional a su grado e inversamente proporcional a su tamaño.

De la misma manera que definimos la densidad y el grado de un grafo, podemos definir la densidad y el grado de los puntos de un grafo. El número de conexiones de cada punto sería el *grado del punto* y el porcentaje que este número representa, calculado respecto al número máximo que un punto puede tener en un grafo de ese tamaño, la *densidad relacional del punto*.

Con estos conceptos, estamos ahora en condiciones de reformular la cuestión de los conglomerados, examinada en el párrafo anterior. Y, sobre todo, de poner en evidencia la *significación estructural de las agrupaciones mismas* para la teoría sociológica. Es necesario para ello plantear un problema que habíamos soslayado hasta el momento: el de la posibilidad de que las pautas de relación observadas, las diferencias observadas dentro de una red no sean realmente manifestaciones de la existencia de una estructura, sino *simples fenómenos aleatorios*...

La identificación, en una red de relaciones sociales, de un conglomerado de puntos presupone el subdividir la red en, al menos, dos subredes: el conglomerado

mismo y su entorno. Es obvio, a la luz de lo precedentemente expuesto, que lo que permite la identificación del conglomerado es la constatación de una diferencia de densidad y de grado entre éste y su entorno. Y es que la definición más usual y compacta de los conglomerados se efectúa precisamente, en términos de densidad: un conglomerado o *cluster* es, sencillamente, una subred cuya densidad es relativamente alta respecto a la del entorno...

Pero la diferencia entre las densidades del conglomerado y de su entorno puede ser fruto de la distribución al azar de las relaciones binarias. En ese caso no sólo la existencia misma del conglomerado carecería de significación estructural, sino que la *relación observada sería trivial*. Es necesario comparar la magnitud de las diferencias observadas con la distribución de diferencias que puede calcularse a partir de la hipótesis de que las relaciones se distribuyen aleatoriamente entre los puntos de la red y estimar la probabilidad de que la diferencia observada sea un fruto del azar. Se trata de un problema usual, para el que existen diferentes test estadísticos: contentémonos con mencionar aquí que para redes de menos de 36 puntos se puede aplicar el método exacto de Fisher,<sup>3</sup> y que para mayores tamaños de redes o para datos de otra naturaleza, el test del chi-cuadrado es un instrumento adecuado.<sup>4</sup> Nos referimos aquí al test del caso más sencillo, el de la significación de la frontera entre un conglomerado y su entorno. En otros casos, el establecimiento de la significación de las características estructurales pueden llegar a plantear difíciles problemas de inferencia estadística que, en algunos casos, no están aún resueltos por la estadística matemática. La discusión de los resultados del célebre experimento de Milgram<sup>5</sup> es un ejemplo particularmente interesante de la amplitud de los problemas asociados con el establecimiento de la significación estadística de los resultados de análisis reticulares. [...].

Por otra parte, la medida de la intensidad relacional no se emplea sólo para la identificación de los conglomerados de puntos de la red. En una perspectiva distinta y complementaria se utiliza también para estimar la *centralidad* de los diferentes puntos de la red.

El concepto de centralidad, como los de conglomerado o de intensidad relacional, es intuitivamente evidente: la mera observación de una representación gráfica de una red de relaciones diferencia puntos más periféricos y otros más «centrales» en la red misma. Y también, comparando dos redes distintas, se pueden apreciar visualmente diferencias de «centralización». El examen de las dos redes de cinco puntos aquí dibujadas suministra un buen ejemplo de las diferencias de centralidad que las representaciones mismas nos llevan a constatar.

Como sucedía con la intensidad relacional, el pasar de la intuición de la centralidad a una definición operativa y rigurosa de su medida plantea problemas me-

todológicos complejos. Y es que, como veremos, las diferentes medidas de la centralidad que hasta ahora han sido propuestas no sólo se diferencian en cuanto a sus propiedades matemáticas, sino sobre todo en cuanto a las diferentes significaciones *sociológicas* de las variaciones de centralidad.

Los primeros estudios empíricos que han utilizado las diferencias de centralidad como variable explícitamente definida han sido los de Bavelas<sup>6</sup> y Leavitt.<sup>7</sup> Se trata de investigaciones experimentales sobre la influencia de la forma de las redes de *comunicación* en un grupo sobre el comportamiento de éste. [...] La más reciente revisión de estos trabajos es la realizada en 1976 por Rogers y Agarwala-Rogers.<sup>8</sup> [...].

Existen dos perspectivas diferentes en la medida de la centralidad. La primera de ellas es la que mide la *centralidad del punto* en la red. La más común de las medidas propuestas de la centralidad del punto es, sencillamente, su *grado*, el *número de conexiones* que tiene con otros puntos. Esta primera medida de la centralidad de un punto  $p_k$  se define, pues, como sigue:

$$c(p_k) = \sum_{i=1}^n a(p_i p_k) ,$$

donde  $a(p_i p_k) = 1$ , si  $p_i$  y  $p_k$  están conectados  $y = 0$  en caso contrario.

Para las redes de comunicación, la anterior medida de la centralidad de un punto tiene una interpretación bastante clara y directa: se suele suponer que las personas que ocupan posiciones centrales tienen posibilidades de influenciar los flujos de información que circulan a través de la red.



FIGURA VI.1

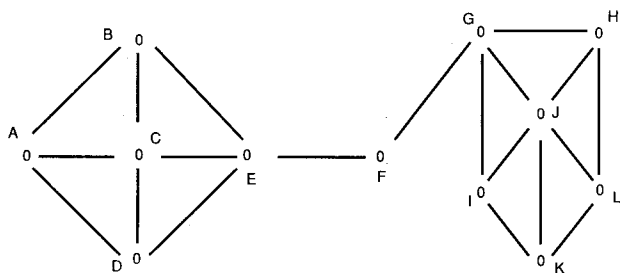


FIGURA VI.2



Esta medida depende del tamaño del grafo, del número de puntos de la red: por ello, se puede modificar fácilmente, dividiéndola por  $(N - 1)$ , con lo que se convierte en un coeficiente cuyo valor mínimo es cero (punto totalmente aislado) y cuyo máximo es 1. [...].

Parece evidente, en efecto, que no es lo mismo tener tres conexiones con puntos aislados que tenerlas con otros que están muy conexiónados: el punto más central debiera definirse de tal forma que se pudiera tener en cuenta su nivel de *mediación* entre diferentes sectores de la red.

El grafo siguiente es un ejemplo intuitivamente claro del tipo de problema que acabamos de indicar:

En efecto, el grafo de la figura VI.2 contiene dos *clusters*, los formados por los puntos ABCDE y por los puntos GHIJKL, en los cuales ninguno de ellos tiene una centralidad (de grado) inferior a 3. El punto F, cuya centralidad (2) es la más baja del grafo, conecta los dos conglomerados y aunque su centralidad sea inferior a la de los puntos C (4) y J (5) parece claro que posee una importancia estructural considerable [...].

Llamaremos *geodésicas* a la o las cadenas más cortas que unen dos puntos dados y utilizaremos este concepto para definir una nueva medida de la centralidad, destinada a estimar la capacidad de mediación de cada punto de una red [...].

Freeman<sup>9</sup> ha propuesto una medida de la centralidad basada en las consideraciones precedentes que se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$C(p_k) = \sum_{i < j}^n \sum_{g_{ij}(p_k)}^n \frac{g_{ij}(p_k)}{g_{ij}}$$

donde  $g_{ij}$  = número de geodésicas que unen  $i$  con  $j$  y donde  $g_{ij}(p_k)$  = número de geodésicas que unen  $i$  con  $j$  y pasan por  $k$ .

Esta medida tiene interesantes particularidades: cada vez que todas las geodésicas existentes entre dos puntos pasan por un tercero, la centralidad de este último se incrementa en una unidad. Cuando tal no es el caso, es decir, cuando sólo algunas de las geodésicas que ligan dos puntos pasan por el tercero, la centralidad de este último se incrementa en la proporción de las que pasan por él respecto al total de las existentes entre los dos puntos considerados.

Hay que mencionar aquí, sin embargo, las dificultades prácticas que se encuentran en la aplicación de esta medida a la centralidad de los puntos de redes de gran tamaño. No es difícil ver, en efecto, que la *identificación* de las geodésicas es una tarea compleja. Pero existen métodos matriciales<sup>10</sup> que permiten desarrollar programas de ordenador para calcularlas.

La última medida de la centralidad que mencionaremos aquí es la fundada en la mayor o menor cercanía de cada punto con los demás puntos del grafo. Pero la cercanía puede estimarse de varias maneras, de las que,

para abreviar, sólo examinaremos la más sencilla,<sup>11</sup> propuesta por Sabidussi.<sup>12</sup>

Esta medida de la centralidad, como la precedente, utiliza las geodésicas, las cadenas de menor longitud que unen dos puntos de un grafo. El concepto en que se basa es sencillo: un punto será más central si la suma de la longitud de las geodésicas que le unen a todos los demás es más pequeña. La fórmula que la expresa es la siguiente:

$$\frac{1}{C(p_k)} = \sum_{i=1}^n d(p_i, p_k)$$

donde  $d(p_i, p_k)$  = longitud de la geodésica que une  $p_i$  y  $p_k$ .

Esta medida sólo puede aplicarse a grafos conexos, pues la distancia medida por la longitud de la cadena entre dos puntos inconexos es infinita. Pero no es esta la única dificultad que encontramos en el uso de esta medida: cabe considerar además de la longitud de las geodésicas que unen a un punto con los demás, el número de éstas.

## NOTAS

1. Si son *aristas*, el número de las que llegan y el de las que parten es el mismo. Si el grafo es dirigido y son arcos, es preciso distinguir el *grado inicial* (de salida) del *grado final* (o de entrada) del punto. No entraremos aquí en estos detalles.
2. Barnes, J.A., «Networks and Political Process», en Mitchell, J.C. (ed.), *Social Networks in Urban Situations*, Manchester, Manchester Univ. Press., 1969.
3. Miemeijer, R., «Some Applications of the Notion of Density», en Boisevain, J. y Mitchell, J.C. (eds.), *Network Analysis, Studies Human Interaction*, La Haya, Mouton, 1973, p. 58.
4. *Ibid.*, pp. 59-62.
5. Milgram, S., «The Small World Problem», *Psychology Today*, 22, mayo (1967), 61-67.
6. Bavelas, A., «Communication Paterns in Task Oriented Groups», *J. of the Accoustical Society of America*, 22 (1950).
7. Levitt, H.J., «Some effects of Communication Paterns on Group Performance», *J. of Abnormal and Social Psychology*, 46 (1951).
8. Rogers, E.M. y Agarwala-Rogers, R., «Communications Networks in Organizations», en *Communication in Organizations*, Nueva York, Free Press, 1976.
9. Freeman, L.C., «A set of Measures of Centrality Based on Betweenness», *Sociometry*, 40 (1977).
10. Harary, F. et al., *Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs*, Nueva York, Wiley, 1965.
11. Otras medidas de la centralidad, basadas en estimaciones de distancia en los grafos se exponen en Freeman, L.C., «Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification», *Social Networks*, 1, 197.
12. Sabidussi, G., «The Centrality Index of a Graph», *Psychometrika*, 31 (1966).

## b) Teoría general de redes de procesos y sistemas (Redes de Petri)

- Artículo de PABLO NAVARRO, «Redes de Petri y teoría social» (1986, inédito).

### 0. Introducción

La Teoría de Redes de Petri, conocida en inglés y en su versión más abarcadora como «General Net Theory of Processes and Systems», y de manera abreviada como «Net Theory» o «Petri Nets», tiene su origen en la disertación de Carl Adam Petri *Kommunikation mit Automaten*, publicada en 1962.<sup>1</sup> Conviene, de entrada, advertir que la teoría iniciada con ese trabajo no tiene nada que ver con la «(Social) Network Theory», que se expresa en revistas como *Social Networks*.

Petri elabora su teoría en ruptura con algunos de los presupuestos más básicos —y al propio tiempo irreal— de la ciencia del computador clásica. La motivación práctica de su enfoque parte de la constatación, en palabras de Brauer, de que «las organizaciones complejas, así como sus comportamientos, no pueden ser adecuadamente descritas mediante modelos de sistemas secuenciales clásicos; los problemas relacionados con la concurrencia de acciones de subunidades diferentes, con conflictos entre metas globales y locales, con limitaciones de recursos, con diferentes niveles de exactitud de las descripciones, con diferentes tipos de flujos de información, etc., necesitan de nuevos enfoques».<sup>2</sup> El ambiente originario de la teoría ha sido, pues, el mundo del ordenador y sus alledaños, incluyendo significativamente los problemas que nacen del uso —inevitablemente social— de sistemas informáticos. No obstante, el nivel de abstracción en el que esa teoría se sitúa invita a tantear su aplicabilidad en esferas de interés más amplias.

Por ejemplo, el análisis de los sistemas sociales humanos en general. Ciertamente, no parece descabellado a primera vista concebir la sociedad humana como una realidad constituida por la acción concurrente de diferentes subunidades (ante todo, de las subunidades que llamamos individuos). Asimismo, apenas cabe duda de que en esa acción se generan y resuelven conflictos, por ejemplo entre metas locales y generales, en un medio caracterizado por la escasez de los recursos. Por último, es difícil sustraerse a la evidencia de que ese medio social admite muy diversos niveles (y perspectivas) de descripción, con distintos grados de exactitud, y canaliza muy variados tipos de flujos informativos.

El propósito de estas páginas es realizar una presentación informal de las intuiciones teóricas fundamentales de Petri y sus colaboradores, utilizándolas a continuación en el análisis de algunos puntos relevantes de la teoría social.

### 1. Cuestión de tiempos

Para comprender rectamente los conceptos esenciales de la Teoría de Redes es preciso desembarazarse de algunos supuestos teóricos profundamente arraigados en nuestra tradición cultural. Quizá el más fundamental y resistente de esos supuestos sea la noción clásica o newtoniana de tiempo. Como se sabe, la idea de la temporalidad patrocinada por Newton hace trescientos años ha sido descartada en el dominio de la física desde comienzos de este siglo. Los conceptos de tiempo que han venido a sustituirla son los de las teorías relativistas (Relatividad Especial y Relatividad General). Sin embargo, y de manera un tanto sorprendente, la noción clásica de tiempo sobrevive con más vigor que nunca en disciplinas tan diversas como la psicología, la economía, la biología o la sociología. Cuando un científico procedente de alguna de esas áreas se enfrenta a un problema que exige una consideración temporal, su primer impulso —casi un acto reflejo— es altamente predecible: consiste en trazar unas coordenadas cartesianas y poner la consabida  $t$  junto al eje de abscisas. Ciertamente, la concepción newtoniana del tiempo tiene una poderosa capacidad de sugestión, y ha sido pieza fundamental de la mecánica clásica, la teoría modélica de la ciencia moderna. Por eso es comprensible que en nuestro mundo —excepto para la ciencia que fuera su lugar de nacimiento—, constituya lo que Ortega llamaría una *creencia*: un supuesto que, de puro incuestionado, ha devenido inconsciente.

Sin embargo, el concepto newtoniano de tiempo —como todavía más el einsteiniano— perfila un tipo de estructura considerablemente compleja, notablemente específica y así, en cierto modo, improbable. Aun concediendo que su formato pueda resultar conveniente para la representación de ciertos procesos, nada indica *a priori* que sea generalizable. Por otra parte, nuestra intuición espontánea de la trama temporal que da sentido a los sucesos de nuestro *mundo vivido* dista mucho de encontrar fácil acomodo en ese formato. Se diría que los humanos funcionamos con un «dispositivo temporizador» distinto del que caracteriza la mecánica clásica, y desde luego más laxo. Los acontecimientos que componen nuestras vidas no parecen estar encadenados necesariamente en una única secuencia ordenadora. Desde un punto de vista biográfico, *ni está el mañana —ni el ayer— escrito*. La reducción del esquema temporal característico de los fenómenos de tipo intencional al concepto unidimensional newtoniano de tiempo no puede hacerse sin pagar un alto precio. Al intentarla, presentimos que estamos aplastando una estructura demasiado rica para ser embutida en un recinto tan angosto. La descripción de ese recinto que es el tiempo clásico debe realizarse con cierto detenimiento si se quiere estar en condiciones de visualizar sus limitaciones y posibles alternativas.

Se puede dar precisión a cualquier idea de tiempo,

y en concreto a la newtoniana, por medio del concepto matemático de *espacio*. De manera máximamente general, un espacio es una colección de puntos. La estructura de esa colección caracteriza diferentes tipos de espacio. En lo que sigue se asumirá, pues, el supuesto de que los distintos conceptos de tiempo pueden ser expresados como otras tantas estructuras espaciales.<sup>3</sup> Cabe estructurar un espacio por medio de dos tipos o niveles de propiedades, *topológicas* y *métricas*. Las primeras determinan lo que se conoce como una *topología*, y las segundas definen una *métrica*. Desde un punto de vista topológico, las principales propiedades del tiempo newtoniano son: ordenación total, unidimensionalidad, ilimitación e infinitud, continuidad y conectividad. Por la primera propiedad, no hay dos puntos (concebidos, puesto que del tiempo se trata, como instantes) distintos que sucedan a un mismo punto, o tengan un mismo punto sucesor. Dimensionalmente, los puntos temporales o instantes se conciben formando una línea, cualquiera de cuyos intervalos puede ser limitado por dos puntos. Además se concibe esa línea como ilimitada, por cuanto no posee punto inicial ni final. Es también infinita puesto que el conjunto de los sucesores de cualquiera de sus puntos no incluye ese mismo punto (lo cual descarta la posibilidad de que se cierre cíclicamente sobre sí misma). Las propiedades de ilimitación e infinitud dan a entender que la línea no sólo carece de principio y fin, sino que se extiende de manera siempre renovada en ambas direcciones. Adicionalmente, la línea es continua, es decir, todo punto perteneciente a la misma tiene una *vecindad* que, por pequeña que sea, incluye infinito número de puntos. Por último, se trata de un espacio conexo: a partir de cualquiera de sus puntos, y pasando siempre por algún punto perteneciente al espacio (sin discontinuidades) es posible alcanzar cualquier otro punto del mismo. En resumidas cuentas, la concepción newtoniana del tiempo descansa en la identificación de sus propiedades con las de la línea real.

Para los que piensen que esa identificación no sólo es perfectamente legítima, sino la única consistente, conviene recordar que todas y cada una de esas características topológicas del tiempo newtoniano han sido puestas en duda por la física contemporánea. La unidimensionalidad del tiempo fue cuestionada primeramente por la Teoría Especial de la Relatividad (TER), que niega la existencia de un espacio temporal al margen del continuo espacio-tiempo. De otro modo: rechaza la realidad de un tiempo concebido como espacio-línea cuyos puntos serían caracterizables sólo en sí mismos, como quería Newton («el tiempo absoluto, verdadero y matemático, fluye uniformemente de sí mismo y por su misma naturaleza, sin relación con nada externo...»)<sup>4</sup> Según la TER cualquier instante se da *en* un punto espacial cuatridimensional. La dimensión tiempo se define en su relación con las tres dimensiones espaciales. Por eso el concepto de veloci-

dad, expresión de esa relación, es para la TER originario y define la invariante fundamental que es la velocidad de la luz. Como consecuencia de esa codeterminación, las características del tiempo se funden con las de ese espacio al que se encuentra indisolublemente ligado. Así, cuando la Teoría General de la Relatividad (TGR) afirme que el espacio-tiempo resulta curvado por la acción de la gravedad, la noción de tiempo se hará inopinadamente dependiente del modo de distribución de la materia en el universo.

El concepto de un tiempo interminable, sin principio ni fin, debe cualificarse igualmente si se acepta la perspectiva relativista. Es preciso distinguir en ese caso los dos conceptos de ilimitación e infinitud, y reconocer la posibilidad de que el continuo espacio-tiempo sea finito al tiempo que ilimitado. Ese continuo puede, en efecto, estar cerrado sobre sí mismo debido al efecto de pandeo que sobre él ejerce la gravedad. La eventualidad de que el espacio-tiempo sea tanto ilimitado como infinito tampoco puede descartarse *a priori* en la teoría. Pero las cosas se ponen todavía más difíciles para la concepción newtoniana del tiempo cuando la TGR entra en resonancia teórica con la Mecánica Cuántica (MC). La hipótesis de un espacio-tiempo relativista y cuantizado, contemplada por algunos desarrollos teóricos recientes, origina conceptos de tiempo que desechan los postulados de continuidad y conectividad.

Por una parte, la TGR predice la posible existencia de campos gravitatorios lo suficientemente intensos como para provocar un «colapso» del espacio-tiempo. Por otra, la MC describe cómo esos campos gravitatorios pueden ser producidos a partir en concreto de ciertas transformaciones de la materia ordinaria que constituye las estrellas. El resultado del desmoronamiento del espacio-tiempo en esas circunstancias —la producción de lo que se llama un *agujero negro*— es el surgimiento de una *singularidad*: «a veces esto se expresa diciendo que el espacio-tiempo desarrolla una frontera, o que llega a su fin en la singularidad».<sup>5</sup> Ahora bien, si es posible que tales singularidades existan macroscópicamente, como consecuencia del desplome de estrellas bajo el peso de su propia gravedad, también pueden producirse discontinuidades en un nivel microscópico. Wheeler, por ejemplo, ha propuesto un modelo en el que, a una escala microscópica, las fluctuaciones del espacio-tiempo son tan violentas que desgarran su propio carácter continuo. Se constituiría así una estructura topológica esponjosa, formada por túneles y puentes capaces de conectar una superposición de mundo caracterizados por distintas geometrías.

Parecería, pues, que la topología atribuida clásicamente al tiempo está lejos de ser, como todavía sostienen imperturbablemente algunos filósofos, «lógicamente necesaria».<sup>6</sup> En realidad, la pervivencia de la intuición newtoniana del tiempo no proviene de su pretendida obviedad o necesidad; más bien debe su

vigor al hecho de haber encontrado en el momento oportuno los instrumentos de representación y de trabajo adecuados: las coordenadas cartesianas —mediante las que la dimensión temporal puede conjugarse con las dimensiones espaciales— y el análisis matemático. Han sido las virtudes métricas del modelo newtoniano las que le han ganado, y no sólo en las ciencias físico-matemáticas, su predicamento.

La tendencia a metrizar la noción de tiempo es tan antigua como la cultura humana. Según el análisis marxiano, la constitución históricamente progresiva de un equivalente general del valor de cambio económico origina el dinero. De manera análoga se podría decir que la métrica del tiempo surge, en el curso del desarrollo cultural humano, como el intento de establecer un equivalente general para las transformaciones reales de todo tipo. Ya Aristóteles había definido el tiempo como «la medida del cambio respecto al antes y al después». Para cumplir ese papel de medida o equivalente general, se tiene que postular la homogeneidad de todas las transformaciones, al menos en algún sentido que permita su comparación. Sólo así puede concebirse un tiempo único y, en efecto, su representación por una línea refleja esa presunción. La métrica clásica del tiempo se define sobreimponiendo a la línea temporal la serie de los números reales, y estipulando que los intervalos iguales de esa serie señalan distancias temporales iguales en la línea. El tiempo se concibe así como el recorrido de esa línea por un punto —el presente— que se mueve con velocidad uniforme.

El mecanismo imaginario que mueve ese punto continuamente a lo largo de la línea del tiempo es un reloj ideal que bate instantes válidos para todo el universo. Para comprender la diferencia entre esos instantes newtonianos y los relativistas es importante apreciar que, según el planteamiento clásico, los instantes existen *a priori* respecto de los sucesos que en ellos puedan producirse. De hecho, son una condición absoluta (en el sentido de separada o independiente) de la existencia misma de sucesos. Por ello, en un mismo instante se pueden producir (o no) multitud de sucesos espacialmente diferenciados a lo largo y ancho del universo. Por el contrario, los instantes einsteinianos se dan *como* sucesos. Todo punto del universo lleva su propio reloj incorporado. Cada suceso produce *su* instante. Desde esta perspectiva, los sucesos son una condición de la existencia misma de instantes.

Además, según la TER, el conjunto de los instantes posibles no es perfectamente ordenable. Los instantes precedentes y subsecuentes de un suceso (es decir, los instantes ordenables en una secuencia que pase por el instante de ese suceso) están restringidos espacialmente, según Minkowski, por los dos «conos de luz» —pasado y futuro— que parten de las coordenadas de ese suceso.<sup>7</sup> Los acontecimientos situados fuera de tales conos son inaccesibles y sus tiempos *copresentes* (no porque ocurran en el mismo instante, sino por-

que se dan en tiempos mutuamente irreductibles a una secuencia común de instantes). Sucesos recíprocamente inaccesibles no son conectables causalmente.

## 2. Cuestión de relojes

La ciencia clásica del computador digital —basada en lo que se ha llamado el *paradigma Von Neumann*—, a pesar de haber nacido en la era posteinsteiniana, trabaja con un concepto de tiempo en cierto modo newtoniano. Un sistema computacional se considera definido o en principio definible respecto a un tiempo único. La determinación del sistema en ese tiempo absoluto se instrumenta por medio del concepto de *estado*. El postulado clave en este punto afirma que en cualquier instante del tiempo de referencia es posible distinguir unívocamente *un* estado del sistema. Sin embargo, hay una importante diferencia entre la noción de tiempo que maneja la mecánica clásica y la que utiliza la ciencia del computador. El tiempo con el que se supone que trabaja un ordenador digital no es continuo como el newtoniano, sino discreto. Se considera constituido por instantes dotados de cierta duración. Esa exigencia de discretitud viene impuesta por las características de los estados que deben ser asignados a tales instantes. La diferencia entre los estados definitorios de un computador digital y los estados por los que pasa un sistema físico clásico es esencial en un aspecto: la mecánica newtoniana trabaja con magnitudes continuas, y por eso los estados que esas magnitudes definen cambian también continuamente. Mas los estados de un sistema de computación digital son configuraciones representativas de *significados*. Si esas configuraciones cambiaran transformándose unas en otras de manera suave, su capacidad para designar inequívocamente significados distintos desaparecería. Tales configuraciones deben exhibir, pues, diferencias claramente detectables, y el tránsito entre unas y otras tiene que ser tajante. Además, para que esos estados claramente distintos en su configuración puedan detectarse de hecho, deben ser asignados a instantes dotados de cierta duración (con un comienzo y un final lo suficientemente separados —pero también lo suficientemente juntos— como para que sea posible una clara observación de *un* estado del sistema en el intervalo).

Esa es la razón por la que un sistema de computación digital de tipo clásico requiere para su funcionamiento un *reloj* dedicado a batir instantes discretos. En cada uno de esos instantes ocurre algo y el resultado de esa ocurrencia es la producción de un estado, en principio distinto del anterior. El reloj puede interpretarse también como un mecanismo que «da permiso»<sup>8</sup> u «ordena» que ocurran cosas en el sistema, a saber, cambios de estado. Cada pulsación del reloj transmitiría el «mensaje» de que el cambio correspondiente debe tener lugar. Básicamente, lo que el reloj hace es definir los estados y ordenar (totalmente) su secuencia:

establecer una correspondencia biunívoca entre la secuencia de los estados por los que pasa el sistema y la serie (enumerable) de los instantes. Esa serie, obviamente, puede ponerse a su vez en correspondencia con la de los enteros. De cara a esto último el reloj, además de emitir los impulsos provocadores de los cambios, suele disponer de un contador.

Los sucesos (que cambian un estado por otro) cuya secuencia está controlada por un mismo reloj pueden denominarse *síncronos*. Un sistema de computación digital, y en general un dispositivo procesador cuyos estados están controlados por un único reloj —o por varios relojes equivalentes—, se llama *sincrónico*. El conjunto de los instantes en los que se dan sucesos síncronos está totalmente ordenado. Conviene aclarar que la noción de sincronía no se utiliza aquí con el significado usual de simultaneidad o «existencia *al mismo tiempo*» —en el sentido de *en el mismo instante*. Más bien se quiere significar con ella la idea de «existencia *en el mismo tiempo*»; en instantes de la misma *sucesión* temporal, pero posiblemente distintos. Se trata, pues, del concepto que en otros contextos se denotaría con el término *diacronía*. Sincronía significa literalmente contemporaneidad; y diacronía, transtemporaneidad. Cuando se parte del supuesto de un tiempo único, una realidad diacrónica sólo puede ser aquella que existe a través de los instantes de ese tiempo. Pero cuando se concibe como posible la copresencia e interacción de tiempos diversos (en el sentido de secuencias de instantes distintas e irreducibles) parece más adecuado reservar el término «diacrónico» para procesos que ponen en relación esos tiempos diferentes. En esa tesitura cobra sentido el uso de la palabra «sincronía» para indicar la relación de pertenencia a una misma secuencia temporal, en tanto que el significado que comúnmente se otorga a ese término podría expresarse en esas circunstancias mediante el vocablo *isocronía*.

Dos relojes que producen instantes distintos y en principio irreducibles se dice que funcionan de manera *asíncrona*. Sucesos desencadenados por relojes asíncronos, y que por ello se dan en diferentes sucesiones temporales, son también en principio asíncronos. Un dispositivo procesador cuyos sucesos están controlados por varios relojes asíncronos se considera *asincrónico*. Un procesador asincrónico no exhibe una conducta describible como una sucesión de estados, puesto que carece de un tiempo único capaz de definir sus estados en cada instante. Como se verá más adelante, asincronía equivale a independencia y falta de relación causal. Esos tres aspectos quedan englobados en la noción de *conurrencia*.

Lo interesante es comprobar que dentro del marco de la teoría física vigente es imposible mantener la ficción de una «sincronicidad en principio» de los dispositivos procesadores que estudia la ciencia del computador. Según la perspectiva newtoniana, en *un* instante cualquiera el universo está en *un* estado. Desde la

perspectiva relativista, sin embargo, no tiene sentido preguntarse por el estado del universo en un cierto instante, puesto que no existe, al contrario de lo que Newton creía, el reloj universal capaz de determinar tal estado. Claramente, para que un reloj pueda comunicar su mensaje («pásese al estado siguiente») debe tener acceso —en el horizonte de duración de sus instantes— a todos los rincones del sistema cuyos cambios de estado se supone está controlando. Pero como se ha indicado, en un universo einsteiniano esa accesibilidad está restringida por principio. Así, dentro de un contexto teórico posrelativista no hay modo de negar la evidencia de que cada área de un sistema genera su propio reloj, que puede —y suele— entrar en conflicto con cualquier reloj central supuestamente definidor del proceso. La teoría clásica de la computación, no obstante, mantiene una versión (falsamente) idealizada de las cosas, según la cual no hay nada que se oponga por principio a la existencia de un reloj global. Ese reloj se considera capaz, en teoría, de sincronizar (permitir la ejecución ordenada de) los estados del sistema. O dicho de otra manera: según el planteamiento clásico se estima siempre posible (aunque tal vez no técnicamente realizable) la determinación de un único estado del sistema en un único instante temporal.

Naturalmente, el ingeniero que debe diseñar sistemas efectivamente materializables es bien consciente de la permanente tendencia a la desincronización de todo sistema físicamente concreto. Tiene incluso un nombre para designar esa molesta circunstancia que parece acompañar sin remisión todos los procesos encarnados en la materia física: *ruido*. Pero al llamar con ese nombre a tal fenómeno lo expresa de forma meramente negativa, como algo que se opone a la pervivencia de la *señal* o del *mensaje*. Si el ingeniero trabaja con esa dualidad absoluta señal/ruido es porque suele desarrollar su actividad en un contexto pragmático bien delimitado. En general, sabe lo que quiere, tiene una imagen bastante clara de su objetivo y es difícil que en el curso de su trabajo varíe la finalidad general del mismo. Por eso conoce *a priori* cuál es la señal que debe preservar y el ruido que tiene que combatir. (Esa predefinición pragmática relativamente rígida diferencia el estilo intelectual del ingeniero del que caracteriza al artista. Es artista quien puede afirmar, como Picasso, «yo no busco, encuentro».) En realidad, lo que se hace al establecer la división categorial señal/ruido es determinar según qué reloj dominante se van a producir y ordenar los acontecimientos de un sistema. Ahora bien, repárese en que, al decidir así cuáles van a ser los sucesos, quedan también determinados los «no-sucesos» del sistema, a los que se suele aludir con el nombre genérico de ruido o error. Lo cual quiere decir que los relojes en competencia (conurrencia y conflicto) con el que ha sido privilegiado como reloj dominante se consideran meras fuentes de perturbaciones aleatorias (los «no-sucesos»). Desde esa perspectiva tales

perturbaciones sólo pueden ser entendidas como obstáculos para el logro de la correlación instantes/estados que caracterizaría el sistema.

Conviene aclarar que cuando se utiliza la palabra «reloj» se le concede un significado máximamente general. Un reloj es todo procedimiento capaz de producir y ordenar sucesos en una secuencia. Por ejemplo, cualquier teoría científica capaz de secuenciar acontecimientos puede ser interpretada como un reloj, trátese de una teoría acerca de ciertos cambios en el sistema consonántico de una lengua, los ciclos económicos de la Europa contemporánea o la estrategia que caracteriza cierto juego de suma nula. Un caso clásico de asincronía entre relojes teóricos fue la disputa a propósito de la edad de la Tierra que enfrentó, de un lado, a los geólogos y biólogos darwinistas y, del otro, a los físicos encabezados por Lord Kelvin. Cuando surgió la controversia, en la segunda mitad del siglo pasado, las teorías geológicas y biológicas, por una parte, y las físicas —fundamentalmente la termodinámica—, por otra, predecían secuencias de eventos incompatibles. Hubo que esperar al descubrimiento del fenómeno de la radiactividad, y a la elaboración de las teorías puente correspondientes, para que fuera posible la sincronización de las dos líneas temporales antagónicamente propuestas por los dos bandos.

Pero no es necesario que la teoría sea científica para considerarla como un reloj. Supóngase la típica situación literaria del crimen cometido en una mansión en la que se hallan alojadas varias personas. Cada una de ellas, en tanto que testigo parcial de los sucesos involucrados en el crimen, es en cierto modo un reloj independiente. La sincronización de esos relojes en principio asíncronos, es decir, la constitución de una secuencia verosímil y concluyente de acontecimientos que dé razón del hecho criminal, es el quehacer del inspector de turno. En casos como éste el tratamiento en términos de señal y ruido no funciona. A diferencia de lo que le ocurre al ingeniero, el detective o el juez encargado de la clarificación de los hechos no se enfrenta a la tarea de preservar un mensaje dado; más bien tiene que constituir el mensaje (la versión aceptable acerca de lo sucedido) finalísticamente, a partir de los mensajes-versiones personales que proporciona cada testigo. Pero repárese en que cualquiera de esos mensajes-versiones es, en principio al menos, ruido para los demás. Por tanto, en tales situaciones cada elemento significativo debe ser considerado a la vez, y no sólo teórica, sino también prácticamente, como señal y ruido. En otras palabras, no cabe imponer sobre esas situaciones una perspectiva monológica, sino dialógica. Sólo en un contexto monológico, como el que suele definir el quehacer del ingeniero, es posible desestimar como mero ruido los fenómenos de asincronía o, equivalentemente, la existencia de una pluralidad de relojes. Pero apenas cabe duda de que el inspector o el juez encargado de dilucidar un hecho complejo obraría

neciamente si se aferrase a una única sincronización posible —un único testigo, por ejemplo—, y degradase los demás «relojes» a su disposición a la poco airosa condición de fuentes de ruido.

Von Foerster sugirió hace ya algún tiempo el principio de creación de orden a partir del ruido. Tal principio explicaría las cualidades autoorganizantes de los sistemas biológicos y sociales. Teniendo en cuenta la definición tradicional de ruido, se trata de un principio paradójico: ¿cómo puede generar orden aquello que consiste precisamente en ser factor productor de desorden? Simplemente debido a que orden y desorden no son realidades absolutas, separadas, sino relativas. Son nociones que pueden ser expresadas de manera más precisa mediante los conceptos de sincronización y transferencia de información. La intuición fundamental a este respecto es que procesos mutuamente asincrónicos (mutuamente «ruidosos») pueden sincronizarse por medio de una transferencia de información. Nótese que esa transferencia tiene en un primer momento el carácter de ruido perturbador para cada uno de los procesos. El resultado de la perturbación mutua de procesos en principio independientes sería precisamente su convergencia sincrónica en un único proceso. Expresándolo de otra forma, ese resultado sería la creación de una nueva ordenación causal. Se trata de un fenómeno ejemplarizable en universos físicos, pero más claramente ostensible en los procesos biológicos, psicológicos y sociales.

La mayoría de los conceptos básicos manejados hasta el momento adquieren precisión y manejabilidad en el seno de la teoría de redes, que a continuación se expondrá de manera sucinta.

### 3. Condiciones y sucesos

La Teoría de Redes de Petri<sup>9</sup> se suele presentar en un formato matemático que ciertamente resulta imprescindible para lograr su especificación exacta y un óptimo control de sus implicaciones. Mas lo que se pretende en estas páginas no es ofrecer una caracterización precisa de esta teoría, sino evocar algunas de sus intuiciones más relevantes para una cierta intelección de la realidad social, que se bosquejará más adelante. Por tanto, sin intentar una exposición rigurosa de los conceptos involucrados, se procurará esbozar sus conexiones conceptuales más significativas en esa dirección, conexiones que un tratamiento puramente formal es incapaz de iluminar por sí mismo. El modelo básico de la teoría está constituido por lo que se llama<sup>10</sup> un sistema de condiciones/sucesos («*condition/event-system model*»). Hay una forma bien conocida de modelar sistemas: «normalmente, la conducta de un sistema dinámico se especifica por medio de un espacio de estados y por las reglas de transición que determinan, a partir de un estado presente, el conjunto de los posibles estados futuros».<sup>11</sup>

Repárese en lo que implica ese punto de vista descriptivo tradicional: el sistema, considerado como totalidad, se encuentra en *un* estado en *un* instante determinado. Un estado se transforma en otro estado en el instante siguiente. O, equivalentemente, es el sistema como totalidad el que cambia paso a paso. La perspectiva característica de la Teoría de Redes se contrapone sutilmente a la anterior: «en nuestro enfoque, un “estado” se describe por medio de aquellas condiciones que resultan válidas concurrentemente en ese “estado”. La diferencia crítica con respecto a la concepción tradicional de “estado” estriba en que esas condiciones no se conciben como dándose en un mismo instante, sino como copresentes en instantes concurrentes. Se llama *caso* a tal conjunto (máximo) de condiciones que se mantienen en vigor mientras no se produce ningún cambio». <sup>12</sup> Repárese, pues, en que la acuñación de un término técnico nuevo (*caso*) y el entrecomillado del viejo término correspondiente (*estado*) no se hace por capricho. Un *caso*, a diferencia de un estado, «es una entidad que está distribuida en el espacio y en el tiempo». <sup>13</sup> Se trata, como se verá más adelante, de una diferencia decisiva. «Una unidad básica de cualesquiera cambios en la validez de las condiciones, y que lleva el sistema de un caso a otro, se concreta como un *suceso*. Por consiguiente, disponemos de un conjunto de reglas de transición (elementales), *S*, que transforman casos en casos; *S* es el conjunto de los sucesos.» <sup>14</sup>

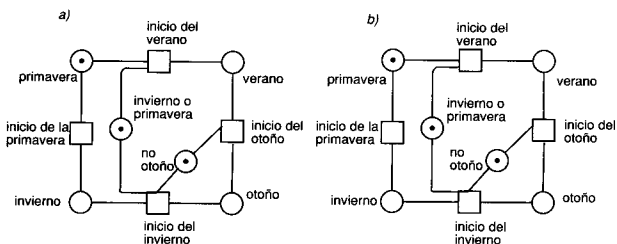
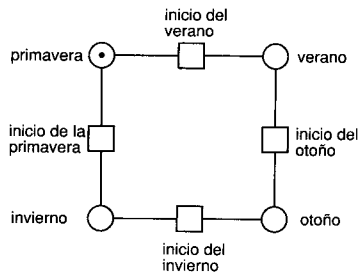
Petri tuvo una formación inicial como físico, y su obra puede ser interpretada como un intento de inyectar realismo en la ciencia del computador: «Petri quería encontrar un modo de hablar de los problemas de la informática que no presupusiese una física irrealizable». <sup>15</sup> En efecto, es evidente la carencia de verosimilitud física —al menos en ciertos niveles básicos de su formulación teórica— de la teoría tradicional del computador. Se trata de un esquema teórico que somete las cosas a una tensión idealizadora que, como consecuencia de los propios avances de la tecnología informática, se hace cada vez más difícil de mantener. A partir sobre todo de los años sesenta, el ordenador digital se ha convertido explícitamente en instrumento central de sistemas informáticos pragmáticamente orientados y que ganan progresivamente en complejidad. Esos sistemas exhiben un estilo de organización *distributivo* <sup>16</sup> que obliga a sustituir la perspectiva «secuencialista» clásica por otra que contemple la posibilidad de relaciones de concurrencia entre procesos.

El modelo de sistema de Condiciones/Sucesos (sistema CS) está diseñado precisamente para tratar con esa clase de relaciones. En tanto que «en la teoría de Markov, o en la informática tradicional, un estado es el estado total del sistema, esto es, la concatenación del valor de cada variable de interés..., en los sistemas de Petri se está hablando de condiciones locales, sólo de condiciones locales. Cuándo pueda tener lugar el suceso es algo determinado estrictamente por aquellas con-

diciones que son *input* del suceso, no por el estado total del sistema. El estado total del sistema es como el reloj universal. No es accesible al suceso individual. No habría manera de construir un aparato en el que los distintos sucesos individuales estuvieran todos conectados a un número arbitrariamente largo de estados posibles. Sencillamente, eso no es físicamente realizable». <sup>17</sup> El resultado de la adopción de esta perspectiva, relativista en más de un sentido, es la localización de las nociones de causalidad y tiempo. Así, «en la obra de Petri el concepto de una relación local entre objetos es fundamental. De hecho, la naturaleza relativista de la obra de Petri procede de reglas de interacción que están definidas estrictamente en términos de relaciones locales. Esto quiere decir que uno no habla de cosas como el tiempo en tanto que idea global». <sup>18</sup>

La teoría puede visualizarse mediante una forma de representación gráfica notablemente poderosa. Las relaciones entre condiciones y sucesos se representan mediante un digrafo provisto de dos tipos de nodos: cuadrados que indican sucesos y círculos que simbolizan condiciones. Los unos se relacionan con los otros mediante arcos direccionados o flechas. Por tanto, las flechas unen siempre bien una condición con un suceso, bien un suceso con una condición. Una flecha que, partiendo de una condición, apunta a un suceso, expresa que tal condición es un requisito de o un *input* al suceso. Una flecha que nace en un suceso y termina en una condición indica que esa condición es un resultado o *output* de tal suceso. Cada suceso de la red así constituida es un resultado de al menos una condición, y un requisito de al menos una condición. Una condición cualquiera puede encontrarse en uno de dos estados: llena o vacía. Se considera que las condiciones tienen cierta duración. No así los sucesos, que se limitan a ligar estados de vigencia de diferentes condiciones. «Un suceso es algo que ocurre. La cuestión es ¿cuándo ocurre? La respuesta es que ocurre en el momento en que todas las condiciones que tal suceso requiere entran en vigor. Entonces es cuando puede ocurrir. No hay otra definición de “cuándo”. Y ¿qué es lo que ocurre? Que las condiciones requeridas para la ocurrencia del suceso dejan de estar vigentes. Hay otro conjunto de condiciones que son el resultado de la ocurrencia de ese suceso. Estas comienzan a estar en vigor. Así es como se desencadena un acontecimiento. ¿Qué son las condiciones? Uno puede concebir las condiciones como representativas del estado de algo.» <sup>19</sup>

La figura 1, en la página siguiente, que describe la secuencia de las cuatro estaciones, ofrece un primer ejemplo de sistema de condiciones/sucesos en el modo de representación gráfica propuesto. El punto negro o ficha («token») indica que la condición sobre la que se encuentra se cumple o mantiene. En la figura 2a) se añaden dos condiciones al sistema primitivo, «verano o primavera» y «no otoño». 2b) muestra el aspecto del



FIGURAS 1 y 2

mismo sistema tras el comienzo del verano.<sup>20</sup> Un proceso se puede imaginar en tal tipo de sistemas como el recorrido (uno de los múltiples que, como se expondrá, pueden resultar permisibles) de fichas por el mismo.

Hume, en la estela de Newton, había propuesto considerar la noción de causa como derivada respecto de la idea primitiva de tiempo. La intuición de Petri, por el contrario, supone invertir los términos y concebir cualquier atribución temporal como subordinada a una cierta trama causal. En un sistema de condiciones/sucesos, un suceso *e* (por *event*) está caracterizado completamente por las condiciones que requiere (sus precondiciones *e*) y las condiciones que produce (sus poscondiciones *e*.) La *concesión* para un suceso (la oportunidad de que ocurra) se da simplemente por la presencia de todas sus precondiciones y la ausencia de todas sus poscondiciones. La composición de las ocurrencias de los sucesos puede ser bien *secuencial*, bien *concurrente*. Un *paso* consiste en las ocurrencias concurrentes del conjunto de sucesos que tienen concesión en un determinado caso *o*, y conduce a otro caso *o'*. Así, en la figura 3,<sup>21</sup> (*e1, e2*) es un paso del caso (*b1, b2*) al caso (*b3, b5*), y (*e1, e3*) es un paso de (*b2, b3*) a (*b4, b5*). Claramente, *e2* y *e3* son sucesos secuenciales, mientras que tanto *e1* y *e2* como *e1* y *e3* son concurrentes.

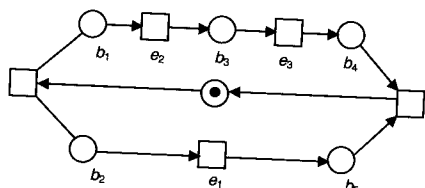
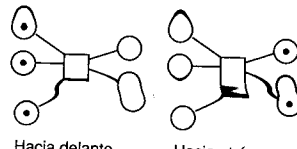


FIGURA 3

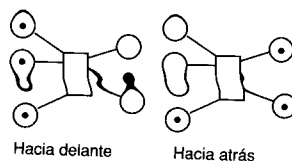
Cuando dos sucesos son concurrentes no se hallan mutuamente ordenados desde un punto de vista temporal. No tiene sentido, por ejemplo, afirmar que *e1* acontece antes/después que *e2*. En general si en un caso *o*, dos sucesos *e1* y *e2* tienen concesión y tanto la unión de *e1* y *e2* como la de *e1* y *e2* son conjuntos disjuntos, entonces *e1* y *e2* pueden ocurrir concurrentemente en *o*. Un paso puede ser ejecutado por la ocurrencia de sus sucesos en cualquier orden. En principio un mismo suceso puede producirse a partir de diversos casos, es decir, formando parte de pasos distintos (como se ha ejemplarizado para *e1* en los dos pasos [*e1, e2*] y [*e1, e3*]). Dos sucesos son secuenciales cuando ocurren en un orden determinado, es decir, cuando se dan en pasos necesariamente distintos. Ahora bien, la secuencialidad puede interpretarse como relación de causalidad, en tanto que la concurrencia sugiere independencia causal. Así, cabe postular que dos sucesos son causalmente independientes cuando las (*pre* y *pos*) condiciones del uno son compatibles con las (respectivas *pre* y *pos*) condiciones del otro. Es decir, cuando tanto unas como otras pueden ser procesadas conjuntamente en un solo paso. Dos sucesos admiten cierta forma de relación causal cuando ese requisito no es satisfecho. En un principio parece sorprendente que la noción de causación se asimile en cierto modo a la de incompatibilidad. Y sin embargo es en efecto esa incompatibilidad de condiciones la que, por así decirlo, «obliga» a que haya sucesos y fuerza a considerar esos sucesos secuencialmente (o lo que es equivalente, en un ordenamiento que puede ser interpretado como un dominio temporal). Si, en efecto, las precondiciones y poscondiciones de un suceso pudieran ser afirmadas conjuntamente —si fueran lógicamente compatibles— ese suceso no haría surgir un estado de cosas diferenciable del anterior a su ocurrencia, y por tanto no habría modo de distinguir esa ocurrencia como tal.

Los diagramas que se muestran a continuación proporcionan ejemplos de los cuatro tipos fundamentales de situación que se pueden producir en sistemas de condiciones/sucesos.<sup>22</sup>

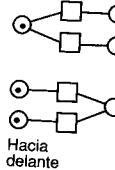
1) Concesión (de un suceso)



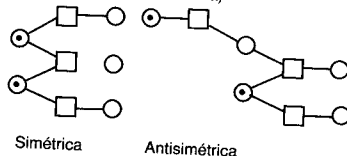
2) Contacto (de condiciones)



3) Conflicto (entre dos sucesos)



4) Confusión (conflicto y concurrencia)





Ya se ha dicho en qué consiste la situación de concesión de un suceso. Se trata de un estado de cosas que no sólo nos permite realizar predicciones (a saber, pronosticar la ocurrencia del suceso de cuya concesión tenemos conocimiento), sino también *retroediciones*: conociendo el cumplimiento de todas las poscondiciones de un suceso y el incumplimiento de todas sus precondiciones sabemos que el suceso ha ocurrido efectivamente. Por eso se incluyen los dos diagramas «hacia adelante» y «hacia atrás».

La noción de *contacto* sugiere una situación de cumplimiento o habilitación conjunta de todas las precondiciones (respectivamente, poscondiciones) y al menos una de las poscondiciones (respectivamente, precondiciones) de un suceso. La aserción, a primera vista sorprendente, de que la habilitación previa de poscondiciones puede impedir la ocurrencia efectiva del correspondiente suceso no es difícil de justificar: negar tal aserción «significaría que la primavera podría empezar cuando ya es primavera; que una célula de memoria ya escrita podría ser reescrita; que un vaso lleno podría ser llenado; que un asiento reservado podría ser reservado de nuevo...». <sup>23</sup> Similarmente, cabría ilustrar el caso de precondiciones cuya no desaparición imposibilita de hecho la ocurrencia del suceso que contribuyen a definir. (Recuérdese lo dicho acerca de causalidad e incompatibilidad. Además, si se permite la ocurrencia de sucesos puestos en esa situación de contacto, entonces los diagramas que muestran tales sucesos secuencialmente conectados se tornan equívocos.) «A menudo, en descripciones de nivel más alto, se alude al contacto como a una situación *insegura*. Una de las características de la teoría de redes es que la misma describe y resuelve problemas de seguridad. En el nivel de descripción básico y más detallado —a saber, la descripción de sistemas de CS— una situación de contacto podría tener o no consecuencias dañinas. Ello depende puramente de la manera en la que se han escogido las condiciones y los sucesos para reflejar la realidad.» <sup>24</sup>

Lo que se llama conflicto se produce (hacia adelante) cuando dos sucesos, teniendo ambos concesión, comparten al menos una (*pre* o *pos*) condición. Se produce conflicto hacia atrás cuando se ha dado la ocurrencia de alguno de esos dos sucesos. Un sistema se llama *libre de conflicto* si y sólo si no contiene ninguna situación de conflicto. Si dos sucesos están en conflicto en un caso determinado, entonces uno cualquiera de ellos puede ocurrir en ese caso, pero no los dos. Obsérvese que las condiciones de sucesos en conflicto no son compatibles, puesto que no pueden procesarse en un paso. Hay que elegir cuál de los (en el caso que se ejemplifica) dos sucesos debe ocurrir y cuál no. ¿Cómo se realiza esa elección? Mediante el uso de *información*. En la teoría que nos ocupa, *información es aquello que se requiere para resolver un conflicto*. En la próxima sección se estudiará la cuestión con mayor

detenimiento. Intuitivamente parece claro que la determinación de una ocurrencia en principio indefinida informa (en un sentido análogo al aristotélico) el sistema, en tanto que la pérdida de una determinación presente con anterioridad lo des-in-forma.

La conjugación de contextos de concurrencia y conflicto produce la situación que se denomina *confusión*. Tal situación se produce cuando dos sucesos concurrentes conducen a una alternativa conflictiva. Por ser concurrentes, esos sucesos no están mutuamente ordenados en principio. Ahora bien, según el orden que se imponga de hecho sobre ellos, producen o no la situación de conflicto. «En un sistema que presenta confusión, el conflicto, así como el correspondiente flujo de información, no es *objetivo*, pues depende del orden impuesto sobre la ocurrencia de sucesos concurrentes por un observador o un simulador.» <sup>25</sup> Esto es, el sujeto observador o el simulador «impone una secuencia sobre las ocurrencias que son concurrentes». <sup>26</sup> La afirmación de que en sistemas caracterizados por situaciones de confusión «los conflictos y sus decisiones no son objetivos» <sup>27</sup> tiene una importancia capital, como se verá más adelante, para la definición ontológica y epistemológica del objeto/sujeto de la teoría social.

#### 4. Información

En la perspectiva de Petri y sus colaboradores, la noción de información está indisolublemente ligada a la de conflicto. Un conflicto requiere ser resuelto mediante una decisión —a saber, la elección del suceso cuya ocurrencia se va a permitir— y esa decisión se toma utilizando como «materia prima» (o, para usar el término técnico preciso, como *recurso*) información. Si un sistema está libre de conflicto, entonces cualquier caso inicial del mismo predetermina la conducta futura del sistema completamente. Si ese caso inicial retrodetermina también la conducta pasada del sistema, se dice que éste tiene la propiedad de *determinabilidad local* («local determinacy»). La figura 4 muestra un sistema CS en un caso inicial en el que aparecen dos situaciones conflictivas concurrentes, una para los sucesos 1 y 2 y otra para los sucesos 3 y 4. Desde ese caso no somos capaces de predecir el modo cómo esos conflictos van a ser resueltos. Sin embargo, en el caso siguiente, cuando los sucesos han ocurrido ya de hecho, sí somos capaces de «retrodecir» cuáles fueron éstos y, por tanto, cómo se resolvieron los conflictos. Parece pues que el sistema contiene ahora una *información* que no estaba presente en el caso inicial. Ejemplos como éste ilustran y abonan la tesis de que *la resolución de conflictos genera información*.

Se puede cuantificar la información generada según el número de posibilidades de entre las que se selecciona una opción determinada. En el ejemplo, cada uno

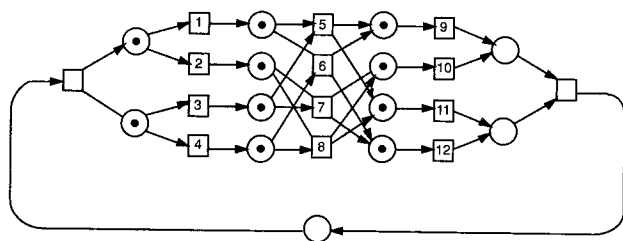


FIGURA 4

de los dos conflictos resueltos por la opción correspondiente se definía por dos posibilidades. La unidad denominada *bit* (contracción de «binary digit», «dígito binario») denota la cantidad de información producida por una elección entre dos posibilidades; por consiguiente, tras la resolución de los dos conflictos hemos añadido al sistema dos bits. (Naturalmente, si las elecciones se hubieran hecho entre  $n$  alternativas, se habrían producido  $n$ -its, en lugar de  $b$ -its.) Si se prosigue la sucesión de pasos en el sistema nos encontramos con que en el siguiente se produce una nueva situación conflictiva, en la que se crean dos bits y se consumen dos más. Así pues, la información puede transportarse y transformarse a lo largo de un proceso. Finalmente, en el paso que sigue los dos bits remanentes se pierden, con lo que se vuelve al balance informativo del comienzo. En ese momento, nada queda de la información inyectada en el sistema por las decisiones anteriores; «de modo que podemos decir que la información entra en el sistema, es transportada y transformada en el sistema, y por último abandona el sistema de nuevo».<sup>28</sup> Pero, si se supone que las cosas funcionan de esa manera, resulta pertinente preguntarse de dónde procede y a dónde va esa información que entra y sale del sistema.

«Si aceptáramos que, en circunstancias arbitrarias, la información puede aparecer de la nada y desaparecer en la nada, no cabría esperar ninguna organización fiable de tales sistemas. Sin embargo, si se postula una suerte de *principio de conservación* para la información que diga que la información puede fluir cambiando su apariencia, pero no puede nunca perderse o crearse de la nada, los conflictos y su resolución dependen del modo como el sistema considerado se delimita de un conjunto más grande, el cual es *completo* respecto al flujo de información. En otras palabras, los sistemas que no tienen la propiedad de determinabilidad local deben disponer de un *medio* a partir del cual la información les es suministrada o en el cual la información *desaparece*».<sup>29</sup> Se trata, pues, de postular un principio de conservación de la información que puede formularse como *axioma de determinabilidad local*: la unión de un sistema  $CS \Sigma$  y de su ambiente, considerados conjuntamente como un sistema nuevo y más abarca-

do, tiene siempre la propiedad de determinabilidad local. Así, cualquier sistema podría ser conectado en principio con su ambiente correspondiente en forma tal que el sistema total resultante fuera libre de conflicto. Es decir, los procesos generados en el sistema no experimentarían ni ganancia (conflicto hacia adelante) ni pérdida (conflicto hacia atrás) de información.

El axioma de determinabilidad local puede interpretarse de varias maneras. Se puede entender como un prerrequisito pragmático-tecnológico, o bien en tanto que postulado de tipo ontológico o epistemológico. Es posible también considerarlo como una especie de ideal regulativo de ciertas formas de organización (por ejemplo, seres vivos y seres conscientes). En ese sentido el axioma no sería sino una expresión relativamente formal e indudablemente modernizada de la vieja noción de *intencionalidad*. En cierto modo, un ser vivo puede considerarse como un sistema que permanentemente (por su propia improbabilidad termodinámica) tiene concesión para dos sucesos, morir y seguir viviendo, y que debe resolver ese conflicto importando información del medio. Es evidente que el axioma es en ese caso una condición de posibilidad del sistema: éste, en efecto, desaparece a menos que no se libere de su conflicto intrínseco utilizando el medio como recurso informacional. (Por supuesto, el proceso puede plantearse «hacia atrás», en cuanto en él hay pérdida de información. Desde esa perspectiva la información que sale del sistema está instrumentada por las acciones de tal sistema sobre su medio. De manera intuitiva puede decirse que el medio proporciona complejidad al sistema; y éste, al medio.)

No es seguro que la interpretación sugerida sea del todo fiel al espíritu de la teoría, pero parece cuadrar en cierto modo con el apotegma un tanto críptico de Petri: «la información está siempre en alguna parte, pero nunca en todas partes».<sup>30</sup> La información debe estar en alguna parte (del medio externo e interno del sistema) puesto que es condición de la existencia del mismo. En el caso de un sistema vivo, por ejemplo, los recursos para su supervivencia deben existir de algún modo en algún lugar de su medio (externo e interno) si el sistema ha de mantenerse con vida. Pero la información no puede estar en todas partes, pues si así fuera el sistema no generaría su dinámica característica: siguiendo con el ejemplo, un sistema vivo que tuviera garantizada una supervivencia sin conflictos/decisiones —que son justamente las que lo vinculan a un cierto medio— dejaría de ejercer las funciones que lo definen como tal ser vivo. Es decir, la información es un fenómeno relacional, un flujo entre un sistema y su ambiente. Existe siempre de manera localizada, en el punto de contacto entre uno y otro. Conviene puntualizar que, según una definición clásica, la cibernética es «el estudio de sistemas abiertos en cuanto a la energía y cerrados en cuanto a la información y el control».<sup>31</sup> En la perspectiva de la teoría que nos ocupa los sistemas considera-

dos pueden (de hecho, deben) estar *también* abiertos a la información.

La vigencia del axioma de determinabilidad como principio pragmático en la conducta de sistemas vivos y/o conscientes es en cierto modo obvia. Tomamos nuestras decisiones explotando informativamente nuestro medio, utilizándolo en ese sentido aunque sea bajo la forma de azar. Así, cuando se arroja una moneda para determinar qué equipo debe realizar el saque al comienzo de un partido, se está convirtiendo un fenómeno del medio cuya producción consideramos azarosa —y precisamente porque la consideramos azarosa— en mecanismo resolutorio de un conflicto, generador de una decisión. En la vida tenemos que lograr nuestra determinación local (conductual) con todos los procedimientos que el ambiente pone a nuestra disposición, incluido el azar o ruido. Sin embargo, la formulación del axioma parece sugerir una relación entre sistema y medio claramente definible, y esta asunción en muchos casos está lejos de ser realista. En efecto, si el sistema tiene contextos de confusión, puede resultar impracticable su delimitación clara con respecto al medio. Precisamente porque, como se ha dicho con anterioridad, un sistema de tales características no es propiamente objetivable; más bien se caracteriza por tener la capacidad de redefinir una y otra vez sus relaciones con su ambiente y, por tanto, la configuración de ese mismo ambiente.

Incidentalmente, conviene advertir que la noción de información propuesta por Petri no es incompatible con otras concepciones más conocidas, como podría parecer a primera vista. De hecho, guarda relación con el concepto shannoniano de información, que sería interpretable en el marco teórico sugerido por Petri como caso especial.<sup>32</sup>

Si un conflicto es aquella situación que requiere ser resuelta mediante el uso del recurso información, el mecanismo que por así decirlo materializa ese recurso es la *sincronización de procesos*. Un conflicto se resuelve impidiendo la ocurrencia de todos los sucesos que lo configuran (mediante la adición de nuevas condiciones que evitan su concesión) excepto uno. Ese incremento en las condiciones o requisitos puede entenderse como la nueva información inyectada al sistema. La determinación de la concesión de un único suceso supone de hecho la sincronización de entidades en principio asíncronas; a saber, las nuevas condiciones y el suceso que determinan. Un juego de azar, pongamos por caso, puede ser concebido como la sincronización de sucesos en principio asíncronos. Un conjunto de sucesos sería, por ejemplo, el constituido por cambios en las posiciones de ciertas fichas, y otro conjunto vendría dado por el resultado de ciertas tiradas de dados. El conflicto entre las (nuevas) posiciones posibles (para las cuales hay en principio concesión) de las fichas se resuelve mediante su sincronización con (su condicionamiento por) los resultados de las tiradas.

Ahora bien, es importante llamar la atención sobre un hecho aparentemente anodino: los cambios en las posiciones de las fichas *representan* en cierto sentido los resultados de las tiradas. Por lo tanto, no sería completamente desatinado afirmar que esas posiciones son medios para *significar* esos resultados. Efectivamente, la relación *significante/significado* puede ser reinterpretada por medio del concepto de sincronización de procesos en principio asíncronos. La asíncronía inicial del *significante* y el *significado* constituye la causa de su peculiar «distancia», del carácter puramente contingente de su asociación. De ahí que un sistema lingüístico deba basarse en la posibilidad de sincronización de procesos en principio asíncronos. Un universo absolutamente sincronizado es incapaz de representarse lingüísticamente a sí mismo. (En la medida en que sincronización total equivale a objetividad total, lo que aquí se afirma es que sólo una realidad no totalmente síncrona y por tanto no absolutamente objetiva, sino en cierto modo subjetiva, puede exhibir un aspecto lingüístico.)

Además de los expuestos, la teoría de redes ha desarrollado otros conceptos fundamentales sin referencia a los cuales no se entendería su auténtico alcance. Sólo será posible, sin embargo, presentar esos conceptos del modo más somero. Por una parte, la noción de sincronización puede dar origen a una métrica mediante el concepto de *distancia sincrónica*. «Las distancias sincrónicas son medios de obtener información cuantitativa acerca de la conducta dinámica de un sistema sin la introducción de un concepto de “tiempo”».<sup>33</sup> «Si S1 y S2 son sucesos en un sistema CS, la diferencia absoluta de sus respectivas frecuencias de ocurrencia es lo que llamamos la *varianza* de S1 y S2 en el proceso *p*. El supremo de las varianzas en todos los procesos se llama la *distancia sincrónica* o (S1, S2) de S1 y S2... o es una función métrica.»<sup>34</sup>

Otro concepto cargado de implicaciones es el de *estructura de concurrencia*. Expresado de manera intuitiva, se trataría de la estructura de independencia causal de un sistema. Si las flechas que unen condiciones y sucesos en un sistema CE indican relaciones causales entre ambas clases de entidades, es posible esquematizar análogamente las ausencias de relación causal. El punto interesante del asunto es que se puede mostrar la existencia de estructuras de concurrencia capaces de definir un único sistema CS. Se llaman *cuerdas* («ropes») a tales estructuras de concurrencia. La existencia de ese tipo de estructuras debiera ser motivo de reflexión filosófica. En efecto, en ellas se manifiesta un fenómeno paradójico. Es como si justamente la ausencia de relación causal generase una cierta estructura de relación causal. En el campo de la teoría social una paradoja que puede interpretarse como concreción de la anterior ha sido detectada hace tiempo. Se trata de la idea de «mano invisible», acuñada por Adam Smith: la independencia causal (la privacidad de los fines) de

los sujetos sociales lleva inopinadamente a la estructuración de la sociedad como sistema. Y no un sistema sencillo, sino caracterizado por una pasmosa sincronización de actividades altamente complejas.

Por último, una referencia a los niveles de análisis posibles en la teoría y su tratamiento en la misma. Los sistemas CE constituyen la interpretación básica del concepto de red. Permiten el análisis más detallado —o con menos presupuestos— de procesos en general. En tales sistemas se desmenuzan desde un punto de vista cualitativo las características de los objetos (las condiciones) y los sucesos que conforman los procesos. Ahora bien, podemos estar interesados no tanto en la individualidad de cada objeto como en las relaciones entre clases de objetos; por ejemplo, en transportar, manipular, transformar y almacenar objetos en un proceso de producción material. De ser así, los «cuadrados» de la red llevarán más de una ficha, y representarán cantidades de objetos. En tales redes los cuadrados se llaman *lugares* («places»); y los círculos, *transiciones* («transitions»).<sup>35</sup> «Las redes consistentes en lugares y transiciones modelan en los sistemas las propiedades relacionadas con el número, la distribución y el flujo de objetos que no se distinguen entre sí con mayor detalle.»<sup>36</sup> Son estas redes de lugares-transiciones las que reciben en sentido restringido el nombre de «Petri Nets».<sup>37</sup> Es posible asimismo otra interpretación de la noción de red que permite establecer una relación entre lógica y teoría de redes. «Las condiciones de una red de CS se pueden concebir como proposiciones atómicas con valores de verdad *cam-biantes*».<sup>38</sup> En ese caso lo que se obtiene es una teoría de *Redes de Predicados / Transiciones* («Predicate / Transition-Nets»).

Es oportuno mencionar también en último lugar la distinción entre la llamada Teoría Especial de Redes y la que se conoce como Teoría General de Redes. «La Teoría Especial de Redes estudia en cada aplicación una *única* red, así como los fenómenos de flujo en la misma. Sus limitaciones prácticas residen en el exclusivo tratamiento de problemas de flujo a un nivel muy bajo y detallado. Incluso la representación de una red con miles o millones de elementos es muy difícil sin cometer errores; es prácticamente imposible explorar la conducta desconocida de una sistema descrito de este modo...; sin embargo, el mero intento de hacerlo proporciona un entendimiento básico de los intrincamientos de la concurrencia y de fenómenos locales tales como el conflicto y la confusión.

»El desarrollo de la Teoría General de Redes comenzó en 1970 con el propósito de vencer las limitaciones mencionadas. La Teoría General de Redes no está interesada en redes aisladas; las entidades que considera son relaciones entre redes, operaciones y funciones sobre la clase de las redes, transformaciones de redes y, en especial, «morfismo de redes». Los *morfismos de redes* son funciones de una red a otra que res-

petan su conectividad y orientación.»<sup>39</sup> La figura 5 representa uno de esos morfismos entre redes.<sup>40</sup>

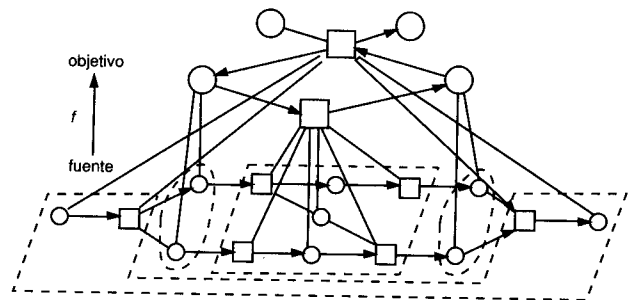


FIGURA 5

El marco conceptual adecuado para estudiar esos morfismos es la *categoría de las redes*. «Una categoría es una colección de objetos (estructurados) y de morfismos (representativos de esa estructura) que satisface ciertos postulados.»<sup>41</sup>

Como puede verse, la teoría de redes posee una rica articulación teórica, y de hecho sus aplicaciones son muy diversas. En las páginas que siguen se usarán algunos de los conceptos más característicos de la teoría para bosquejar una peculiar y probablemente poco convencional propuesta de aproximación a los fenómenos sociales.

### 5. La sociedad considerada como máquina

En las sociedades humanas, los fenómenos de concurrencia, conflicto, confusión, asincronismo, flujos de información y sincronización/asincronización de procesos en principio independientes/dependientes parecen ser omnipresentes. Puesto que la idea clásica de máquina<sup>42</sup> se define por los conceptos opuestos (secuencialidad, ausencia de conflicto, perfecta sincronización, cierre informacional), la propuesta de considerar la sociedad humana como una máquina *sui generis* podría parecer absurda. Y, sin embargo, hay razones para intentar un análisis en esa dirección. La noción abstracta de máquina tiene un poder de fascinación y unos méritos innegables. En efecto, el concepto de máquina abstracta captura las ideas de proceso y organización o sistema de manera máximamente general, estilizada y rigurosa. Se sitúa en un plano de intelección en cierto sentido formal, pero con vocación de realizabilidad. Además, si claridad y distinción son características que en cualquier teoría se recomiendan por sí mismas, la teoría de máquinas abstractas las posee sin duda. Por ello, cualquier intuición de la sociedad que poseyera los rasgos de generalidad, rigor, claridad, formalizabilidad, especificabilidad y realizabilidad definitorios de ese enfoque teórico debiera ser al menos teni-

da en cuenta. Lo que aquí se propone es la conservación del «enfoque maquinístico», entendido como el mantenimiento de esos rasgos en tanto que criterios de aceptabilidad, en el intento de visualización de las realidades sociales.

Cuando se es consciente de la inhabilidad del concepto clásico de máquina para enfrentar realidades como las sociales, caben dos actitudes: la primera, rechazar la relevancia de la noción de máquina, en toda su generalidad, para el análisis teórico de ese tipo de realidades. La segunda, intentar la ampliación conceptual de tal noción hasta hacerla, si es posible, capaz de enfocar ese análisis. La primera postura es la adoptada, por ejemplo, por Aulin-Ahmavaara: «la separación entre estado interno e *input* externo, característica de las máquinas autómatas y de los sistemas de tipo maquinístico, es imposible en sistemas genuinamente autoguiados. Esto excluye la analogía hombre-máquina y los enfoques en la Teoría General de Sistemas de orientación automatista o maquinística (por ejemplo, el de Mesarovic y Takahara) como posibles explicaciones completas de la acción humana». <sup>43</sup> La segunda actitud, partiendo del mismo supuesto (a saber que, precisamente cuando se da el fenómeno que antes se ha denominado *confusión* no es posible una separación «objetiva» entre sistema y medio), llega a una conclusión diferente. No se niega que el concepto clásico de máquina (que tiene como paradigma básico la máquina determinística de estados finitos) sea inadecuado para dar cuenta de los «sistemas autoguiados». Mas se postula que extensiones suficientemente amplias de ese concepto pueden iluminar poderosamente la conducta de esos sistemas. Ahora bien, la teoría de redes puede ser considerada como una extensión no clásica del concepto clásico de máquina. De hecho, una máquina de estados finitos puede definirse en términos de la teoría de redes como un sistema puramente secuencial, en el que las distancias sincrónicas obtienen siempre uno de los tres valores 0, 1 o  $\omega$  (indefinido). <sup>44</sup>

Una ampliación apropiada del concepto de máquina abstracta (determinística o probabilística) requiere ciertas adiciones conceptuales capaces de infundir mayor realismo a la noción. Esos añadidos serían, por una parte, capacidades de almacenaje informativo y, por otra, mecanismos de secuenciación o temporización (relojes). «La máquina puede ser provista con un reloj y un registro de cambios... (éstas) son realidades bien definidas... la automatización del reloj se ejecuta por medio de un suministro local de neguentropía que convierte una configuración dada (su diseño) en *información*. A su vez, el reloj controla el recorrido de una fuente local de neguentropía que escruta un medio de almacenaje *ordenado* (usualmente, espacialmente ordenado), y convierte configuraciones de inscripciones en información, de modo que parte de esa información modifica (o direcciona) el centro de escrutinio. Esta

disposición (a la que a menudo se denomina abreviadamente un «reloj») es un procesador muy primitivo; una «máquina» no meramente abstracta, sino *real*. En general, el procesador puede consistir en un cierto número de relojes, contadores de impulsos y registros de cambios con la correspondiente capacidad de almacenaje ordenado; éstos pueden estar sincronizados o no... La noción de procesador adquiere una especial importancia si se trata no tanto de *diseñar* máquinas (computadoras) reales como de configurarlas por medio de un acto de *instrucción*, esto es, mediante la introducción de un programa y de ciertos datos para que el mismo opere sobre ellos en calidad de estado inicial. El objeto en el que el programa se introduce se llama un *procesador*, y debe contar con dos capacidades básicas: *a*) de interpretación; de modo que pueda reconocer y ejecutar instrucciones; y *b*) un mecanismo de ordenación o temporización que le permita ejecutar instrucciones ya interpretadas.» <sup>45</sup>

Así pues, el concepto de procesador es una versión «realizable» del de máquina. Además de los dispositivos secuenciales simples, hay otros modelos de procesadores. Se llama *paralelo* a un procesador cuando tiene varios relojes sincronizados que ejecutan simultáneamente instrucciones. Si se permite que los procesos equivalentemente temporizados interactúen tras cada ejecución, es posible que se originen conflictos entre los mismos. Pero en tanto se disponga de algún procedimiento para conciliar esos conflictos, sus interacciones pueden ser organizadas en un sentido *cooperativo*. El procedimiento usual de resolución de conflictos consiste en ordenar las transacciones entre los diferentes centros de control como en el caso de una computación secuencial. Por último, es posible construir procesadores provistos de varios relojes asíncronos. Gracias a ellos, en esos procesadores es posible ejecutar las operaciones de varias máquinas abstractas asíncronas. Lo que hace especialmente interesante este tipo de dispositivos es que los diversos lugares de control, siendo inicialmente asíncronos, pueden sufrir un proceso de sincronización a través precisamente de sus *interacciones cooperativas*.

Es en esa clase de procesos donde el concepto de concurrencia, entendido no como mero paralelismo, sino como independencia causal, posibilidad de conflicto y por tanto confusión potencial, resulta claramente ejemplificable. [...].

Además de los organismos biológicos individuales, ¿no se podrán también concebir las sociedades formadas por tales organismos como máquinas de funcionamiento concurrente? Desde el punto de vista que la pregunta sugiere, cada sociedad sería un autómata autoproducente, reproductivo y productivo (por tanto, evolutivo). Sus relojes o unidades de control básicas podrían identificarse con sus individuos, enzarzados en un proceso de regulación recíproca (de las conductas de otros individuos tanto como de la propia) cuyo

producto sería un efecto de regulación general (del sistema como totalidad). El mecanismo esencial en esa tarea reguladora sería la inyección de información capaz de determinar la conducta externa de tales individuos. Y esa información provendría de los modelos de la interacción sistema-medio social de que esos individuos disponen. (Más precisamente: tal información estaría constituida por la selección de alguna de las simulaciones conductuales posibles en tales modelos.)

NOTAS

1. Se indica la traducción inglesa en la bibliografía. Petri trabaja en una institución académica de Bonn, llamada Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD).

2. Brauer (los nombres de los autores remiten en todos los casos a la bibliografía).

3. Se sigue aquí a Davis, cap. 1.

4. Citado de Smart, p. 81.

5. Davis, p. 120.

6. Algunos sostienen que la idea clásica de tiempo es, no ya lógicamente necesaria, sino algo sí como «ordinariamente necesaria». Por ejemplo, Swinburne and Quinton se han ocupado de argumentar que «nuestros conceptos ordinarios de espacio y de tiempo, tal y como están constituidos en la actualidad, imposibilitan un tiempo no unificado» (Newton-Smith, p. 83). La posición que aquí se defiende afirmaría, por el contrario, que un tiempo unificado es incompatible con el hecho de la vida. No sólo pensamos el tiempo de manera no unificada, sino que no podemos dejar de hacerlo así.

7. La conferencia de Minkowsky en la Asamblea de Científicos Alemanes de 1908 celebrada en Colonia está reproducida en Smart, pp. 297-312. Una perspectiva histórica de los conceptos matemáticos involucrados en la discusión se puede encontrar en Temple.

8. La idea la expresa, por ejemplo, Shapiro. Considerar un reloj como prescriptor/productor y no meramente medidor del tiempo es una propuesta menos anómala de lo que pudiera parecer a nuestros reflejos condicionados teóricos, sobre todo si la interpretamos en la esfera de los fenómenos intencionales. La sospecha de la originariedad de la prescripción sobre otras formas de actividad lingüística ronda las cabezas de muchos investigadores en el campo de influjo del ordenador.

9. En la exposición de la teoría se utilizará básicamente Shapiro —una muy buena presentación intuitiva—, Genrich 1 y Reisig.

10. Genrich 1, p. 21.

11. *Ibid.*

12. *Ibid.*

13. *Ibid.*

14. *Ibid.*

15. Shapiro, p. 90.

16. Véase, por ejemplo, Lampson.

17. Shapiro, p. 91.

18. Shapiro, p. 89.

19. Shapiro, p. 90.

20. El modelo de las cuatro estaciones, que utiliza el mismo Petri, ha sido tomado en concreto de Reisig, pp. 3-4.

21. Tomada de Reisig, p. 20.

22. Tomados de Genrich 2, p. 526.

23. Reisig, p. 19.

24. Genrich 1, p. 33.

25. *Ibid.*, p. 34.

26. Genrich 2, p. 527.

27. *Ibid.*

28. Genrich 1, p. 41.

29. *Ibid.*, p. 42.

30. Petri 2, p. 9.

31. Ashby, p. 15.

32. Así lo hace Best.

33. Reisig, p. 46.

34. *Ibid.*

35. La segunda parte —pp. 61-110— del libro de Reisig está dedicada a las redes de lugares/transiciones.

36. Reisig, p. 6.

37. Según el Diccionario de Genrich 2, p. 528.

38. Genrich 1, p. 76.

39. Petri 2, p. 3.

40. Tomada de Genrich 2, p. 522.

41. Genrich 2, p. 139. En general, la Teoría de Categorías, una de las ramas más recientes y prometedoras de la matemática contemporánea, se presenta como el escenario apropiado para estudiar las relaciones estructurales entre objetos matemáticos cualesquiera.

42. Para una sólida comprensión de la teoría de autómatas, es recomendable Minsky.

43. En definitiva, Aulin rechaza la consideración del hombre como «sistema causal», objetivable y definido por unas leyes en principio determinables.

44. Reisig, p. 53.

45. Pask 1, p. 62.

BIBLIOGRAFÍA

ASHBY, W.R., *Introducción a la cibernética*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1976 (primera ed. inglesa, 1956).

AULIN-AHMAVAARA, A., «The impossibility of genuinely self-steering machines: a fundamental theorem on actor-systems», *Kybernetes*, 10 (1981), 113-121.

BEST, E., «Information Flow in Nets», en Girault, pp. 82-87.

BRAUER, W., «Prefacio», en Brauer (ed.).

— (ed.), «Net Theory and Applications, Proceedings of the Advanced Course on General Net Theory of Processes and Systems, Hamburg, October 8-19, 1979», *Lecture Notes in Computer Science*, 84, Berlín, Springer-Verlag, 1980.

CONANT, R. y ASHBY, W.R., «Every Good Regulator of a System Must Be a Model of That System», *International Journal of System Science*, 1, 2 (1970), 81-97.

DAVIES, P.C.W., *Space and time in the modern universe*, Londres, Cambridge University Press, 1985 (1977).

FOERSTER, H. von, «Notes pour une épistémologie des objets vivants», en Morin, vol. 1, pp. 139-155.

GENRICH, H.J., LAUTENABCH, K. y THIAGARAJAN, P.S., «Elements of General Nets Theory», en Brauer (ed.), pp. 21-164 (citado como Genrich 1).

— y STANKIEWICZ-WIECHNO, E., «A Dictionary of some Basic Notions of Net Theory», en Bauer (ed.), pp. 519-531 (citado como Genrich 2).

GIRAULT, C. y REISIG, W. (eds.), «Applications and Theory of Petri Nets, Selected papers from the First and the Second European Workshop on Applications and Theory of Petri Nets, Strasbourg, 23-26, September 1980, Bad Honnef, 28-30, September 1981», *Infomatik-Fachberichte*, 52, Berlín, Springer-Verlag, 1982.

HUMPHREY, N., *The Inner Eye*, Londres, Faber and Faber-Channel 4, 1986.

KILMER, W.L., MCCULLOCH, W.S. y BLUM, J., «A model of the vertebrate central command system», *International Journal of Man-Machine Studies*, 1, 3 (1969), 279-310.

KLIR, G.J. (ed.), *Trends in General Systems Theory*, Nueva York, Wiley-Interscience, 1972.

LAMPSON, B.W., PAUL, M. y SIEGERT, H.J. (eds.), «Distributed

- Systems - Architecture and Implementation», *Lecture Notes in Computer Science*, 105, Berlín, Springer-Verlag, 1981.
- LÖFGREN, L., «Relative explanations of systems», en Klir, pp. 340-407.
- MATURANA, H.R. y VARELA, F.J., *Autopoiesis and Cognition*, Dordrecht (Holanda), Reidel Publishing, 1980 (Boston Studies in Philosophy of Science, 42).
- MINSKY, M.L., *Computation: Finite and Infinite Machines*, Englewood Cliffs (Nueva York), Prentice-Hall, 1967.
- NEUMANN, J. VON, *Theory of Self-Reproducing Automata* (ed. A. Burks), University of Illinois Press, 1966.
- NEWTON, I., extracto del *scholium* de las definiciones en los *Principia*, en Smart, pp. 81-88.
- NEWTON-SMITH, W.H., *The Structure of Time*, Londres, Routledge and Kegan Paul, 1980.
- PASK, G., *The Cybernetics of Human Learning and Performance*, Londres, Hutchinson, 1975.
- , *Microman*, Londres, Century, 1982.
- PETRI, C.A., *Kommunikation mit Automaten*, Bonn, Schriften des Institutes für Instrumentelle Mathematik, 1962. Traducción inglesa por Greene, C.F., *Communication with Automata, Final report*, vol. 1, sup. 1, Princeton (New Jersey), Applied Data Research, 1966.
- , «Introduction to General Net Theory», en Brauer (ed.), pp. 1-19 (citado como Petri 2).
- REISIG, W., *Petri Nets, An Introduction*, EATCS Monographs on Theoretical Computer Science, Berlín, Springer-Verlag, 1982.
- SMART, J.J. (ed.), *Problems of Space and Time*, Nueva York, Collier Books-MacMillan Publishing Company, 1964.
- SHAPIRO, R., «A Primer on Petri Nets», *Cybernetic*, 1, 1 (1985), 89-95.
- TEMPLE, G., *100 Years of Mathematics*, Londres, Duckworth, 1981.
- VARELA, F.J., *Principles of Biological Autonomy*, Nueva York, North Holland, 1979.

## c) Q-análisis

- Extractos de P. GOULD, «Q-analysis, or a language of structure: an introduction for social scientists, geographers and planners», *Int. J. Man-Machine Studies*, 13 (1980), pp. 169-199.

El q-análisis, o dinámica poliédrica, es un lenguaje matemático que fue desarrollado para describir y discutir cuestiones *estructurales*. Estaba escrito en topología algebraica, un área de las matemáticas bastante nueva y avanzada que ha generado un considerable interés y muchas investigaciones desde los años treinta. Paradójicamente, puede ser utilizado para investigaciones prácticas y aplicadas por los no matemáticos, después de un curso de instrucción relativamente corto, pese al hecho de que las presentaciones estándar y formales parecen prohibitivas por los símbolos extraños y no familiares, y por sus formas de notación.

El lenguaje de la estructura, generalmente llamado q-análisis o dinámica poliédrica, fue desarrollado por el matemático inglés Ronald Atkin de la Universidad de Essex (Atkin, 1974). Atkin estudió en Cambridge justo después de la segunda guerra mundial, y el curso

general de su pensamiento parece haber sido moldeado por dos hombres notables de aquel tiempo. El primero, el escritor sobre astronomía y física Arthur Eddington, hizo en él un temprano y profundo impacto, en parte por su complacencia en explorar las implicaciones físicas de las estructuras matemáticas (Eddington, 1948). Exploraciones similares fueron emprendidas por Atkin sobre relatividad y teoría cuántica (Atkin, 1965, 1971), y luego sobre las ciencias sociales (Atkin, 1972a). El segundo fue el distinguido filósofo Ludwig Wittgenstein, en un tiempo en que aún ocupaba la cátedra de Filosofía. Este notable pensador, con su profunda inquietud por el lenguaje, por las cosas que pueden ser y no ser dichas, y por cuestiones que eran esencialmente *éticas* (Janik y Toulmin, 1973), parece haber tenido una fuerte y perdurable influencia sobre muchos de los que estudiaron en Cambridge durante los años antes de su muerte. [...].

[...] Voy a tomar por seguro que —el lector y yo— compartimos una asunción básica. Es ésta: cuando investigamos el mundo en torno a nosotros, cuando tomamos parte en ese acto intelectualmente agresivo, incluso rapaz, de extender el conocimiento, tan característico del pensamiento griego, luego del occidental, tenemos sólo tres lenguajes a nuestra disposición. Son las *palabras*, el lenguaje del discurso cotidiano, los dibujos a *gráficas*; y las *álgebras* (Gould, 1976, 1977). Lo que no implica negar ni un ápice la disponibilidad y la pertinencia de muchos otros lenguajes para otros propósitos. Los lenguajes de la música, la pintura, la escultura, la danza, la expresión facial, el movimiento corporal, el filme, y muchos más, están disponibles para expresar nuestras sensibilidades estéticas y nuestras preocupaciones éticas. Pero para *investigar*, para extender la frontera del conocimiento y la comprensión humanas compartidos, quedamos confinados a las palabras, los diagramas y los símbolos algebraicos.

Así vemos ahora por qué tantos han tenido dificultades para hacer más precisas sus ideas intuitivas sobre los asuntos estructurales. Es simplemente que la idea de estructura es a veces muy difícil de expresar en palabras. Es digno de advertirse que a menudo la gente agarra un lápiz o un trozo de tiza para tratar de clarificar sus pensamientos en lenguaje gráfico, en vez de con palabras. [...] Pero los asuntos estructurales pueden llegar a ser tan complejos, en sistemas tanto naturales como hechos por el hombre, que los dibujos gráficos, por sofisticados y bellamente dibujados que sean, empiezan a fallar. El problema básico es la naturaleza multidimensional de la complejidad, y el hecho de que los objetos de nuestras investigaciones nos fuerzan eventualmente a abandonar las dos limitadas dimensiones de una página, y aun la tercera dimensión. [...] Lo creamos o no, vivimos en un mundo multidimensional (Atkin, 1980), y en este mundo de complejidad estamos obligados —y permitidme ser claro, *no* tenemos otra opción— a emplear lenguajes alge-

braicos. Éstos han estado siempre disponibles para el matemático teórico, pero hoy han llegado a estar disponibles para el profesional práctico en muchos campos, por la influencia que tiene el computador sobre la mente humana. El moderno computador digital, propiamente usado como inteligencia protésica, más que como una gran máquina de sumar que hace más rápido lo que siempre hicimos antes, nos capacita para extender nuestra capacidad para usar lenguajes algebraicos que describan y analicen la complejidad multidimensional del mundo en que vivimos.

Hace también algo más: permite a las ciencias humanas, por vez primera, desarrollar lenguajes matemáticos que son lo bastante robustos y generales para manejar la complejidad de nuestras observaciones humanas. Ya no estamos confinados en los lenguajes matemáticos desarrollados por la física de hace trescientos años y tomados prestados de ella, y ya no tenemos que pensar y forzar la riqueza de los fenómenos humanos en esos moldes limitados y constriñentes. Sabemos que los lenguajes que empleamos, incluidos nuestros lenguajes verbales, moldean y limitan nuestra percepción del mundo (Whorf, 1965). El mundo *debe ser* percibido de manera diferente en chino que en inglés o portugués. La traducción de uno a otro no es, *no puede ser*, perfecta, que capture cada matiz, sentido e invocación de sentimiento. Los lenguajes matemáticos del cálculo diferencial e integral, o de la estadística inferencial o descriptiva, son lenguajes esencialmente cuantitativos que emplean extensamente los números reales. En contraste, los lenguajes algebraicos son esencialmente no cuantitativos, y la medición en un sentido métrico bien definido no es un prerrequisito para su uso. Están disponibles para describir, en términos precisos y bien definidos, la estructura de las cosas, cómo las cosas están conectadas unas con otras, pero el uso de números es una opción descriptiva, disponible cuando la necesitamos, pero no esencial para nuestro análisis.

Advertid que he usado la palabra *descripción* frecuentemente, porque distingo poco o nada entre la idea de una descripción buena, dura y precisa y la noción positivista más familiar de explicación. Una buena descripción es una explicación [...]. Todos conocemos cuán persistentes pueden ser los niños dando vueltas en torno a una pregunta: «¿por qué?», «¿por qué?», «¿por qué?», ... [...] Finalmente tenemos que responder: «Pues porque... no sé... vete a preguntar al tío Jorge...». Aparte de la ignorancia, cansancio o impaciencia, sólo hay una manera de salir de la trampa: tenemos que encontrar y emplear palabras que los niños no comprendan [...]. Montones de profesionales emplean las mismas tácticas con adultos [...]. Aun después de tal evasión, el niño perceptivo preguntará: «¿Qué significa eso?», forzándonos a regresar al reino de la *definición*. [...].

Pero el mundo de las definiciones útiles y conveni-

das es el mundo profundo de las matemáticas. Lo que aquí se honra no es primariamente los teoremas, por muy respetados y honrados que puedan ser, sino más bien el puesto de honor se da a la rica, útil, y sobre todo fructífera, definición. Los ricos teoremas, brotan, en última instancia, de las definiciones: esos teoremas que son talentosos y altos ejercicios de la mente humana. Las ricas consecuencias son obtenidas dentro de las definiciones, que esperan sólo una mente humana de suficiente pericia, nervio y perspicacia para cargarlas. [...].

### Algunos términos y conceptos básicos

El q-análisis emplea un número de términos y notaciones matemáticas que no son en general familiares. No han sido introducidos por amor a la jerga, o por pretensión, sino porque en los lenguajes matemáticos requerimos claridad y precisión. En pocas palabras, requerimos un vocabulario de términos bien definidos para hacer operacionales nuestras ideas sobre la estructura. Al final de cuentas, no son muchos, y la mayor parte son sencillos y honrados, pero deben ser asimilados en el vocabulario para el trabajo de cada día, y en la estructura del pensamiento del usuario potencial.

#### Conjuntos

Sin excepción, un q-análisis descansa sobre conjuntos bien definidos. Un *conjunto* es un concepto matemático fundamental, y significa simplemente una colección de objetos u *elementos*. Cuando definimos un conjunto, debemos dar alguna regla que nos permita determinar si un elemento particular pertenece o no a él. Éste parece un requisito completamente obvio, quizás banal, pero, en la situación real de investigación, la definición de un conjunto particular puede ser extremadamente difícil. Por ejemplo, si definimos un conjunto cuyos elementos son los países del mundo, tendremos probablemente pocas dificultades para decidir que Portugal, Canadá y Ghana y otros semejantes son miembros del conjunto. Pero, ¿qué pasa con Taiwán y Escocia? En 1978, la Liga Árabe formaba un conjunto bien definido, pero ¿quién hubiera tenido interés o se hubiera atrevido a escribir un año antes una regla que hubiera permitido a alguien decidir si un país particular estaba en el conjunto o no? [...].

Simbolizaremos en general un conjunto con una letra mayúscula, sea  $C$ , y sus elementos con letras minúsculas. Así:

$$c \in C$$

quiere decir que el elemento  $c$  es miembro del conjunto  $C$ . Podríamos desear definir un conjunto listando todos



sus elementos, por ejemplo, el conjunto de cuatro elementos

$$P = \{\text{Jorge, Pedro, Ricardo, Felipe}\}$$

o podemos ser capaces de escribir algunas reglas claras y no ambiguas, tal como en el caso del conjunto de 36 elementos

$$d_i \sum D \quad i = 1, 2, \dots, 36$$

Aun empleando un subconjunto de enteros positivos  $Z^+$  como conjunto índice en el conjunto de arriba salta el hecho de que debemos usar los números con cuidado extremo. Al menos, debemos definir con cuidado qué conjunto deseamos usar —los números reales (R), los enteros (Z), los racionales (Q), y así—, porque las operaciones algebraicas definidas para un conjunto pueden no estar permitidas (o las definiciones pueden no ser consistentes y fructíferas) para otros (Fraleigh, 1976). Como veremos, tales operaciones ilegítimas caracterizan las llamadas técnicas de «conglomerados» (*cluster*) en ciencias sociales, y suelen añadirse a la confusión de una perspectiva metodológica ya altamente confusa (Gould, 1979a) [...].

### Relaciones

Ahora venimos a una de las ideas más cruciales del q-análisis, una idea que marca un claro punto de partida respecto a todos los análisis matemáticos anteriores en ciencias humanas. [...] Vamos a explicarlo usando palabras, gráficamente dibujando una línea o un grafo, o algebraicamente estimando una *función*. Pero, si usamos palabras, gráficos o ecuaciones, nuestro pensamiento es casi invariablemente lo que he venido en llamar *pensamiento funcional*, o pensamiento en funciones. A menudo estimaremos

$$Y = F(X)$$

y asumiremos que es lineal, usando técnicas de regresión para estimar

$$Y = a + bX$$

Algo (Y: quizás cosecha de olivas) está relacionado con algo (X: quizás lluvia), pero este tipo de expresión, y el pensamiento que yace detrás de ella, es la clase de pensamiento más constreñido que posiblemente podamos emplear. [...].

Una función es una forma altamente constreñida de *aplicación*, una operación matemática que relaciona los elementos de un conjunto con los de otro. De hecho, una función (algo con lo que la mayoría de nosotros estamos familiarizados) es una aplicación, es una relación

[...]. Así, si empezamos con una relación como la expresión más general, no perderemos nada. Si existe una función encontraremos siempre que es una forma especial de relación altamente constreñida. Pero lo contrario no es verdad, y a menudo aproximando un conjunto de datos empíricos al conjunto «funcional» que la convención y la tradición desean con vehemencia, forzamos el mundo en un molde altamente restrictivo, y a menudo destruimos importantes pautas, estructuras, y por eso intuición, en el proceso.

¿Qué es, entonces, una relación? Un número infinito de ellas pueden ser definidas, pero nos confinaremos a las llamadas relaciones *binarias*. La restricción es apenas dañosa en este punto, dada la naturaleza fundamental y la importancia de las relaciones binarias en matemáticas (Hammer, 1969). Primero, alguna terminología básica. Supongamos que tenemos un conjunto de elementos bien definidos, digamos X, y consideremos todos los pares de la forma  $(x_i, x_j)$ . Esos pares están *ordenados*, lo que quiere decir que distinguimos entre  $(x_i, x_j)$  de  $(x_j, x_i)$ . Si representamos el conjunto de pares ordenados como algo llamado el producto cartesiano  $X \times X$ , entonces una relación binaria, digamos  $\lambda$ , puede ser considerada como un subconjunto de todos los pares ordenados, y escribimos  $\lambda \subseteq X \otimes X$ . Así, una relación binaria es un par  $(\lambda, X)$ , donde  $\lambda$  es el conjunto de pares que definen la relación sobre el conjunto X. Por ejemplo, un geógrafo o planificador puede estar interesado en un conjunto de países C, y la relación definida entre ellos en términos de comercio que excede de un valor cada año,  $\tau_{ij} \leq \theta$  si el comercio anual  $\tau_{ij} \leq \theta$ .

Sin embargo, tratamos usualmente con relaciones entre diferentes conjuntos, digamos X e Y, y definimos tal relación como  $\lambda \subseteq X \otimes Y$ . Podemos exponer esto en términos algo más intuitivos y menos abstractos pensando que cada relación  $\lambda$  es una matriz incidente en la que

$$\begin{aligned} \Lambda &= \lambda_{ij}, \text{ donde } \lambda_{ij} = 1, \text{ si } (x_j, i_j) \in \lambda, \\ &= 0, \text{ en otro caso} \end{aligned}$$

En realidad, un momento de pensar lo vuelve completamente claro, *nunca* podemos emplear los números reales (R), ya que éstos contienen entidades que son puras abstracciones matemáticas más allá de nuestro poder de observación. El que se empleen frecuentemente es simplemente otro mal ejemplo de la forma no apropiada en la que aplicamos nuestras observaciones humanas en estructuras matemáticas desarrolladas para las ciencias físicas hace varios siglos. Por ejemplo, no podemos observar, y por eso no podemos registrar en ninguna investigación, un número real como  $\sqrt{2}$  (Atkin, 1972a). Es digno de mencionar que, al moverse de la física newtoniana a la relativista y cuántica, aun los científicos físicos han abandonado los reales: por ejemplo, no hay nivel de energía con el valor  $h\sqrt{2}$ ,

siendo  $h$  el número racional conocido como constante de Planck [...].

Conjuntos jerárquicos y cubiertas

Cuando enfocamos un problema particular mediante la metodología del q-análisis advertimos a menudo una cosa notable. Cuando empezamos a definir los conjuntos de elementos que parecen pertinentes al problema, advertimos que los objetos de nuestras investigaciones, y las palabras que usamos para identificarlos, adoptan una disposición *jerárquica*. En otras palabras, algunos de los términos que usamos parecen estar a un nivel más alto, más general, que los que están debajo. Por ejemplo, considerad los términos que pueden ser usados para describir una escena visual (Figura 1). Una escena particular puede ser tanto un paisaje *terrestre* como *marino* [...], de modo que decimos que el conjunto «escena visual» es una *cubierta* a nivel  $N + 4$  para las palabras «paisaje terrestre» y «paisaje marino» que están a nivel  $N + 3$ . De modo similar «jardín», a nivel  $N + 2$ , es un conjunto cubierta para (césped, flor, árbol, arbusto) a nivel  $N$ . Estas palabras, a su vez, son cubiertas para los elementos de nivel  $N - 1$  en la jerarquía, y así sucesivamente (Gould, 1979a).

Ahora advirtamos algo extremadamente importante: la jerarquía de palabras sólo parece soportar alguna semejanza con la clase de «diagramas en árbol» que hemos visto en cartas organizacionales de todas clases. El sargento informa al teniente, que informa al capitán, que... informa al general [...]. Pero en nuestro esquema jerárquico de palabras, un elemento a un nivel, digamos  $N - 1$ , necesita no *pertenecer* exclusivamente a una única palabra o conjunto al próximo nivel más alto, digamos  $N$ . Un diente de león, por ejemplo, pertenece a (en el sentido de informa a) las palabras «malezas», «flores» y «verduras», al mismo tiempo. Aquí

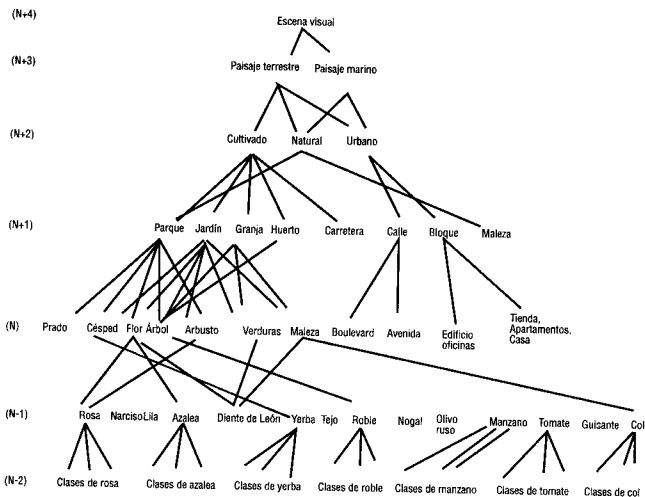


FIGURA 1. La sopa del lenguaje cotidiano. Un ejemplo de jerarquía de conjuntos cubierta para describir la Escena Visual (adaptado de Atkin, 1980)

tenemos una idea muy importante, la idea de un *conjunto cubierta*, tal que las palabras a un nivel son cubiertas para las que están más abajo en la jerarquía. En este esquema, el usual diagrama en árbol con ramas (que vemos tan a menudo en clasificaciones convencionales) es una forma muy especial y altamente construida de conjunto cubierta; a saber, una *partición*. Todas las particiones son cubiertas, pero no todas las cubiertas son particiones.

Cuando uno se encuentra por primera vez con la idea de un conjunto cubierta, difícilmente parece una idea especialmente excitante. Aunque su idea aparentemente simple es de enorme importancia por la manera en que libera nuestro pensamiento y nos permite describir estructuras «dejando a los datos hablar por sí mismos», más que forzándoles a la tradicional, pero arbitraria, partición. Una de las tareas más difíciles en cualquier programa de investigación es escoger palabras bien definidas para los elementos de nuestros conjuntos, y entonces asociárselas.

Por ejemplo:

$\lambda$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$
$x_1$	0	0	1	1	1	1
$x_2$	0	1	1	1	1	0
$x_3$	0	1	1	1	1	0
$x_4$	0	0	0	0	0	0
$x_5$	1	1	0	1	0	0

Advertid esto:  $\lambda \subseteq X \times Y$ . Y no contiene un par ordenado con  $x_4$ , ya que  $x_4$  no está  $\lambda$ -relacionado a ningún elemento del conjunto  $Y$ . Por ejemplo, si fuera  $\lambda$ -contenido  $(x_4, y_2)$  (usted puede poner mentalmente un 1 en la matriz incidente  $\lambda$ ), entendríamos una aplicación, en este caso la aplicación muchos-a-muchos (Fig. 3).

Si cada elemento de  $X$  estuviera  $\lambda$ -relacionado a un único elemento de  $Y$ , podríamos tener una función, digamos  $f$ . Tenemos tres posibilidades (Fig. 4):

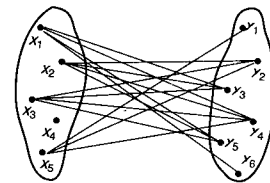


FIGURA 3. Una relación entre dos conjuntos, X e Y

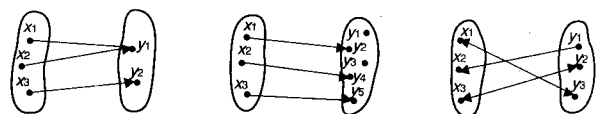


FIGURA 4. Varias funciones, como aplicaciones suprayectiva, inyectiva y biyectiva

1) si todos los elementos de  $Y$  son usados tenemos una aplicación suprayectiva, pero la inversa  $f^{-1}$  no existe porque  $y_1$  no está unívocamente definido; 2) todos los elementos de  $Y$  no son usados y tenemos una aplicación *inyectiva*, pero  $f^{-1}$  no existe porque  $y_1$  e  $y_3$  no están definidos; y 3) hay una correspondencia uno-a-uno (biunívoca) o aplicación *biyectiva*, de modo que  $f^{-1}$  existe. Ahora vemos por qué los criptógrafos están interesados en las aplicaciones biyectivas cuyos inversos son difíciles de definir (Diffie y Hellman, 1976).

Ahora, ¿ven por qué una función es una aplicación, es una relación, pero no al contrario? Y ¿no es extraño que enfoquemos usualmente nuestra atención sobre el tipo de relación más altamente constrinente, una aplicación biyectiva, y entonces añadamos el requerimiento aun más astringente de que  $f$  y  $f^{-1}$  sean lineales?

Quizás los científicos humanos hacen esto porque están intelectualmente inseguros. Constantemente miran de reojo a los científicos físicos, para tomar prestados lenguajes matemáticos limitados como el álgebra lineal, el cálculo y la estadística, en vez de desarrollar sus propias álgebras para manejar la rica complejidad de los asuntos humanos. Una vez más, advertid que, si empezamos por la definición amplia de relación, encontraremos en nuestros datos funciones *si las hay*, porque todas las funciones son relaciones. Pero, si empezamos desde el punto de vista funcional, nunca descubriremos relaciones, porque no todas las relaciones son funciones. Cuando forzamos nuestros datos a la forma de función, como en el análisis de regresión y virtualmente en todas las técnicas multivariadas por mínimos cuadrados, estamos en realidad destrozando la información de nuestros conjuntos de datos, y destruyendo cualquier oportunidad de volverla a recuperar. En las ciencias físicas las técnicas de mínimos cuadrados están íntimamente relacionadas con una teoría del error bien desarrollada y establecida con precisión. Por ejemplo, si tomamos muchas lecturas de un teodolito o telescopio, todos los pequeños rodamientos y cojinetes tendrán siempre algún juego en ellos, y esos pequeños defectos mecánicos inducirán error en los términos de nuestras observaciones. Las técnicas de mínimos cuadrados pueden en realidad ser apropiadas para tales errores en los términos usando los procedimientos estándar del cálculo. En las ciencias sociales, que han tomado prestada la técnica pero han olvidado la teoría, tal pensamiento funcional rara vez está justificado.

Así hemos llegado a la pregunta: ¿Qué es relación? Una relación es una regla que asigna elementos de un conjunto a otro. Tenemos que definir una relación particular entre elementos de conjuntos, y esta relación define a su vez una *estructura* particular. Cómo una relación particular es definida es una importante pregunta para la investigación, una pregunta que no tiene nada que ver con las matemáticas.

En esta breve introducción al  $q$ -análisis sólo podemos lograr una comprensión intuitiva del lenguaje topológico algebraico de estructura. No sería apropiado explorar aquí todos los ricos desarrollos matemáticos, sino simplemente tratar de conseguir un «toque» de algunos de los términos y conceptos, con un ejemplo sencillo, pedagógico. Supongamos que tenemos un conjunto bien definido de gentes, digamos miembros de un departamento, o miembros de un seminario, o uno de los muchos miles de grupos de gente en que podamos pensar. Llamemos a nuestro conjunto de gentes  $P$ , con los elementos  $(A, B, \dots, G)$ . Supongamos, después de un cuestionamiento y una investigación intensivos, que podríamos definir un conjunto  $I$  de intereses profesionales  $(1, 2, \dots, 16)$ , y asumimos que todos están al mismo nivel jerárquico. En términos sencillos, eso quiere decir que deberíamos poner en el mismo conjunto Geografía y Teoría del Lugar Central, ya que Geografía es una cubierta para la Teoría del Lugar central, que está a nivel jerárquico más bajo.

Intereses intelectuales

$\lambda$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
B	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
C	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
D	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
E	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
F	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Podemos representar nuestros dos conjuntos  $P$  e  $I$  como filas y columnas de una matriz incidente  $\Lambda$ , y ver cómo cada elemento o persona de  $P$  está  $\lambda$ -relacionado a los elementos de interés intelectual en el conjunto  $I$ . Es fácil de ver a partir de la misma matriz cómo la relación  $\lambda$  es un subconjunto de pares ordenados  $(p_{ij})$  sobre el producto cartesiano, o  $\lambda \subseteq P \times I$ . Ahora, cada persona es definida por el propósito específico a mano, es decir, el análisis intelectual de un grupo de gente, como subconjunto de los *vértices* (puntos) en el con-

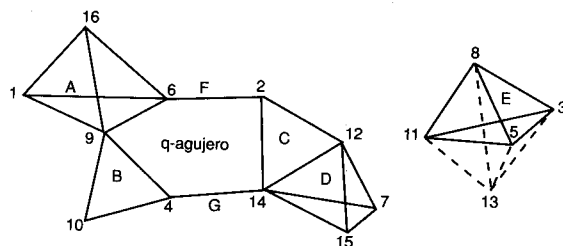


FIGURA 5. Un complejo simplicial definido por siete personas-simplices

junto de intereses. Así, podemos representar a cada persona por una figura geométrica llamada *simplex* (Fig. 5).

Por ejemplo, A es definido como tridimensional, o 3-simplex  $\sigma^3_A = (1, 6, 9, 16)$  y aparece como un tetraedro; F es el 1-simplex  $\sigma^1_F = (2, 6)$ ; E es el 4-simplex  $\sigma^4_E = (3, 5, 8, 11, 13)$  situado en un espacio tetradimensional —representado en la figura con líneas de puntos hacia la cuarta dimensión, pues no puede ser visualizado directamente. Ya podemos ver cómo los lenguajes gráficos comienzan a fracasar, y por qué debemos movernos hacia los lenguajes algebraicos que son los únicos apropiados para la expresión de estas ideas multivariadas.

El conjunto de símlices tomados juntos forma un *complejo simplicial*  $K_P(I; \lambda)$  o un complejo hecho con símlices individuales. Y advertid que podemos considerar con la misma facilidad el *complejo conjugado*  $K_I(P; \lambda^{-1})$ , en el que podemos representar los intereses intelectuales como *símlices* definidos sobre el conjunto de gentes, los elementos  $p_i \in P$ , que ahora son los vértices del poliedro.

Aunque  $\lambda$  define nuestra relación entre los conjuntos P e I, no estamos limitados a tales matrices binarias.  $\wedge$  puede ser la matriz de datos más familiar de números racionales o enteros, que representa recuentos o medidas ordinales de intensidad del interés, o competencia profesional de la gente concernida. Podemos, sin embargo, escoger un *parámetro tarjador*, y definir nuestra relación binaria si un elemento particular en nuestra matriz excede de ese valor. Eso significa que todos los elementos en nuestra matriz que son mayores que, o iguales a, el valor de nuestro parámetro tarjador se convierte en 1 - s, mientras que el resto son conjunto de 0 - s. Tenemos también la libertad de definir conjuntos  $\theta_i$  y  $\theta_j$ , o incluso un conjunto  $(\theta_{ij})$  de parámetros tarjadores para definir una relación útil e interpretable.

Advertid que ahora tenemos una *definición operacional de estructura*. Naturalmente, la estructura de nuestra disciplina, y la estructura de los intereses intelectuales, cambiará según el conjunto de parámetros tarjadores que escojamos. Intuitivamente, pasaría esto: si incluimos aun los intereses más casuales de la gente concernida (un pequeño parámetro tarjador), podemos esperar una estructura *conectada* más altamente. Si escogemos un parámetro tarjador muy alto, tal que sólo intereses profesionales muy intensos o que exigen gran competencia permanecen para definir nuestra relación, podemos esperar una estructura *mucho menos conexa*, mucho más fragmentada.

[...] Por esta razón distinguimos con mucho cuidado en q-análisis entre la estructura de la geometría y las cosas que pueden existir detrás de ella. La estructura geométrica es llamada «telón de fondo» [...]. Las cosas que existen, o son transmitidas, en el «telón de fondo» son llamadas *tráfico*, y la estructura geométrica

subyacente, o «telón de fondo», debe ser suficientemente fuerte para soportar el tráfico. Como vimos con el ejemplo de nuestros estudiosos, las ideas con dimensiones muy altas requieren una estructura con dimensiones muy altas, y que esté muy conectada para que las ideas existan y sean *transmitidas de un simplex-estudioso a otro*. Es fácil ver que, si dos estudiosos no están conectados directamente, pueden, sin embargo, estar conectados indirectamente a través de una tercera persona-poliedro. Es posible que tal intermediario pueda transmitir algo sobre una idea entre sus compañeros estudiosos, aunque es probable que la idea sea más bien poco profunda, es decir de baja dimensión. Pese a los libros sobre la «relatividad para el profano», muchos representan un intento bastante sincero de transmitir una importante visión del mundo, desde Einstein hasta el hombre de la calle, las ideas de relatividad son de dimensionalidad tan alta que no facilitan la transmisión de una apreciación y comprensión profundas. Tales ideas requieren, sin duda, una apreciación del cálculo de tensores, y física avanzada, vértices que no tiene mucha gente.

Nuestra sencilla ilustración muestra también cómo un «telón de fondo» puede producir a veces una *obstrucción* considerable del tráfico, de modo que quizás pensaríamos que nuestro mundo multidimensional tiene una geometría que permite que algunas cosas sucedan, pero prohíbe otras. Advertid que las personas-poliedro, y los símlices intelectuales en el conjugado (Fig. 6) están conectados de tal modo que distintos

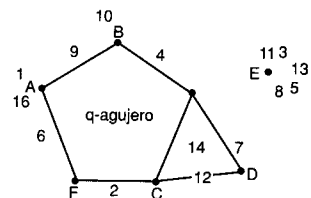


FIGURA 6. El complejo conjugado definido por los intereses de 16 intelectuales

*agujeros* aparecen en el «telón de fondo». Han sido llamados q-agujeros, y, paradójicamente, parecen ser análogos a objetos sólidos en nuestro más familiar espacio cotidiano. Nunca habrán pensado probablemente en un árbol como agujero en nuestro espacio ordinario, pero es bastante obvio que no pueden pasar a través de él; a menos que vayan en un tanque, que es un destructor de q-agujeros. Del mismo modo, el espacio ordinario en el que asumimos vivir tiene agujeros, de modo que hay agujeros en el «telón de fondo» geométrico multidimensional en el que vivimos nuestras vidas.

Y aquí alcanzamos una idea muy profunda. Podemos tener dos perspectivas del cambio en el mundo, dependiendo de nuestro punto de vista. Podemos llamar a la primera la perspectiva newtoniana, pues asu-

me que la geometría o «telón de fondo» es estable, pero el tráfico puede alterarse y cambiar porque está sujeto a ciertas fuerzas. Una vez más, permítanme darles un ejemplo concreto de nuestra investigación sobre televisión. Podemos definir una relación entre un conjunto de programas de televisión y un conjunto de palabras descriptivas a algún nivel jerárquico bien definido. Ahora, por primera vez, tenemos una definición operacional de lo que podemos querer decir con la frase «estructura de la programación de televisión». Tal estructura forma un «telón de fondo», mientras que el tráfico puede ser el número de personas que existen (que están literalmente mirando en un momento particular) sobre un programa-*simplex* particular definido por el conjunto de vértices del tema objeto. Un matemático diría que podemos definir una aplicación que lleva un trozo del «telón de fondo» a los números enteros. Ahora, si está sucediendo algo realmente más excitante al mismo tiempo en que se está mostrando, el número de gente «existente» como tráfico será pequeño. O, si estamos en un triste sábado lluvioso, el tráfico de niños para un programa particular será probablemente mucho más alto que de ordinario. Así, los cambios en tráfico son resultados de ciertas fuerzas, llamadas t-fuerzas, que producen cambios a la manera newtoniana.

Pero tenemos también otra perspectiva del cambio. Es la que podríamos llamar einsteiniana, pues en la teoría de la relatividad de Einstein la gravedad no es considerada una fuerza (que nadie ha visto nunca, ni ha sido definida sino de un modo totalmente tautológico), sino como la estructura geométrica del universo que permite que ciertas cosas sucedan y prohíbe otras. En las ciencias físicas, parece que no sólo el «telón de fondo» es particularmente simple, sino que también es incambiante (hasta donde sabemos). Pero en las ciencias humanas, caracterizadas por espacios multidimensionales del tipo que estamos discutiendo, es claro que un «telón de fondo» particular no puede ser estable.\* Las relaciones que definen una sociedad particular, y por eso la estructura particular de la sociedad, pueden parecer estables durante muchos años, pero todos sabemos que pueden sobrevenir cambios súbitos, pronunciados y catastróficos. Tales discontinuidades son hoy de gran interés, y vemos el auge de la Teoría de Catástrofes como un punto importante de este punto de vista (Thom, 1975; Zeeman, 1977; Poston y Stewart, 1978). En términos de dinámica poliédrica, quiere decir que una relación que define una estructura particular cambia, y que este cambio en el «telón de fondo» geométrico permite, u obliga a, cambios en el tráfico. Por ejemplo, una decisión administrativa prohibiendo escenas de violencia en tele-

visión cambiaría claramente la estructura de la programación de televisión, y presumiblemente esos cambios en el «telón de fondo» forzarían cambios en el tráfico.

Tenemos también expresiones algebraicas útiles para estas ideas geométricas más intuitivas. Cuando definimos una aplicación que lleva trozos de un complejo simplicial sobre los números enteros, tenemos una expresión de nuestra estructura como *pauta polinomial*: expresión que es dimensionalmente correcta, o *graduada*. Un simple cambio en el tráfico (los valores enteros asociados con cada *simplex*), puede ser considerado como el resultado de alguna fuerza que actúa sobre la estructura estable. Tales cambios serían análogos a un diferencial (estrictamente una diferencia finita), en el cálculo convencional. Pero, como vimos en el ejemplo de arriba, donde un cambio administrativo en la programación en televisión puede quitar un vértice como «violencia», podemos tener también un cambio en el propio «telón de fondo» geométrico. La sencilla noción de un diferencial que tuvo su origen en las ciencias físicas será bastante inadecuada para dar cuenta de estos cambios muchos más complejos característicos de las ciencias humanas, áreas de investigación donde la conciencia humana puede cambiar deliberadamente la geometría multidimensional del espacio pertinente. En estos casos, tenemos que registrar los cambios en «telón de fondo» y tráfico como *pares de tensión* (Johnson, 1975, 1977).

Estas vías más complejas de cambio hacen surgir algunas preguntas muy profundas sobre nuestras visiones del tiempo. En física, se ha hecho claro en estos últimos setenta años que la noción de tiempo independiente y lineal de la mecánica newtoniana —el tiempo como una «corriente que avanza siempre»— debe ser ampliada para que quepa la mutua interdependencia de espacio y tiempo. Pero aun el nuevo, y ahora convencional, *continuum* espacio-temporal de Einstein puede ser considerado como un concepto dimensionalmente limitado y constrictivo, ya que los eventos, y los intervalos entre eventos, pueden ser considerados estrictamente como tráfico en «telones de fondo» más ricamente multidimensionales, característicos de los espacios humanos (Atkin, 1978b). Estas perspectivas ampliadas alimentan una expectativa importante y excitante para describir la dinámica de los sistemas humanos por primera vez con propiedad, en vez de adaptar los enfoques convencionales, lineales, y usualmente descomposicionales, de las ciencias físicas, al material humano de nuestras investigaciones (Atkins, 1978c).

\* El orden social es del orden del decir, y puede ser modificado por dichos (dictados e interdicciones). Al contrario que los objetos físicos y biológicos, que en cierto sentido preexisten a su designación, los objetos sociales son función de su designación. Véase, por ejemplo, Cicourel, *El método y la medida en sociología*, Editora Nacional, 1982, p. 52. [N. del T.]

### Ejemplos y aplicaciones del q-análisis

Aunque la dinámica poliédrica es bastante nueva, ha sido aplicada en muchas áreas diferentes para producir intuiciones que no serían posibles con enfoques más convencionales [...]. Quizás debería decirse [...] que estas perspectivas metodológicas a veces no son muy populares entre los que han hecho considerables inversiones profesionales, intelectuales, incluso emocionales, en técnicas convencionales estadísticas y multivariadas. La razón es simplemente que demuestran con desconcertante claridad las extremas limitaciones de las más viejas metodologías convencionales.

Consideremos un problema de la familiar regresión lineal, cuando alguien puede estar intentado ajustar una línea recta a dos conjuntos de datos, X e Y, quizás lluvia y cosechas de olivas. Ahora, la lista familiar de N observaciones que ponemos en un trozo de gráfico, con lo que empezamos nuestros cálculos, no es en realidad otra cosa que una lista de pares ordenados. Nuestra matriz de datos N x 2 puede ser representada por  $\lambda$ , o gráficamente (Fig. 7).

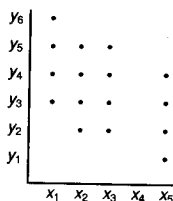


FIGURA 7. Pares ordenados en convencional diagrama de dispersión

Si nuestras observaciones han sido hechas con cuidado, estos conjuntos pueden contener una gran mano de información. Usted puede componer su propia historia y ejemplo como quiera, pero si X es lluvia es obvio que una cantidad particular de lluvia no siempre produce la misma cosecha de olivas, Y. Adviertan que el diagrama de dispersión es sólo un pequeño ejemplo de la aplicación muchos-a-muchos que encontramos antes. Cada  $x_i$  puede ser considerado como un *simplex* en  $K_x(Y; \lambda)$  y podemos considerar también el *complex* conjugado  $K_y(X; X^{-1})$ . En lenguaje gráfico (Fig. 8), la estructura de esta relación es:

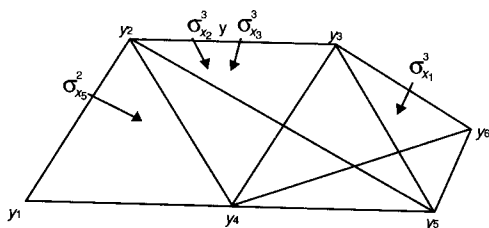


FIGURA 8. La geometría multidimensional de la relación contenida en el diagrama de dispersión

Pero, ¿qué hacemos con esta estructura multidimensional que describe la relación, cuidadosamente observada, entre los dos conjuntos bien definidos? Invocamos una teoría del error de las ciencias físicas y ajustamos una línea, una función lineal, que se supone que representa la relación real y verdaderamente descrita por la geometría multidimensional. Esto significa que cada  $x_i$  está referido a un solo (el «predicho») valor de  $y_j$ . Gráficamente, esto quiere decir que hemos reemplazado nuestra rica geometría relacional por una serie de cuatro *símplices*, caro-dimensionales, y completamente desconectados, y que quedan así (Fig. 9):

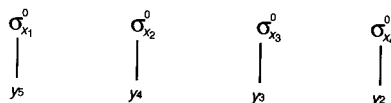


FIGURA 9. Magullando la dimensionalidad de la relación al sustituir por una aplicación lineal (una línea de regresión)

¿Ven ahora lo que quiero decir cuando digo que esas técnicas estadísticas convencionales cambian la dimensionalidad y magullan la información extraíble de nuestros conjuntos de datos?

Pero la historia va peor. En muchos análisis multivariados, la rica estructura de relaciones entre muchas variables (variables definidas a menudo mala y redundantemente, y usualmente una mezcla desahuciada de niveles jerárquicos) es representada por una matriz de coeficientes de correlación. Y ahora los coeficientes de correlación son precisamente los cosenos de los ángulos entre los magulladores de la geometría, las aplicaciones lineales llamadas líneas de regresión  $Y = f(X)$  y  $X = g(Y)$ . Y de este punto arranca el análisis factorial, operando sobre una matriz de coeficientes de correlación lineal que son el resultado de haber sido exprimida y derramada fuera, por la aplicación lineal, la mayor parte de la información de los datos originales. ¿Alguien se maravilla de que muchos de los análisis sean *simplices*? [...].

Desgraciadamente, no hemos acabado la sórdida historia. El análisis factorial, o alguna de sus variantes, es la base para prácticamente todas las formas de taxonomía numérica o clasificación. En los algoritmos de computación se crea un «espacio taxonómico», las cosas que están siendo clasificadas se sitúan allí con coordenadas, y se miden las similitudes (a menudo mediante operaciones algebraicas ilegales y no definidas), como distancias entre ellas. Entonces, se echa mano de algún procedimiento de agrupamiento paso-a-paso, y se corre para encajar algunas cosas en una caja, otras cosas en una segunda caja, y así sucesivamente, hasta que todo «luce» aseado y en orden. En pocas palabras, la clasificación se define aun hoy al modo obsoleto y arcaico de una *partición* linneana (Foucault, 1973).

Pero estos algoritmos computacionales son, en realidad, máquinas particionales deterministas, que fuerzan una estructura particional en un conjunto de datos altamente conectados, cuyos elementos han sido tan esfrujados y filtrados por técnicas lineales que los resultados no soportan ninguna semejanza con la ciencia; al menos, no con la ciencia tal como la concebimos, al modo honesto del siglo XVII, como definición, observación cuidadosa, y estructuración inductiva de los hechos en pautas de contingencia coherentes, interpretables, y estéticamente satisfactorias.

[...] Como advertí antes, durante veinticinco años muchos comités de la UNESCO han tratado de idear un esquema internacional para registrar y clasificar los programas de televisión, y esfuerzos semejantes han hecho la European Broadcasting Union, y algunos grupos nacionales, por ejemplo, la BBC, la Swedish Broadcasting y así sucesivamente. Todos han terminado como el rosario de la aurora, porque 1) acudieron al pensamiento particional tradicional para vérselas con el problema y 2) no llegaron a distinguir entre «telón de fondo», el asunto real de los programas de televisión, y tráfico, el modo en que es tratado el asunto. Después de muchos esfuerzos, el International Television Flows Project (ITFP) tuvo éxito al registrar estos artefactos de vital importancia de la cultura humana, analizando la relación entre un conjunto de programas y conjuntos de términos bien definidos sobre «telón de fondo» y jerarquías de tráfico (Gould y Johnson, 1978b). Los numerosos análisis realizados por la ITPF a partir de datos de muchos países demuestran claramente por qué la clasificación de programas de televisión a la manera tradicional es una tarea dificultosa e infructuosa. [...] Los programas de televisión han sido calificados de «intratables», pero los datos no son nunca intratables, los datos simplemente son. Lo que es intratable es el conjunto mental tradicional de que el científico echa mano para vérselas con los datos. [...]

El mundo de la clasificación tradicional y el pensamiento particional se desmorona por todas partes. [...] El lenguaje del q-análisis ha arrojado luz sobre algunas áreas difíciles, proporcionando una descripción más conveniente de la estructura [...].

El uso del q-análisis para analizar la estructura urbana es un ejemplo [...]. Muchas ciudades tienden a ser objetos dinámicos, sujetos a cambios, y a las tensiones resultantes que tales cambios producen. Una vez más, la distinción entre el «telón de fondo» y el tráfico es crucial: por ejemplo, en un estudio de Southend-on-Sea, la estructura urbana fue definida como una relación entre un conjunto de calles y conjuntos de actividades de comercio, servicios públicos y diversiones (Atkin, 1973, 1978b). El tráfico en tal estructura puede ser el número de personas que usan esas facilidades, la cantidad de dinero que gastan, el impuesto generado y así sucesivamente. A corto plazo, podemos asumir que la estructura básica, la geometría descrita por las rela-

ciones, es estable. Pero, a largo plazo, es claro que el mismo «telón de fondo» cambiará, y estos cambios en la estructura urbana permitirán o prohibirán cambios en el tráfico que vive en simplices en el espacio multidimensional. Entre 1910 y 1972 ocurrieron muchos y muy interesantes cambios estructurales en Southend-on-Sea, y fueron descritos en términos bien definidos.

Una ciudad real es una cosa muy compleja, y pueden ser requeridas muy diferentes descripciones estructurales. Para fines de planeamiento, es a menudo muy importante, pero a veces extremadamente difícil, obtener una descripción dura y bien definida del tránsito de peatones, bicicletas y vehículos de motor que va a través, y alrededor, de la ciudad. Es obvio para cualquiera que un sistema de transporte urbano es una estructura muy conectada, en la que los cambios, como la congestión a horas punta o la reparación de las vías, pueden ser resentidos por el sistema con varios grados de rigor. Es igualmente obvio que la nueva construcción, por ejemplo una nueva área de casas de bajo coste, afectará a la generación de movimientos de bienes y gente sobre el sistema de vías. [...]

En un estudio de Colchester (Inglaterra), Johnson suministró una buena descripción estructural, y mostró cómo la teoría dinámica del análisis convencional del movimiento urbano contradice la teoría estática. Su estudio resolvió la cuestión de la q-transmisión mediante una estructura muy compleja y multidimensional, y un bloqueo grave de tráfico, causado por un gran camión volcado, indicaba que su descripción estructural suministraba exactamente el «telón de fondo» requerido para la transmisión de la congestión a través del sistema (Johnson, 1975, 1977). A nivel micro, era también posible analizar los diversos tipos de desvíos de giro experimentales (rondabouts), ya que su capacidad para funcionar como conector y cambiador de puntos era determinada por la estructura del espacio viario en el que los coches eran forzados a operar (Johnson, 1976).

[...] Sistemas, definidos como elementos con conexiones entre ellos, aparecen a todas las escalas en los mundos tanto natural como hecho por el hombre. El cuerpo humano, y quizás la psique humana, son sistemas extremadamente complejos que solemos intentar mantener en un estado de equilibrio razonablemente bien definido llamado buena salud. La medicina, en todas sus variedades, desde el médico de la familia prescribiendo un «remedio» al servicio nacional de salud, es la disciplina que trata de mantener los estados de equilibrio.

A menudo es muy difícil diagnosticar una enfermedad, particularmente si no es común. En un estudio de la enfermedad de Behcet, se definió una relación entre un conjunto de 227 personas y otro de 71 atributos de la enfermedad. La conectividad de los atributos de las enfermedades (ulceración de la boca, artritis, ulceración genital, etc.) parecía definir una estructura

«corazón» que sugiere una herramienta para un diagnóstico exacto, mientras que la excentricidad de los atributos-simplices (concepto bien definido en dinámica poliédrica) sugería rasgos sin necesariamente valor diagnóstico directo (Chamberlain, 1976).

[...] La metodología del q-análisis ha sido usada también para analizar la estructura de organizaciones grandes y complejas. Una de las primeras fue la Universidad de Essex, en el momento de los primeros setenta, cuando la peligrosa historia de los estudiantes contra la facultad y contra la administración. Un análisis amplio y detallado a cinco niveles jerárquicos distintos de las estructuras físicas, educacionales y de comité descubrió un número de q-agujeros en la fábrica de la universidad. Estas obstrucciones del flujo libre de los asuntos universitarios pareció confirmar la intuición de muchos miembros de la facultad de que este flujo «no implicaba ninguna utilidad, sólo eran más y más papeles y más y más informes circulando sin que condujeran a nada». Los informes que circulaban y las responsabilidades que representaban eran, desde luego, el tráfico sobre el «telón de fondo» estructural de la universidad definida por las relaciones entre conjuntos definidos cuidadosamente. La única persona que pudo llenar algunos de los q-agujeros a alto nivel en la estructura del comité fue el vicescanciller; en otro caso nada habría ocurrido. Sus decisiones fueron consideradas arbitrarias y autoritarias por algunos, pero se pudo argumentar que la estructura de la universidad, la geometría particular en la que las gentes se encuentran a sí mismas, demandaba que él adoptara esas decisiones sin (aparente) consulta (Atkin, 1977b).

[...] Recientes investigaciones sobre una serie de estudios de preinversión para un esquema de irrigación potencial en Portugal han suministrado evidencia concreta de que las propiedades estructurales de la agricultura y la comunicación interpersonal constriñen severamente el desarrollo potencial. Fue posible ver, por ejemplo, cómo la propiedad tradicional de la tierra y las prácticas de arrendamiento constriñen la difusión de nuevos cultivos, como árboles frutales, que serían una innovación importante con gran impacto en el desarrollo. Además, lo altamente fragmentado del «telón de fondo» de comunicaciones interpersonales entre granjeros producía obstrucción considerable, y los componentes individuales en el complejo simplicial demostraron el extremo desatino de destruir el detalle local de las pautas de comunicación, usando la usual estimación funcional del Campo de Información Media (MIF).

Revisando estos estudios empíricos empleando q-análisis, es importante tener en cuenta que las intuiciones han provenido principalmente de la investigación disciplinada, cuidadosa y paciente, exigida por tales análisis, y no de formidables apuntalamientos matemáticos. La distinción entre «telón de fondo» y tráfico, la exigencia de definiciones operacionales, el cono-

cimiento de una estructura algebraica de conjuntos cubierta en lenguaje natural, la inclusión de las particiones en cubiertas, de las funciones en aplicaciones y relaciones, estas son las características intelectualmente disciplinantes de la metodología que ha suministrado genuinas intuiciones en una amplia variedad de campos [...].

### Implicaciones filosóficas y éticas contemporáneas

Creo que tenemos suficientes ejemplos para ver la amplia variedad de aplicaciones, tanto actuales como potenciales, del q-análisis. Tal variedad no es realmente sorprendente si recordamos el casi ubicuo uso del término *estructura* en todas las áreas de la investigación humana. He advertido en la introducción que precisamente esa ubicuidad llevó a Atkin a buscar un lenguaje que pudiera expresar y definir el término, de una manera satisfactoria y sobre todo *operacional*. Claramente, algo de *fundamental* importancia ha sido descubierto aquí. La descripción, esto es, la descripción buena, dura y replicable, nos exige que examinemos las relaciones entre conjuntos. Y advertid cómo la definición tanto de los conjuntos como de las relaciones nos fuerza a tener en cuenta en profundidad el lenguaje, para lo que puede ser dicho, y por eso definido de un modo mutuamente satisfactorio y útil, y para lo que quizás *no puede* ser dicho. Fue precisamente esta frontera la que Wittgenstein rotuló como «burbuja de discurso», y lo que queda dentro y fuera de la burbuja debe ser dejado a la consideración y decisión del individuo.

Sobre todo, la metodología del q-análisis es abierta; abierta a la discusión, al perfeccionamiento, a la extensión, al aumento. ¿Los conjuntos son siempre abiertos?, ¿están bien definidos?, ¿está de acuerdo la gente de razón sobre los conjuntos de palabras?, ¿pueden ser discutidos y perfeccionados?, ¿está de acuerdo la gente de diferentes culturas e ideologías sobre los conjuntos, y cómo pueden ser escogidas las palabras para describir cosas? Permítanme un ejemplo concreto: ¿podría usar las mismas palabras para describir la estructura de un conjunto de programas de televisión, una persona comprometida en la producción en televisión en Francia, Gran Bretaña o los Estados Unidos que un marxista de Sudamérica, un musulmán devoto del Islam o un campesino de la Indonesia rural? Si no, ¿por qué no? Y, ¿quién tiene «razón»? Y, ¿puede la noción de «razón» tener algún sentido en tal contexto? Lo que sería fascinante sería analizar las diferentes estructuras, y ver dónde están precisamente las diferencias. Quizás debamos reconocer que la investigación cultural cruzada es el único *módulo* posible de las ideologías de los que tratan de describir (Gould y Johnson, 1980a, b).

Pero la dinámica poliédrica está abierta en un sentido intelectual más amplio. Las ricas implicaciones e



interpretaciones matemáticas apenas han sido exploradas, y nuevos problemas empíricos han hecho surgir cuestiones sobre escritura de nuevas estructuras algebraicas para tratar las complejidades de un problema particular, en vez de intentar forzar tal complejidad en formas inadecuadas de matemáticas ideadas para otros fines y en otros tiempos (Johnson, 1979). En tales desarrollos vemos la insistencia de John von Neumann en que las matemáticas deben retornar siempre a sus raíces empíricas.

Sobre todo, hay en la dinámica poliédrica el requerimiento de estar «próximo a los datos», en el estilo, bueno, del siglo XVII. No hay filtros, lineales o especificados de otro modo, entre el observador y el problema; ningún algoritmo cuantofrénico que fuerce una estructura absurda en el conjunto de datos; ni necesariamente números, cosas que frecuentemente son tomadas como la marca distintiva de la investigación científica. Y precisamente aquí vemos cómo la metodología del q-análisis hace un corte de mangas a la esquizofrénica división entre las áreas de investigación tradicionalmente rotuladas como Humanística y Científica. No hay líneas fronterizas claras, sólo localizaciones quizás sobre continuos multidimensionales. Como Entriken ha advertido, la geografía «Humanística» sólo puede ser considerada como una perspectiva del criticismo, no una tradición intelectual de investigación en contraste con, y en distinción de, la geografía «científica» (Entriken, 1976). ¿Seguramente sólo podemos tener estudios en geografía, bien definidos, o mal definidos, si consideramos los de tipo académico tradicional, o la especie, arraigada en la práctica de los problemas cotidianos, que llamamos planificación regional, urbana, y nacional?

Y aquí surgen profundos problemas filosóficos y éticos, problemas planteados con tanta pertinencia, esfuerzo y claridad por Habermas y otros de la Escuela de Francfort (Habermas, 1971). Si aceptamos su división en técnica, hemenéutica y emancipatoria (una división, una partición, que yo personalmente no estaría dispuesto a aceptar sin una considerable cualificación), entonces debemos aceptar tres formas de conocimiento. Una forma que se enfoca sobre la covariación, de la que la física es quizás el paradigma, forma que permite en última instancia el control técnico; una forma de interpretación textual que enfoca el sentido; y, finalmente, una forma que fuerza la autorreflexión, y actúa emancipando al observador, dándole una perspectiva, una «visión desde fuera», que plantea cuestiones sobre las «leyes»; y así, quizás, hace aparecer la cuestión de alterarlas. La última, la perspectiva emancipatoria, no puede aceptar que haya leyes inmutables, ni del comportamiento de los individuos, ni de las sociedades colectivas en las que están encajados. Quizás, durante un tiempo, pueda haber regularidades etiquetadas (¡durante un tiempo!) como «cláusulas parecidas a leyes» (*law-like statements*). Pero ¿quizás estuviéramos bus-

cando las metaleyas, las leyes más altas ( $N + 1$ ), que nos dicen cómo cambian las leyes de nivel  $N$  (Atkin, 1980)?

Porque una cosa está ya clara: la distinción «telón de fondo»-tráfico del q-análisis muestra que la sociedad humana, en todos sus aspectos, no está encajada en una geometría constante, ingenuamente simple, la clase de geometría que es característica (aparentemente) del mundo físico. Más bien es encajada y definida por geometrías cambiantes de espacios multidimensionales. Primariamente por esta razón, el filósofo Melville ha etiquetado el q-análisis como posiblemente el primer ejemplo de unas matemáticas emancipatorias en las ciencias humanas (Melville, 1976). Para que usted mismo lo vea, para ser consciente de sí mismo, en una geometría que prohíbe y permite, que induce la autorreflexión emancipatoria que hace surgir la pregunta de cómo las geometrías podrían ser cambiadas. Quizás el lenguaje de la estructura, tan bien dentro de la «burbuja de discurso», ¿tiene también un papel ético que yace más allá de su frontera?

## BIBLIOGRAFÍA

- ATKIN, R., «Abstract physics», *Il Nuovo Cimento*, 38 (1965), 496-517.
- , «Cohomology of Observations», en Bastin, T. (ed.), *Quantum Theory and Beyond: Essays and Discussions Arising from a Colloquium*, Cambridge, The Cambridge University Press, 1971, pp. 191-211.
- , «From cohomology in physics to q-connectivity in social science», *International Journal of Man-Machine Studies*, 4 (1972a), 139-167.
- , «Multidimensional structure in the game of chess», *International Journal of Man-Machine Studies*, 4 (1972b), 341-362.
- , *Urban Structure Research Project*, vols. 1-4, Colchester, Department of Mathematics, University of Essex, 1972-1974.
- , *A Study Area in Southend on Sea*, Colchester, Department of Mathematics, University of Essex, 1973.
- , *Mathematical Structure in Human Affairs*, Londres, Heinemann Educational Book, 1974.
- , *Methodology of Q-Analysis: A Study of East Anglia I*, Colchester, Department of Mathematics, University of Essex, 1975.
- , *Q-analysis: Theory and Practice*, Colchester, Department of Mathematics, University of Essex, 1975a.
- , *Combinatorial Connectivities in Social Systems*, Basilea, Birkhäuser Verlag, 1977b.
- , «A hard language for the soft sciences», *Futures*, 10 (1978a), 492-499.
- , «Dynamics of Patterns on a Hard Data Backcloth», en Martin, R., Thrift, N. y Bennett, R. (eds.), *Towards the Dynamic Analysis of Spatial Systems*, Londres, Pion, 1978b, pp. 19-36.
- , «Time as a pattern on a multidimensional structure», *Journal of Social and Biological Structures*, 1 (1978c), 182-295.
- , *How to Study Corporations Using Concepts of Connectivity*, Cambridge, Q-Analysis Consultants, 1979.
- , *Multidimensional Man*, Harmondsworth, Penguin Books, 1980.
- y CASTI, J., *Polyhedral Dynamics and the Geometry of Systems*, Laxenburgo (Austria), International Institute for Applied Systems Analysis, 1977.
- , HARTSTON, W. y WITTEN, I., «Positional chess analyst», *Inter-*



# IX) INVESTIGACIÓN SOCIAL DE SEGUNDO ORDEN

## 1) El problema

- Ponencia de JESÚS IBÁÑEZ, «Las paradojas de la investigación social: una tarea necesaria e imposible», ponencia en el IV Congreso de Teoría y Metodología de la Ciencia, Sociedad Asturiana de Sociología, Gijón, 6 de abril de 1988.

La investigación social es una tarea necesaria e imposible. Necesaria: pues la visión (semántica) y el manejo (pragmático), «racionales», del orden social la exigen. Imposible, de derecho y de hecho: de derecho, pues el orden social sólo funciona si es inconsciente; de hecho, pues es paradójica (las pruebas empírica y teórica son sentencias autorreferentes, la prueba empírica exige medir la sociedad con instrumentos sociales, la prueba teórica exige hablar del habla o pensar el pensamiento).

### El papel social de la investigación social

La sociología ha emergido en un momento —la Revolución burguesa— en que la sociedad se hace consciente de sí misma. La sociedad se autonomiza del Estado: tras el orden político (hecho de regulaciones) aparece un orden civil (hecho de agrupamientos).<sup>1</sup> La Revolución pretende una autonomía de ese orden civil. En realidad, intenta hacer volver al rango a las clases populares con las que la burguesía se había aliado para vencer a la aristocracia. Intenta *vencerla convenciéndolas*: hacer que formen *conjunto* con el *vencedor*.

La ideología burguesa disfraza la historia en naturaleza, la contingencia en necesidad: intenta fundar en razón natural el hecho histórico y contingente de su dominación: la relación clases dominantes/oprimidas se disuelve en la noción sincrética de *nación*; sus formaciones ideológicas —filosofía, religión, derecho, moral...— se cubren con el adjetivo «*natural*». <sup>2</sup> Es el contexto del surgimiento de la sociología: intento de descubrir las leyes racionales de la organización social.

Comte —que le dio objeto y nombre— divide el contenido de la sociología en estática y dinámica sociales; pero pone el énfasis en la estática, apuesta por la estabilidad (por un Estado disfrazado de sociedad). La estática designa el *orden*, la dinámica el *progreso* (progreso, se entiende, dentro de un orden).<sup>3</sup>

La función social de la sociología es —desde su nacimiento— ideológica: proporciona una visión (teórica) que justifica el orden social, y un manejo (empírico) que posibilite la manipulación de las clases oprimidas por las clases dominantes. La palabra «información» articula dos significados: informarse de (extraer información, mediante la observación —semántica—) y dar forma a (inyectar neguentropía, mediante la acción —pragmática—). En una sociedad de clases, la información fluye de abajo hacia arriba; la neguentropía, de arriba hacia abajo. Las clases dominantes se reservan el azar: poder predecir a las clases oprimidas, siendo impredecibles. El saber sobre la sociedad se bifurca en sociología y socialismo (búsqueda de una visión global que permita un manejo global —la sociología sólo permite un manejo local—).

Dice Zetterberg: «Cuando un cliente se acerca a un sociólogo con la frase: “Tengo un problema...”, normalmente obtiene esta respuesta: “Investiguemos sobre él...”».<sup>4</sup> Al contrario de lo que ocurre en otras ciencias, no es posible la deducción a partir de la teoría, sólo la inducción a partir de la empiria. No se trata de un atraso coyuntural de la teoría: es que la teoría sociológica es imposible.

En *Las leyes* de Platón, dice el Ateniense a Cleinas: «...suponiendo que tengáis leyes bastantes buenas, una de las mejores será la que prohíbe a los jóvenes [a las clases oprimidas, J.I.] preguntar cuáles de ellas son justas y cuáles no».<sup>5</sup> Esta es la cuestión: preguntar a la Ley, poner en cuestión la Ley. El orden social sólo funciona si es inconsciente. La sociedad es un sistema hiperreflexivo, un sistema reflexivo con elementos reflexivos (los individuos). Las relaciones sociales son relaciones de clase (de orden). Nuestra especie es la única que utiliza como instrumento a miembros de la misma especie: para que se dejen utilizar, es necesario que no sean conscientes de ser utilizados. Hablando de juegos de estrategia, Deutsch afirma que el único juego de estrategia posible en ciencias sociales es el juego de croquet de Alicia: «Cuando Alicia lograba por fin enderezar el largo cuello del flamenco y se disponía a dar un buen golpe con la cabeza del pájaro al erizo, le daba al flamenco por retórcerse y mirarla con una expresión de tanta extrañeza que Alicia no podía contener la risa, y cuando, a pesar de todo, lograba colocarle la cabeza de nuevo se encontraba con que el erizo se había desenroscado y se arrastraba alejándose».<sup>6</sup> Los palos eran flamencos y las pelotas erizos: representan a las clases oprimidas (cuanto más reflexivos sean, menos certeros serán los golpes del jugador).

En otras ciencias (físicas, biológicas...), las técnicas

de investigación empírica se articulan sobre la teoría: por eso es posible la interacción mutua entre los dos planos. En sociología, se articulan sobre la ideología. En el capitalismo de producción, se ha desarrollado la técnica de encuesta. En el capitalismo de consumo, se ha desarrollado la técnica del grupo de discusión.<sup>7</sup> Ambas se articulan sobre la ideología prevaleciente en cada momento.

El capitalismo de producción era individualista. La sociedad era —en lo imaginario— un conjunto de individuos idénticos (cada uno idéntico a sí mismo e idéntico a cada otro). La fragmentación real del cuerpo de cada uno —en roles, en gestos, inconexos— se ocultaba tras un alma imaginaria. La estadística se ha desarrollado en cinética de gases: un «gas perfecto» es un conjunto de moléculas idénticas (cada una idéntica a sí misma e idéntica a cada otra). Hay isomorfismo entre el sistema que es el gas y el sistema que dicen que es la sociedad: nada más obvio que la aplicación de la misma tecnología. En el gas sólo hay elementos, pero en la sociedad hay —también— estructura (relaciones entre elementos) y sistema (relaciones entre relaciones: cambio).<sup>8</sup> El uso de encuestas contribuye a que los elementos (individuos) crean que la sociedad es como dicen que es.

El capitalismo de consumo es grupalista. Cuando Dios vivía, todos los valores —en particular, la verdad— se fundaban en el acuerdo divino: de ahí, por ejemplo, la ordalía. Cuando no hay nadie que nos dé su acuerdo, sólo nos queda ponernos de acuerdo entre nosotros: es el consenso (tan caro a Habermas). El grupalismo sucede al individualismo, cuando las relaciones humanas suceden a la organización científica del trabajo: los trabajadores son capturados por una doble pinza, la cadena vertical jerárquica de las relaciones formales (o las filiaciones) y la trama horizontal afectiva de las relaciones informales (o de las afiliaciones: ambas, grupales). El grupo de discusión es un laboratorio para la producción de consenso.

La jerarquía opera por regulaciones: acción violenta e irreversible del todo sobre las partes. La camaradería opera por agrupamientos: acción pacífica y reversible de cada parte sobre sí misma y sobre cada otra. La jerarquía nos vence, la camaradería nos convence.

### Imposibilidad lógica de la investigación social

La investigación social es paradójica. La función veritativa articula dos pruebas: una prueba empírica o inductiva (adecuación a la realidad) y una prueba teórica o deductiva (coherencia del discurso). Ambas pruebas constituyen sentencias autorreferentes.

No se pueden determinar, a la vez, la posición y el estado de movimiento de una partícula (Heisenberg, indeterminación). Si determinamos la posición, indeterminamos el estado de movimiento (partícula). Si de-

terminamos el estado de movimiento, indeterminamos la posición (onda).

Una teoría no puede ser, a la vez, consistente —todos los enunciados son verdaderos— y completa —todos los enunciados verdaderos están contenidos en ella (Gödel, incompletitud). Habrá un enunciado verdadero, pero indemostrable (sentencia gödeliana). Una teoría no puede probarse a sí misma.

Ambos principios se reducen a uno. La prueba empírica es una sentencia autorreferente: materia que mide la materia, vida que mide la vida, sociedad que mide la sociedad. La prueba teórica es una sentencia autorreferente: pensar el pensamiento. Ambas son sentencias paradójicas.<sup>9</sup> Como el microfísico utiliza instrumentos hechos de materia para medir la materia, el sociólogo utiliza la materia del lenguaje como objeto y como instrumento: sólo capta el individuo (partícula) o la sociedad (onda), de ahí la bifurcación de la ciencia social en psicologías/sociologías.

«De lo que no se puede hablar, mejor es callarse», decía Wittgenstein.<sup>10</sup> Sin embargo, «Wittgenstein encontró el modo de decir una buena cantidad de cosas sobre aquello de lo que nada se puede decir».<sup>11</sup> ¿Cómo fue posible? Russell creyó encontrar la salida, jerarquizando los lenguajes: «todo lenguaje tiene, como Wittgenstein dice, una estructura de la cual nada puede decirse en el lenguaje, pero puede haber otro lenguaje que trata de la estructura del primer lenguaje y que tenga una nueva estructura, y que esta jerarquía de lenguajes no tenga límites».<sup>12</sup>

Efectivamente. Podemos transgredir los límites puestos al conocimiento por Heisenberg y Gödel.

Cuando medimos algo, lo modificamos. La medida clásica no toma en cuenta la modificación, la medida cuántica sí. En la medida clásica, el sujeto que mide y los instrumentos de medida son exteriores al objeto medido. En la medida cuántica son interiores. Es reflexiva. En la medida clásica el sujeto mide el objeto (sMo), en la medida cuántica el sujeto mide la medición del objeto por el sujeto [sM(sMo)]. El sujeto puede medir luego la medición de la medición del objeto por el sujeto (sM[sM(sMo)]), medir luego la medición de la medición de la medición... Así se lanza por una cascada de saltos en abismo.

Si ponemos la sentencia gödeliana como axioma de una metateoría, pasa a ser verdadera sin necesidad de demostración. Luego podemos poner la metasentencia gödeliana en la metateoría como axioma en una metametateoría, y luego... Así nos lanzamos por una cascada de saltos en abismo.

Esos saltos (en los que nos jugamos la razón como se la jugó él) fueron dados por Cantor, cuando construyó su aritmética transfinita. Haciendo estallar un conjunto enumerable en el conjunto partes del conjunto, construyó Alef<sub>0</sub>; haciendo estallar Alef<sub>0</sub> en el conjunto partes del conjunto, construyó Alef<sub>1</sub>; haciendo estallar Alef<sub>1</sub>...

Existe un tipo de razonamiento llamado inducción matemática. Inducción y matemática: esto es, deductiva (el nombre contradictorio parece designar una contradicción). Si una proposición referente a una sucesión de números es cierta para el primer número de la sucesión, y si la hipótesis de su verdad para cualquier número de la sucesión implica como consecuencia lógica la verdad de la proposición para el número siguiente, entonces la proposición es verdadera para todos los números de la sucesión. Hoy se le llama, con más propiedad, razonamiento por recurrencia. Si en lo alto de la pirámide (de medidas, metamedidas, metametamedidas...; de teorías, metateorías, metametateorías...; de transfinitos Alef<sub>0</sub>, Alef<sub>1</sub>, Alef<sub>2</sub>,...) colocamos un observador, éste, razonando por recurrencia, podrá observar el efecto de todos los escalones de la pirámide sin observar más que unos pocos escalones.

Russell y Whitehead,<sup>13</sup> en su Teoría de los Tipos, prohíben las sentencias autorreferentes: una sentencia autorreferente mezcla dos tipos, un lenguaje y un metalenguaje. Al evitar las paradojas, evitaron el pensamiento crítico. El pensamiento crítico es, a la vez, como la medida cuántica, transitivo (piensa el objeto) y reflexivo (piensa el pensamiento del sujeto sobre el objeto). Spencer-Brown<sup>14</sup> encontró otra salida. Cuando algo es necesario e imposible, hay que cambiar las reglas de juego: no simplificándolas (quitando dimensiones, como Russell y Whitehead) sino complicándolas (poniendo nuevas dimensiones). La imposible y necesaria resolución de las ecuaciones de grado par, se logró mediante la invención de los números imaginarios.  $X^2 + 1 = 0$  es una sentencia autorreferente:  $X^2 + 1 = 0 \rightarrow X^2 = -1 \rightarrow X = -1/X$ . La solución tiene que ser una unidad. Pero, no es la unidad positiva (entonces,  $1 = -1$ ), y no es la unidad negativa (entonces,  $-1 = 1$ ). Bombelli transgredió la paradoja inventando los números imaginarios: para lo que tuvo que inventar un tercer tipo de unidad (la unidad imaginaria =  $i = \sqrt{-1}$ ). Los números imaginarios son componentes de los números complejos. Y amplían el campo de los números: ahora hay números reales e imaginarios. Spencer-Brown, al intentar explicitar la aritmética implícita en el álgebra de Boole (el álgebra de la lógica), se encontró —también— con ecuaciones lógicas de grado par: sentencias autorreferentes, a las que no puede atribuirse ni el valor «verdad» ni el valor «falsedad» (si son verdaderas son falsas y si son falsas son verdaderas). Por el camino abierto por Bombelli, encontró la solución: decretó la existencia de un tercer valor, el valor «imaginario» (porque «no está en el espacio sino en el tiempo, en uno de los futuros posibles»)<sup>15</sup>. Los valores imaginarios son componentes del pensamiento complejo. Cuando Spencer-Brown mostró el resultado de su investigación a Russell, éste quedó encantado: confesó que la Teoría de Tipos era la cosa más arbitraria que él y Whitehead habían hecho, y se alegró de haber vivido el tiempo suficiente para ver el problema resuelto.<sup>16</sup>

Es el camino que, para que la flecha histórica pueda alzarse por el borde de la flecha termodinámica del tiempo,<sup>17</sup> siguen la vida y el pensamiento. La vida: por ejemplo, la necesaria e imposible (en un espacio bidimensional) coincidencia de las imágenes en las retinas izquierda y derecha se produce inventando una nueva dimensión: las dos imágenes se componen en una visión estereoscópica (tridimensional). El pensamiento: la necesaria e imposible (en el espacio de las teorías biológicas) coincidencia de las teorías preformacionista y epigenética se produce inventando una nueva dimensión: las dos teorías se componen en una compleja (hay preformación —genotipo— y epigénesis —fenotipo—).

La inducción utiliza menos información de la que hay: es un intento de alcanzar la unidad desde más abajo (nunca llega). La deducción utiliza más información de la que hay: es un intento de alcanzar la unidad desde más arriba (siempre se pasa). Simondon<sup>18</sup> propone una tercera vía: la transducción. La transducción utiliza —conserva y amplifica— la información que hay: es un intento de resolver las disparaciones en el espacio y las contradicciones en el tiempo de la unidad huyendo hacia adelante (inventando nuevas dimensiones). La unidad no es cerrada, como postulan las vías inductiva y deductiva, sino abierta (disparata, contradictoria). La transducción se mueve en el elemento de la unidad, pero de una unidad problemática.

Operan por transducción los llamados —por Simondon—<sup>19</sup> individuos. Un individuo es una frontera topocronológica que divide el universo en dos zonas: un interior/pasado (la parte del universo *ya* incorporada) y un exterior/futuro (la parte del universo *por* incorporar). Desde el cristal al ser humano se desarrollan individuos cada vez más potentes. Un individuo implica un proyecto de incorporar a su interior/pasado todo su exterior/futuro (todo *su* universo). Universo (de *unus + vertere*) es el resultado de haber dado una vuelta: vueltas cada vez más potentes crean universos cada vez más potentes. El universo del cristal es una solución sobresaturada de las moléculas que cristalizan. El universo del ser humano alcanza los límites topológicos y cronológicos del Universo por antonomasia.

Los individuos son capaces de tratar con la información. La información elemental está contenida en un código. Un código es un azar congelado. Los códigos son dispositivos de doble articulación: una segunda articulación emergida por azar es retenida por una primera articulación (necesaria). El cristal sólo recibe un aporte inicial de información: información que transmite monótonamente, molécula a molécula. El organismo vivo recibe un aporte inicial de información (el código genético): pero —además— por una parte ese código es flexible (el fenotipo es una adaptación del genotipo al medio) y a lo largo de la evolución —por lo menos a la altura del animal— se desarrolla

un dispositivo cerebral que permite recibir nuevos aportes de información (aprender). La información genética se desterritorializa en relación a la información cristalina: hay además de una forma una sustancia de la información (los ácidos nucleicos), y la información está depositada linealmente en el espacio. El ser humano desarrolla una nueva posibilidad: gracias al lenguaje, la línea espacial del código genético se dobla con la línea temporal de la cadena hablada (lo que hace posible una sobrecodificación);<sup>20</sup> y la información se deposita fuera del cuerpo (en libros en la Galaxia Gutenberg, en bancos de datos en la Aldea Global Electrónica). La información genética da forma al organismo, la información lingüística da forma al medio. Para el cristal sólo existe el mundo real. Para el animal existe también el mundo imaginario. Para el ser humano existen también mundos simbólicos.

Sujeto es, según Thom,<sup>21</sup> un actante que permanece idéntico después de haber atravesado una catástrofe. Para permanecer idéntico, tiene que ser una función periódica cuyos valores inicial y final coinciden. En lo real, son irreversibles las operaciones de reproducción de sí (la presa no retorna del estómago del predador) y la producción de sí (el hijo no retorna al vientre de la madre). Ambas operaciones se hacen reversibles, reciclando en lo real lo imaginario y lo simbólico. En el sueño, matriz de lo imaginario, la presa retorna del estómago del predador y el hijo retorna al vientre de la madre. En el juego, matriz de lo simbólico, el predador no come en realidad a la presa, la madre no pare en realidad al hijo.

### El juego de la verdad

El universo está hecho de modo que pueda ser conocido. Es un lugar común de la teoría cuántica que nada existe si no es observado. Hoy se opone al principio entrópico (que da cuenta de la flecha termodinámica del tiempo) el principio antrópico (que da cuenta de la flecha histórica del tiempo). El universo es como es porque yo estoy aquí para observarlo. Sólo puede existir un universo que sea capaz de producir observadores.

Desde que existe un observador, el universo «debe primero escindirse a sí mismo en al menos un estado que ve y al menos un estado que es visto».<sup>22</sup> Esta escisión pone una disparación o una contradicción en el corazón del universo: «el mundo es indudablemente sí mismo (esto es, idéntico de sí mismo), pero, en cualquier intento de verse a sí mismo como objeto, debe, también indudablemente, actuar de modo que se haga a sí mismo distinto de, y por tanto falso a, sí mismo. En estas condiciones siempre se eludirá parcialmente a sí mismo».

Estamos en presencia de un diálogo que nunca llegará al consenso pleno. ¿Quiénes son los interlocutores? Primero será un diálogo sujeto-sujeto, luego será

un diálogo sujeto-objeto, finalmente será un diálogo objeto-objeto. El primer estadio es cartesiano (el objeto es espacio): sólo existen la extensión y alguien que la piensa, el problema de la verdad es el de «las condiciones de posibilidad *in subjecto* de la experiencia».<sup>23</sup> El segundo estadio es bachelardiano (el objeto es energía): existe algo que se propaga en un medio sin memoria, lo que exige la «doble purificación del objeto —supresión del metamorfismo histórico— y del sujeto —supresión del inconsciente—».<sup>24</sup> Estamos en el capitalismo de producción: el proceso de producción desaparece detrás del producto, sin que las singularidades de la fuerza de trabajo y de la materia prima dejen huella. La verdad exige una iteración infinita de sujetos idénticos (cada uno idéntico a sí mismo y a cada otro) sobre objetos idénticos (cada uno idéntico a sí mismo y a cada otro): estabilidades teóricas (matemáticas) y empíricas (intervenciones tecnológicas). El tercer estadio es serresiano (el objeto es información). Es una complicación transductiva de los dos primeros: las condiciones de la experiencia del sujeto y de la accesibilidad del objeto tienen un fundamento común: la existencia de información. En el primer estadio sólo hay memoria, en el segundo estadio no hay memoria, en el tercer estadio hay una función de retención —una memoria— común al sujeto y al objeto (el sujeto es un objeto entre los objetos). «La cosa es experimentable, porque existe como conservador y emisor de información y porque yo existo como lector, receptor y conservador de una misma o análoga información.»<sup>25</sup>

Un físico es un trozo de materia que investiga la materia. Un biólogo es un trozo de vida que investiga la vida. Un sociólogo es un trozo de sociedad que investiga la sociedad. Todos son espejos que el universo se pone en su centro.

El juego de la verdad (el juego del conocimiento) no es un juego: es una escena de predación. Percibir es una estilización imaginaria de la caza. Concebir es una estilización simbólica de la caza. La percepción implica una investigación de la mejor manera de agarrar el objeto.<sup>26</sup> Concepto (de *cum + capire*) significa asir fuertemente. Son modos de colonizar el espacio y el tiempo, para capturar mediante simulación imaginaria y/o simbólica objetos ausentes por lejanos. Un sistema cartesiano de ejes de coordenadas, por ejemplo, es la estilización de una escena de caza: el punto de origen (O) es la contracción hasta el límite del cuerpo del predador, el punto P es la contracción hasta el límite del cuerpo de la presa, las paralelas a los ejes por ese punto son la contracción hasta el límite de las mandíbulas del predador.<sup>27</sup>

### El sujeto: un predador infeliz

Porque está sujetado por el orden simbólico, el sujeto queda separado de sí mismo (dividido) y del objeto

(perdido). Es el precio que tiene que pagar por ser hablador. El sujeto ha sido, sucesivamente, absoluto, relativo y reflexivo.<sup>28</sup> Posiciones que corresponden, respectivamente, a las tres grandes olas de la física: clásica, relativista y cuántica. En física clásica, hay un lugar privilegiado del sujeto para la captura de la verdad del objeto (el sujeto es absoluto: lugar de Dios o de Laplace): lugar que será modelo para el sujeto transcendental kantiano. En física relativista, ese lugar absoluto se desmultiplica en una multiplicidad de lugares (relativos): la captura de la verdad del objeto exige una conversación entre todos los observadores posibles (intersubjetividad transcendental). En física cuántica, el sujeto se hace reflexivo: pues tiene que doblar la observación del objeto con la observación de su observación del objeto (medida cuántica).

El sujeto y el objeto son efectos del orden simbólico: el sujeto está sujetado —y el objeto, objetivado— por el orden simbólico. El orden simbólico regula el intercambio: de objetos (economía política), de sujetos (economía libidinal) y de mensajes (economía significativa). Sujeto es el que intercambia, objeto es lo que se intercambia. El orden simbólico preexiste a los sujetos y a los objetos: cuando vienen a la existencia, tienen señalado allí su lugar.

Al ser sujetado por el orden simbólico, el sujeto queda dividido en sujeto de la enunciación y sujeto del enunciado. El sujeto es representado en la cadena hablada por un significante.<sup>29</sup> Asimismo, quedan representados los objetos. Con lo que el sujeto, desde el principio, se pierde a sí mismo y pierde el objeto. Queda, como residuo, el inconsciente: el resto, lo que en el sujeto no es capturado por el orden simbólico (lo no semiotizable). [...].

El sujeto se busca a sí mismo, trascendiéndose (en una huida hacia adelante): tomando el camino de Cantor. Cantor, mediante un teorema de existencia, inventó el infinito. Los conjuntos infinitos tienen la propiedad de la reflexividad: son coordinables con sus partes. Es el modelo del conocimiento: ¿Cómo yo, una parte del Universo, puedo comprender el Universo? En psicoanálisis, se habla de función-padre o castración: el padre nos divide y nos prohíbe el objeto. «No se pueden poner juntos todos los significantes de la misma “familia” en el mismo saco, y cuando se intenta juntarlos —ponerlos juntos—, hay una falla, un movimiento de exclusión, cuyo efecto es transportar a “otro” lugar a uno de los significantes, que así llega a ser Otro, de modo que los otros pueden funcionar como tales.»<sup>30</sup> Los equivalentes generales de valor pagan su privilegio con una exclusión. El Oro es excluido del intercambio de objetos, el Padre es excluido del intercambio de sujetos (sólo es padre como muerto), la palabra es excluida del intercambio de mensajes (palabra vacía). Los curas llevaban en la cabeza una tonsura (corona mística, a cambio de la castración simbólica): era el premio por su exclusión del intercambio de objetos (voto de

pobreza), de sujetos (voto de castidad) y de mensajes (voto de obediencia).<sup>31</sup> Los equivalentes generales de valor constituyen así una medida a nuestra medida: natural, si somos su efecto. La captura de la verdad es un proceso transfinito. Las fallas puestas por Heisenberg y Gödel pueden atravesarse (transgredirse).

Para alcanzar el infinito, hay que pasar por el cero. Según Frege,<sup>32</sup> los números enteros se generan a partir del conjunto vacío. El conjunto vacío es la imposibilidad o la falla pura, rodeada de una frontera (de un significativo): cero es el número «que pertenece al concepto no idéntico consigo mismo», o sea, «el concepto bajo el que ningún objeto cae». Cero no puede ser sustituido por sí mismo, porque no es idéntico a sí mismo, por tanto «el número que pertenece al concepto "idéntico con cero" sigue directamente después de cero» (esto es, uno). Y así sucesivamente. Porque la serie de los números enteros nace castrada, puede alcanzar el infinito.

### El objeto: un presa feliz

El objeto es objetivo en la medida en que es objetivo para la caza. Nuestra especie tiene un campo de caza casi ilimitado en extensión y en comprensión: en extensión, pues abarca todo el espacio y todo el tiempo; en comprensión, pues abarca todas las especies (explotación de la naturaleza por el hombre), incluida la propia especie (explotación del hombre por el hombre) y el propio cazador (autoexplotación).<sup>33</sup>

El objetivo es visual (analógico) en la Galaxia Gutenberg, táctil (digital) en la Aldea Global Electrónica. En la Galaxia Gutenberg, el modelo es un lector ante el libro. En la Aldea Global Electrónica, el modelo es un operador ante el teclado del ordenador. El primero es un modelo de lectura de la *Ley* (semántico): es un modelo de visión (teórico) —una visión que oculta un manejo—. La relación lector/libro es el modelo de la relación sujeto/objeto. El lector está fuera del libro como sujeto absoluto (subjetividad transcendental) o relativo (intersubjetividad transcendental). La hoja del libro es una superficie plana: inteligibilidad como proyección sobre un plano (*ex-plain*, en inglés significa literalmente proyectar sobre un plano; *ex-plicar*, en castellano significa literalmente desplegar —de *ex* + *plecto*—). El segundo es un modelo de elección dentro de la *ley* (pragmático) es un modelo de manejo (empírico). En vez de una copia metafórica, un mapa metonímico del mundo.<sup>34</sup> La copia desconecta al sujeto del objeto, el mapa lo conecta: debe incluir un lugar para el sujeto («estamos aquí»). La visión es transitiva, el manejo es reflexivo: alcanzar el objeto implica una reflexión sobre la actividad del sujeto. El primero es un modelo de lectura, el segundo es un modelo de escritura.

De la escritura derivan el álgebra y la geometría. La

geometría, de la escritura pictográfica (que es un análisis del objeto). El álgebra, de la escritura alfabética (que es un análisis de la actividad del sujeto).<sup>35</sup> La geometría proporciona copias; el álgebra, mapas. La Galaxia Gutenberg tiene una concepción geométrica del saber (oculta el poder). La Aldea Global Electrónica tiene una concepción algébrica del poder (oculta el saber).

Sería conveniente desvelar, el álgebra (el poder) censurada por la primera, la geometría (el saber) censurada por la segunda.

Decía Aristóteles que sólo existen dos líneas naturales: la recta (trayectoria de los entes materiales) y la circunferencia (trayectoria de los entes espirituales). En realidad, no hay en el universo ni una forma ni un proceso que sigan esas líneas. Recta y circunferencia son líneas artificiales. La *recta* es trazada por la *regla*. El maestro golpea la mano del *discípulo* (cuerpo disciplinado) con la misma *regla* con la que le obliga a trazar la *recta*, un camino de dirección *recta* y de sentido hacia la *derecha*. *Recta* tiene que ver con *regulación* y con *derecho*. *Recta* es la trayectoria de las clases oprimidas: obligados a escribir la *ley*, cuyos términos deben *leer*, entre cuyos términos deben *elegir*. La circunferencia es trazada por el *compás*. Sólo los ritmos *acompañados* permanecen: torbellino, órbita, ciclo vital, circulación de objetos, sujetos o mensajes. Las estructuras permanecen, cuando los elementos han desaparecido. Circular es la trayectoria de las clases dominantes: el poder se reserva el azar y atribuye la norma (conserva su libertad de escritura).

Newton amplía la gama de las líneas naturales: son naturales las líneas continuas y derivables (continuidad y derivabilidad eran ya propiedades de la recta y de la circunferencia). Si una línea es continua, hay una *buen*a dirección. Si una línea es derivable, hay un *buen* sentido. El cálculo infinitesimal parece abrir un camino de rosas al sueño de Laplace. Una expresión conserva un valor cuando sus variables tienden a cero. La relación —o razón— subsiste cuando los términos se han desvanecido. Subsisten las estructuras y los sistemas cuando desaparecen los elementos. El cálculo infinitesimal fascinaba a Hegel: vislumbraba en él el absoluto de la Razón. Todas las formas, todos los procesos, son representables: por figuras geométricas, por sistemas de ecuaciones diferenciales (una causa pequeña produce un efecto pequeño, y produce un solo efecto).

Dos grandes construcciones matemáticas cuestionan esta concepción. La teoría de las catástrofes de Thom<sup>36</sup> es una subversión de primera especie o restringida (recuperable): rompe con la continuidad. La teoría de objetos fractales de Mandelbrot<sup>37</sup> es una subversión de segunda especie o generalizada (no recuperable): rompe con la derivabilidad. Los matemáticos llaman «de buen comportamiento» las curvas continuas y derivables. Thom y Mandelbrot han decretado la existencia de geometrías del mal.



Hay catástrofe cuando hay discontinuidad en una trayectoria: salto de un estado a otro estado, bifurcación de un trayecto. Pequeñas causas producen grandes efectos, una misma causa puede producir diversos efectos. Las formas y los procesos tienen zonas de inestabilidad: cuando atraviesan una de estas zonas se descomponen (aunque acaban recuperando la composición). El gran descubrimiento de Thom es el teorema de clasificación: las catástrofes acaban tomando forma, y sólo pueden tomar la forma de una de las siete catástrofes elementales (según los números de ejes de control y ejes de comportamiento).

Mandelbrot habla de objetos fractales: es fractal el objeto, no sólo el modelo matemático. Un objeto fractal es un espacio fracturado con un número fractal de dimensiones. Desde hace cien años, los matemáticos inventan espacios fractales. Eran aún demasiado regulares, y Mandelbrot los randomiza. Así: una curva de Peano randomizada se ajusta a una red de circulación (de aire, de agua, de sangre); un copo de nieve de Von Koch randomizado se adapta a la forma de la costa de Galicia; un polvo de Cantor randomizado se adapta al proceso de ráfagas de errores en un ordenador; una esponja de Sierpinski randomizada se adapta a la forma del universo. Abandonamos el reino de la representación para regresar al reino de la presencia. El objeto, impresentable, se presenta en persona. Se mueve por un espacio isótropo (en el que todas las direcciones y sentidos son equiprobables). Se mueve libremente, y es feliz.

La percepción suaviza: transforma en continuas las formas y los trayectos. Las esencias ideales son exactas, las cosas sensibles son inexactas, la comunicación entre lo exacto y lo inexacto sólo es posible mediante lo anexacto: el círculo (concepto) es una idea exacta, las cosas redondas (cosas) son inexactas, la redondez (imagen) es anexacta (comunica el círculo con las cosas redondas).<sup>38</sup> Lo anexacto es una aproximación a lo inexacto, lo exacto es un paso al límite de lo anexacto. Los perceptos son anexactos, pero rigurosos. Los conceptos pasan al límite a los perceptos. Las formas y las trayectorias, al ser capturadas por los conceptos, llegan a ser operables (se ha pasado del análisis del objeto al análisis de la actividad del sujeto).

Goux<sup>39</sup> ha puesto en correspondencia tres series: inconsciente/preconsciente/consciente, cosa/imagen/concepto, línea no derivable / línea aproximada derivable / derivada. El material de las cosas (materia prima) y de las personas (fuerza de trabajo) es reducido, al ser representadas: reducción de la primera especie en la percepción (se hacen visibles), de la segunda especie en la concepción (se hacen manejables). Así, son moldeados en el espacio —recta— y modulados en el tiempo —circunferencia—. Ha aparecido el álgebra que se ocultaba detrás de la geometría. Como Zeus o Jehová desplazaron a la Diosa Blanca del Olimpo, el Rey Tejedor (de Platón) desplazó a Penélope. Penélope

era topóloga: tejiendo, conecta espacio-tiempos múltiples hasta construir un espacio euclídeo (*retejido* con el *texto* del mito, de modo que los *cursos* se adapten a los *discursos*). El Rey Tejedor es algebrista: juega con las personas y las cosas en ese espacio conexo practicable en todas las direcciones y sentidos (en él traza caminos y paredes sólidos para que las personas y las cosas circulen como fluidos). El dispositivo de circulación de objetos nos convierte en líquidos: un capital es *solvente* cuando es *liquidable*. El dispositivo de circulación de mensajes nos convierte en gases: es *sublime* el comportamiento del que *sublima* su cuerpo en la lenta combustión del trabajo o en la rápida explosión de la guerra. El dispositivo de circulación de sujetos nos convierte en llamas: ardemos de pasión.

El juego topológico emblemático es el juego de la oca. El juego algébrico emblemático es el juego del ajedrez.

Piaget, en la relación sujeto/objeto, distingue la acomodación del sujeto al objeto y la asimilación del objeto por el sujeto. El sujeto se adapta al objeto, y adapta el objeto a sí. Penélope se ha acomodado al objeto: ha construido un espacio-tiempo coherente. El Rey Tejedor intenta asimilar el objeto: manipularlo. Se *manda* con las *manos* y se *obedece* con los *pies*: mandar viene de *manus* + *dare*; pecado viene de *pes* + *kbos* (= defecto en el pie). Pecar es desviarse de la buena dirección o del buen sentido. Con las manos nos enredan los pies.

Un espacio-tiempo coherente es un espacio-tiempo sincronizado: con *un* arriba y *un* abajo, *un* detrás y *un* delante, *una* derecha y *una* izquierda, *un* pasado y *un* futuro. Vivimos en múltiples espacios (trabajamos en un espacio euclídeo, vemos en un espacio proyectivo, tocamos en un espacio topológico...) y en múltiples tiempos (físicos, biológicos, biográficos, históricos...). Los animales sincronizan un mundo: el mundo real. Los seres humanos sincronizan —también— mundos imaginarios y simbólicos, y los sincronizan entre sí. Mundos imaginarios hechos de perceptos, mundos simbólicos hechos de conceptos.<sup>40</sup> La actividad transductiva es una actividad sincronizadora mediante la invención de nuevas dimensiones, transforma el ruido en información. La religión es un proyecto de sincronización imaginaria. La ciencia es un proyecto de sincronización simbólica.

Hay sistemas de simplicidad organizada (mecánicos), de complejidad no organizada (estocásticos) y de complejidad organizada (lingüísticos: genéticos, y lingüísticos en sentido fuerte).<sup>41</sup> En los primeros todo es información, en los segundos todo es ruido, en los terceros se conjugan la información y el ruido. Manejamos la información algebraicamente, el ruido estadísticamente.

El espacio social es anisótropo: no todas las direcciones y sentidos son equiprobables. El tejido social cruza una cadena vertical fija y una trama horizontal

variable. La cadena de las filiaciones y la trama de las afiliaciones. La cadena de los organigramas y la trama de los sociogramas. En la cadena, las relaciones son antisimétricas; y las operaciones, irreversibles. En la trama, las operaciones son reversibles; y las relaciones, simétricas. Tratamos la trama mediante estructuras de grupo, la cadena mediante estructuras de red. Así: el lenguaje de la Organización Científica del trabajo enredó nuestros pies en la dirección a la cadena, el lenguaje de las Relaciones Humanas enredó nuestros pies en la dirección a la trama.

Los sistemas mecánicos son tratables algebraicamente (un estado inicial lleva a un estado final). Los sistemas estocásticos son tratables estadísticamente (un estado inicial puede llevar a diferentes estados finales, pero es calculable la probabilidad de cada uno —hay indeterminación de los elementos y determinación de los conjuntos—). Convergen hacia medias. Los sistemas lingüísticos exigen, para ser tratados, una conjugación del álgebra y la estadística. Pero los científicos de la vida y la sociedad prescinden del álgebra y abusan de la estadística (para justificar la ficción de la libertad). Los sistemas sociales, en particular, no muestran una indeterminación de primera especie o restringida (la actividad espontánea del sistema converge hacia una media), sino una indeterminación de segunda especie o generalizada (converge muy lentamente, o no converge, hacia una media). No pueden ser cuantificados. Los fenómenos se adaptan a distribuciones de Pareto: sus perfiles son fractales.<sup>42</sup> La ciencia sólo funciona cuando desvela pautas (estructuras en el espacio o sistemas en el tiempo). Las pautas que desvelamos aquí son dudosas: no es decidible si son objetivas o subjetivas (como las pautas que desvelamos en el Rorschach).

La estadística tiene que ver con el Estado: es la ciencia del Estado. Mediante la estadística, el Estado se reserva el azar y atribuye la norma: en el protocapitalismo, le permite hacer el recuento de sus recursos (estadística descriptiva); en el capitalismo de producción y acumulación, le permite luchar contra entes sin estrategia (estadística predictiva); en el capitalismo de consumo, le permite luchar contra entes con estrategia (estrategias simétricas —teoría de juegos— o antisimétricas —cibernética—). La estadística permite dominar a las clases dominadas sin que éstas sean conscientes de la dominación. Simula que el espacio es isótropo, que no hay caminos ni paredes.

La religión ha producido sujetos-mundo: sujetos de la dimensión del mundo (desean atrapar todo el espacio-tiempo con sus proyectos). La técnica ha producido objetos-mundo: objetos de la dimensión del mundo (en el espacio —cohetes interplanetarios—, en el tiempo —radiaciones y residuos no reciclables—).<sup>43</sup> Son objetos puros, sin proyecto. Incontrolables. Es el exceso de ruido en el ecosistema, concomitante con el exceso de información en el sistema.

El saber censurado es el saber sobre el poder de los objetos (y el no poder de los sujetos): el saber sobre el destino fatal del objeto.<sup>44</sup> Con nuestros manejos, hemos desencadenado ese poder.

Los instrumentos que amplían, en extensión y en intensidad, el alcance de la mano constituyen el dominio de la técnica. La palabra «técnica» viene de la raíz indoeuropea *teks* (= hendir una madera con el hacha). El hacha es el modelo de la técnica: clasificamos las edades por el tipo de hacha (Edad de la Piedra, del Bronce, del Hierro...). La *madera* es el modelo de toda *materia*. La técnica es fragmentaria: descompone el espacio en puntos, el tiempo en momentos. Hace añicos lo que toca. Hay una desequivalencia entre la cantidad (energía) y la cualidad (información). En una máquina artificial (clásica) el balance informacional es insignificante en relación al balance energético, en un organismo (máquina cuántica) ambos balances están equilibrados. Para relacionar ambos balances, ha habido que buscar un intermediario: la vida.

Los objetos fatales, no controlados por proyectos, están haciendo añicos el mundo. Están destejiendo el espacio-tiempo tejido por Penélope (por el Mito).

### La necesaria e imposible tonsura de los investigadores sociales

Un orden racional es un orden regulado por la Razón. El modelo de la Razón es la razón (o relación): a/b. Esto es: sujeto/objeto, o significante/significado, o dominante/dominado, o forma/materia. Toda la actividad en el numerador, toda la pasividad en el denominador. El modelo surge en Grecia, una sociedad esclavista: los amos mandan y los esclavos obedecen. Su expresión teórica es el hilemorfismo aristotélico: «La distinción entre la forma y la materia, entre el alma y el cuerpo, refleja una ciudad que contiene ciudadanos por oposición a los esclavos».<sup>45</sup>

Las relaciones sociales antisimétricas generadoras de clases de orden (de luchas de clases) se ajustan a la fórmula: propietario/proletario, hombre/mujer o adulto/niño. El término «hombre», por ejemplo, designa a la vez la mayoría dominante y la ley de dominación: los Hombres se dividen en hombres y mujeres. La intersección entre ambos conjuntos es vacía (los homosexuales son expulsados de la realidad), y la unión es igual a «hombres» (las mujeres no son nada). El Hombre (como Padre) es la forma equivalente; las mujeres o los niños, las formas relativas. La virtud es cosa de hombres: *virtus* viene de *uir*. El hombre es sujeto (pone la forma) y la mujer objeto (pone la materia). La mujer es *materia* como *madre*. Hay una correspondencia entre las tríadas «papá/mamá/nene» y «capital/terra/trabajador».

*El ser humano está escindido por la razón*

Toda la información se concentra en los numeradores, toda la neguentropía en los denominadores. Los de arriba extraen información de los de abajo mediante la observación, e inyectan neguentropía en los de abajo mediante la acción. El poder se reserva el azar y atribuye la norma.

Ante la razón que funda la ley, el investigador social puede responder o preguntar. Hay dos modos de responder: el converso (manda información hacia arriba y neguentropía hacia abajo) y el perverso (manda información hacia abajo y neguentropía hacia arriba). El converso y el perverso están dominados por el que dictó la ley: el niño que hace lo que le manda su papá y el que hace lo contrario de lo que le manda su papá están dominados por su papá. Sólo la pregunta a la ley la pone en cuestión. Hay dos modos de preguntar: el subversivo o irónico (es una pregunta a la pregunta: pregunta por los fundamentos de la ley), y el reversivo o humorístico (es una pregunta a la respuesta: ceñirse tan estrechamente a la ley que la hace estallar —la ley es esencialmente *injusta* porque no *ajusta* a la realidad—).

Todo el dinero, todo el prestigio, todo el amor... caen sobre los investigadores conversos. El que huye de esa vía tiene que asumir, como los clérigos, la tonsura; para obtener la corona mística tiene que asumir la castración (ponerse al margen del intercambio de sujetos, de objetos y de mensajes).<sup>46</sup> El intercambio es problemático desde que hay acumulación: de objetos como capital, de sujetos como poder, de mensajes como saber (y, en consecuencia, de tiempo como historia). Para comprender la sociedad, hay que renunciar a acumular.

*Hay que jugarse la propia supervivencia para asegurar la supervivencia del conjunto*

El sistema social es un sistema abierto: abierto a la búsqueda de nuevos fines sólo se reproduce cambiando. A medida en que ascendemos de nivel, los cambios son más necesarios e imposibles. Veamos, por ejemplo, los niveles de aprendizaje de un investigador social. A un nivel 1, supervivencia del rol de estudiante: alcanzar el fin programado, aprobar y si es posible con buena nota (este fin puede ser destructivo si el profesor es incompetente o injusto). A un nivel 2, supervivencia del rol de investigador: posibilidad de seguir persiguiendo fines del tipo 1, adquirir la competencia necesaria para ejercer el rol de investigador que la sociedad le asigna (este fin puede ser destructivo si la sociedad asigna a los investigadores roles que no contribuyen a la supervivencia de la sociedad). A un nivel 3, supervivencia del sistema social: posibilidad de seguir persiguiendo fines de los tipos anteriores, adquirir la competencia necesaria

ria para plantearse la reprogramación de los roles asignados a los investigadores y/o de las relaciones sociales (este fin puede ser destructivo si el sistema social tiende a la destrucción de su ecosistema). A un nivel 4, supervivencia del ecosistema del sistema social: posibilidad de seguir persiguiendo fines de los tipos anteriores, adquirir la competencia necesaria para reprogramar las relaciones entre sistema y ecosistema. Etc.<sup>47</sup>

Un investigador social, para ser conservador, ha de ser revolucionario.

Por la escala de niveles críticos, asciende la técnica al arte. Asciende de la mera técnica a lo que Heidegger llama esencia de la técnica.<sup>48</sup> Recupera el componente de *poiesis* en la *techné*. Heidegger distingue entre técnica (cuyo modo de desvelamiento es la provocación) y esencia de la técnica (cuyo modo de desvelamiento es el dejar aparecer o el dejar mostrarse). La técnica es sedentaria, la esencia de la técnica es nómada.<sup>49</sup>

Una técnica nómada comunica las singularidades del sujeto y del objeto. En el producto quedan huellas del proceso de producción: del productor y de la materia prima. Es el caso de una madera trabajada con hacha y azuela (el pulso del carpintero y la textura de la madera dejan huellas en el mueble).<sup>50</sup> Una técnica sedentaria reduce el sujeto a pura forma y el objeto a pura materia: es el caso de una madera trabajada con sierra mecánica. La vía nómada es de persecución itinerante: seguir al ente hasta que aparezca. La vía sedentaria es de reproducción iterativa: provocar al ente a que adopte la forma impuesta.

Recuperar a la vez lo que hay de subjetivo en el objeto y lo que hay de objetivo en el sujeto. Marx oponía socialismo científico a socialismo utópico: el primero es demasiado objetivo; el segundo, demasiado subjetivo.

## NOTAS

1. Puede verse la diferencia entre «regulaciones» y «agrupamientos» en Piaget, 1975, p. 190.
2. Barthes, 1957, p. 224.
3. Comte, 1839, lecciones 50 y 51.
4. Zetterberg, 1962, p. 15.
5. Citado por Laing, 1972, p. 11.
6. Deutsch, 1969.
7. Puede verse la relación capitalismo de producción/consumo en Ibáñez, 1979, p. 263.
8. Wilden, 1977, p. 203.
9. Hofstadter, 1979, p. 699; 1982.
10. Wittgenstein, 1973, p. 203.
11. Russell, prólogo a Wittgenstein, 1973, p. 27.
12. *Ibid.*
13. Russell y Whitehead, 1910.
14. Spencer-Brown, 1979.
15. *Ibid.*, p. 58.
16. *Ibid.*, p. XIV.
17. Sobre las flechas del tiempo, Morris, 1986.
18. Simondon, 1964, p. 11.
19. *Ibid.*, p. 264.

20. Deleuze y Guattari, 1980, p. 15.
  21. Thom, 1977a, p. 295.
  22. Spencer-Brown, 1979, p. 105.
  23. Serres, 1972, p. 86.
  24. *Ibid.*, p. 90.
  25. *Ibid.*, p. 98.
  26. Thom, 1977a, «De l'icone au symbole».
  27. Thom, 1977b, p. 317.
  28. Pask, 1975.
  29. Lacan, 1966, p. 816.
  30. Sibony, 1974, p. 213.
  31. Legendre, 1974, p. 69.
  32. Frege, 1884.
  33. Ibáñez, 1982.
  34. La diferencia entre copia y mapa puede verse en Deleuze y Guattari, 1980, p. 19.
  35. Serres, 1980, p. 175.
  36. Thom, 1977a, b.
  37. Mandelbrot, 1987.
  38. Husserl, 1973, p. 125.
  39. Goux, 1973, p. 149.
  40. Navarro, 1987.
  41. Rapoport y Horvath, 1974.
  42. Mandelbrot, 1977.
  43. Serres, 1974, p. 73.
  44. Baudrillard, 1983.
  45. Simondon, 1964, p. 49.
  46. La tortura es algo diferente: los curas cobran sin hacer; nosotros hacemos sin cobrar.
  47. Bateson, 1970, p. 309.
  48. Heidegger, 1985.
  49. Ibáñez, 1985, p. 295.
  50. Simondon, 1964, p. 52.
- BIBLIOGRAFÍA**
- BATESON, G., *Pasos hacia una ecología de la mente*, Buenos Aires, Carlos Lohlé, 1970.
- BAUDRILLARD, J., *L'échange symbolique et la mort*, París, Gallimard, 1976.
- , *Les stratégies fatales*, París, Grasset, 1983.
- BARTHES, R., *Mythologies*, París, Seuil, 1957.
- CARROLL, L., *Alicia en el país de las maravillas y Detrás del espejo*, Barcelona, Bruguera, 1972.
- COMTE, A., *Cours de Philosophie positive*, 1839.
- DELEUZE, G. y GUATTARI, F., *Capitalisme et schizophrénie: Mille Plateaux*, París, Minuit, 1980.
- DEUTSCH, K.W., *Los nervios del gobierno*. Buenos Aires, Paidós, 1969.
- FREGE, G., *The foundations of arithmetic*, 1884 (trad. por Austin, Oxford, Blackwell, 1959).
- GOUX, J.-J., *Economie et Symbolique*, París, Seuil, 1972.
- , *Les monnayeurs du langage*, París, Galilée, 1984.
- HEIDEGGER, M., «La pregunta por la técnica», *Espacios* (Universidad Autónoma de Puebla), 3 (1983).
- HOFFSTADTER, D., *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid*, Londres, Penguin Books, 1977.
- , «¿Mecanizar la inteligencia?», *Investigación y Ciencia*, 74 (1982).
- HUSSERL, E., *L'origine de la géométrie*, París, PUF, 1973.
- IBÁÑEZ, J., *Más allá de la sociología*, Madrid, Siglo XXI, 1979.
- , «Hacia un concepto teórico de explotación», *Sistema*, 53 (1983).
- , *Del algoritmo al sujeto*, Madrid, Siglo XXI, 1985.
- LACAN, J., *Écrits*, París, Seuil, 1966.
- LAING, R., *El cuestionamiento de la familia*, Buenos Aires, Paidós, 1972.
- LEGENDRE, P., *L'amour du censeur*, París, Seuil, 1974.
- MANDELBROT, B., *Fractals: Form, Chance and Dimension*, San Francisco, Freeman and Co., 1977.
- , *Los objetos fractales*, Barcelona, Tusquets, 1987.
- MORRIS, R., *Las flechas del tiempo*, Barcelona, Salvat, 1986 (Biblioteca Científica Salvat, 65).
- NAVARRO, P., *Sistemas dialógicos*, 1987, comunicación personal.
- PASK, G., *Conversation, cognition and learning*, Amsterdam, Elsevier, 1975.
- PIAGET, J., *Introducción a la epistemología genética. 3: El pensamiento biológico, psicológico y sociológico*, Buenos Aires, Paidós, 1975.
- RAPOPORT, A. y HORVATH, W.I., «Thoughts on organization theory», en Buckley, W., *Modern systems research for the behavioral scientist*, Chicago, Aldine, 1974.
- RUSSELL, B. y WHITEHEAD, N.W., *Principia Mathematica*, Cambridge, Cambridge University Press, 1910.
- SERRES, M., *Hermes II. L'interference*, París, Minuit, 1972.
- , *Hermes III. La traduction*, París, Minuit, 1974.
- , *Le passage du Nord-Ouest*, París, Minuit, 1980.
- SIBONY, D., *Le nom et le corps*, París, Seuil, 1974.
- SIMONDON, G., *L'individu et sa genèse physico-biologique*, París, PUF, 1964.
- SPENCER-BROWN, G., *Laws of form*, Nueva York, E.P. Dutton, 1979.
- THOM, R., *Modèles mathématiques de la morphogenèse*, París, 10/18, 1977a.
- , *Stabilité structurelle et morphogenèse*, París, Inter Editions, 1977b.
- WILDEN, A., *System and structure*, Londres, Tavistock, 1977.
- WITTGENSTEIN, L., *Tractatus Logico-Philosophicus*, Madrid, Alianza, 1973.
- ZETTERBERG, H.L., *Social theory and social practice*, Nueva York, The Bedninter Press, 1962.

## 2) ¿Un paso hacia la solución?

- Ponencia de JESÚS IBÁÑEZ, «El grupo de discusión en la perspectiva de la nueva cibernética» en «Support, Society and Culture. Mutual uses of Cybernetics and Science», conferencia celebrada en Amsterdam, del 27 de marzo al 1 de abril de 1989.

El paradigma dominante en investigación social exhibe la encuesta estadística como técnica fundamental. La encuesta estadística se inspira en los mismos principios que la vieja o primera cibernética. Semánticamente, por lo que dice; pragmáticamente, por lo que hace.

Un observador/actor exterior a un sistema organizacionalmente abierto e informacionalmente cerrado traza arbitrariamente la frontera entre sistema y ecosistema para extraer información mediante la observación e inyectar neguentropía mediante la acción. Es un dispositivo de control.<sup>1</sup> En sociedades escindidas por una lucha de clases, toda la información se acumula en la cúspide (clases dominantes), toda la neguentropía se acumula en la base (clases oprimidas). El poder se reserva el azar y atribuye la pauta: puede predecir, pero debe ser impredecible. Las funciones de observador (semántica) y actor (pragmática) se escinden: así como para el control de los mercados se escinden en investigación de mercados y *marketing*, se escinden en general en la función de extraer saber y la función de inyectar poder. El saber tiene la forma de significación, el poder tiene la forma de sentido.<sup>2</sup> La información pertenece al decir, el sentido al hacer (sentido es valor de supervivencia).

El sistema a controlar es regulado mediante la correlación entre *inputs* y *outputs*. Los *inputs* van del ecosistema al sistema, los *outputs* van del sistema al ecosistema. El investigador, al trazar arbitrariamente la frontera entre sistema y ecosistema, llama ecosistema al conjunto de las variables independientes (variables de control), llama sistema al conjunto de las variables dependientes (variables de estado). El sujeto (el que manipula) y el objeto (lo que es manipulado) están completamente separados.

Todo se acopla a un paradigma de simplificación.<sup>3</sup>

### Un paradigma complejo

A lo largo de los años, he diseñado un paradigma complejo para la investigación social.<sup>4</sup> El paradigma clásico (acorde con la vieja o primera cibernética) incluye sólo un nivel (el tecnológico) y una perspectiva (la distributiva). El nuevo paradigma (acorde con la nueva o se-

gunda cibernética) incluye: en vertical, tres niveles (tecnológico, metodológico y epistemológico);<sup>5</sup> en horizontal, tres perspectivas (distributiva, estructural y dialéctica).

El nivel tecnológico describe/prescribe cómo se hace. El nivel metodológico pregunta por qué se hace así: la pregunta pertenece al orden semántico o del decir, está formulada desde la cara del saber. El nivel epistemológico pregunta para qué —y para quién— se hace: la pregunta pertenece al orden pragmático o del hacer, está formulada desde la cara del poder.<sup>6</sup> La pregunta metodológica tiene que ver con la extracción de información mediante la observación, la pregunta epistemológica tiene que ver con la inyección de neguentropía mediante la acción.

Cada una de las tres perspectivas (distributiva, estructural y dialéctica) pone el acento sobre cada uno de los tres niveles (tecnológico, metodológico y epistemológico): la distributiva sobre el tecnológico, la estructural sobre el metodológico, la dialéctica sobre el epistemológico.

Podemos señalar tres niveles en un conjunto:<sup>7</sup> el de los elementos, el de las relaciones entre elementos (estructura), el de las relaciones entre relaciones —relaciones entre estructuras o cambios de estructura— (sistema). La perspectiva distributiva toca sólo el nivel de los elementos; la perspectiva estructural toca —principalmente— el nivel de la estructura (las significaciones), la perspectiva dialéctica toca —principalmente— el nivel del sistema (los sentidos). Hay conjuntos que sólo tienen elementos: como el sistema «gas perfecto», que dio lugar a la metodología estadística, en el que las moléculas son idénticas —cada una a sí misma y a cada otra— y libres. Hay conjuntos en los que domina la estructura: como el cristal lo es de hecho entre los sistemas dinámicos, o la dictadura lo es de derecho entre los sistemas lingüísticos (sólo hay dictados e interdicciones, todo lo que no es obligatorio está prohibido). Hay conjuntos en los que domina el sistema: como el universo en los primeros microsegundos a partir del *big-bang* (las leyes físicas y los parámetros fundamentales —espacio, tiempo y masa— fueron creados entonces). En los sistemas que sólo tienen elementos hay un dominio de las partes sobre el todo: el todo es una composición de las partes, multiplicativa (en cuanto al modo en que suceden interacciones entre las partes por encuentros casuales, generados por un producto de probabilidades) y aditiva (en cuanto al modo en que se acumulan los efectos de esas interacciones). En los sistemas que sólo tienen estructura hay un dominio del todo sobre las partes: sólo hay un grado de libertad para la posición de cada elemento, la posición domina sobre el estado de movimiento. En los sistemas que sólo tienen sistema se conjugan el dominio del todo sobre las partes (en cuanto tienen estructura) y de las partes sobre el todo (en cuanto pueden cambiar de estructura): bajo el dominio de la es-

estructura tienden al equilibrio (los elementos retornan a las posiciones anteriores), bajo el dominio del sistema tienden al alejamiento del equilibrio (los elementos pueden conquistar nuevas posiciones). Los sistemas sociales —como los biológicos— incluyen los tres niveles: hay elementos o individuos (menos idénticos y libres que las moléculas de un gas, pero más que las de un cristal), hay estructura (la posición queda relativamente fijada, y el estado de movimiento relativamente restringido) y hay sistema (son sistemas abiertos, que sólo se reproducen cambiando).

Hay sistemas dinámicos o continuos, en los que sólo hay intercambio de energía, y sistemas lingüísticos o discretos, en los que hay —también— intercambio de información.<sup>8</sup> Los sistemas lingüísticos están regulados por códigos: por códigos genéticos los biológicos, por códigos lingüísticos propiamente dichos los sociales (la infraestructura biológica está regulada por una supraestructura noológica). Un código es un azar congelado.<sup>9</sup> Es un sistema doblemente articulado:<sup>10</sup> una segunda articulación (producida dinámicamente, por sedimentación estadística) es estabilizada por una primera articulación (producida lingüísticamente). El paso de la segunda articulación a la primera es el paso de la energía a la información. Los códigos genéticos contienen un mapa<sup>11</sup> del organismo —en general, del sistema—, los códigos lingüísticos contienen —también— un mapa del medio —en general, del ecosistema—: los sistemas genéticos son homoplásticos (modelan el organismo), los sistemas lingüísticos son aloplásticos (modelan —también— el medio).<sup>12</sup>

El orden social es del orden del *decir*: está hecho de *dictados* (que prescriben caminos) e *interdicciones* (que proscriben caminos). Para el investigador social, el lenguaje es instrumento y objeto. Las distintas perspectivas son función de cómo use el lenguaje como instrumento, y cómo lo alcance como objeto.<sup>13</sup>

Podemos señalar en el lenguaje un componente simbólico (que dice) y un componente semiótico (que hace), y, dentro del componente simbólico, una dimensión referencial (las palabras equivalen a cosas, a las cosas que designan) y una dimensión estructural (las palabras equivalen a palabras, a los conceptos que definen).<sup>14</sup>

La perspectiva distributiva, cuya técnica más completa es la encuesta estadística, utiliza la dimensión referencial del componente simbólico. Las informaciones se producen mediante juegos de lenguaje de tipo «pregunta/respuesta» (estímulo/respuesta o *input/output*): un juego de información cerrado, pues las respuestas están contenidas en la pregunta. Juego de control, pues el poder está del lado del que pregunta: el entrevistador —o los poderes a los que sirve— *puede* preguntar, pero el entrevistado *debe* responder. «Las preguntas las hago yo», dice el policía. Y el papá dice al nene: «Tú, cállate, y habla cuando te pregunten los

mayores». Es un juego monológico, dominado por la lógica del que pregunta.

La perspectiva estructural, cuya técnica más completa es el grupo de discusión, utiliza la dimensión estructural del componente simbólico. Las informaciones se producen mediante juegos de lenguaje de tipo «conversación»: un juego de información abierto, pues el que responde puede cuestionar la pregunta y hacer otras preguntas: cada interlocución abre espacios a los otros interlocutores. Los juegos de comunicación son juegos de guerra. La guerra exige, como requisitos lógicos, que los contendientes se enfrenten y que el enfrentamiento los distribuya en vencedores y vencidos.<sup>15</sup> Los dos requisitos lógicos de la comunicación: contacto comunicacional, que distribuye en emisor (vencedor) y receptor (vencido). En los juegos de lenguaje de tipo pregunta/respuesta, el vencedor (el que pregunta) y el vencido (el que responde) son siempre los mismos. En los juegos de lenguaje de tipo conversación los roles de vencedor y vencido se intercambian. Decía un pobre: «Está bien que siempre haya pobres y ricos, pero no que seamos siempre los mismos». La conversación es un juego de lenguaje dialógico. Una conversación, dice Gordon Pask, es la situación mínima de interacción social.<sup>16</sup> Si los sistemas sociales fueran organizacionalmente abiertos e informacionalmente cerrados (como pretenden los burócratas y tecnócratas) no sería necesario conversar: todo sería control (desde fuera). Como son organizacionalmente cerrados (o autopoieticos) e informacionalmente abiertos (aumentan la cantidad de información) hay que conjugar la regulación mediante pregunta/respuesta y la desregulación mediante conversación (la regulación desde fuera es necesaria en las sociedades atravesadas por luchas de clase). En el grupo de discusión (y, en general, en todas las técnicas estructurales)<sup>17</sup> sólo utilizamos la cara semántica de la conversación: hay plena libertad para un decir que no hace. La libertad discursiva (libertad de expresión) es un dispositivo para que los de abajo puedan decirlo todo con tal de que su decir no haga nada.

La perspectiva dialéctica, cuya técnica más completa es el socioanálisis, utiliza —también— el componente semiótico.<sup>18</sup> Las informaciones son producidas mediante juegos de lenguaje de tipo «asamblea»: en ellos, no sólo se extrae información, también se inyecta neguentropía (los dichos hacen, y hay haceres que no son dichos). Por eso, el grupo de discusión es ideal para análisis sin acción y el socioanálisis es ideal para análisis seguidos de acción. Esta acción sería interpretada por un analista puro como *acting-out*.<sup>19</sup> En un grupo en que el preceptor era Lourau, con estudiantes de sociología de la Universidad de Nanterre, emergió el deseo de ocupar el rectorado. Conversaron: Lourau interpretó la emergencia como *acting-out*, los más moderados —entre ellos Cohn-Bendit— propusieron reducir el proyec-

to al decanato de sociología. Había empezado la revolución de Mayo del 68.

Todas las técnicas de investigación social pueden producirse por degeneración (en sentido matemático de pérdida de dimensiones) del socioanálisis. Una conversación envuelve un plano de la enunciación (un contexto situacional —un grupo—) y un plano del enunciado (un contexto lingüístico —un discurso—). En el socioanálisis (juego de lenguaje tipo «asamblea») juegan todo el contexto situacional y todo el contexto lingüístico. En el grupo de discusión, el contexto lingüístico degenera: pierde el componente semiótico (en otras técnicas, dentro de la perspectiva estructural, degenera también el contexto situacional: en la entrevista abierta a una simple relación entrevistador/entrevistado, en el análisis de textos desaparece). En la entrevista con cuestionario, el contexto situacional degenera a una relación entrevistador/entrevistado, el contexto lingüístico a un juego de lenguaje pregunta/respuesta (en otras técnicas, dentro de la perspectiva distributiva, degenera más: en el análisis estadístico de datos secundarios el contexto situacional desaparece).

Decía Wittgenstein<sup>20</sup> que lo figurante debe parecerse a lo figurado. Por ejemplo: no podríamos hablar de un mundo con cinco cosas con un lenguaje que contiene sólo cuatro palabras. Cada uso del lenguaje como instrumento alcanza a un aspecto del lenguaje como objeto (el lenguaje-instrumento y el lenguaje-objeto han de tener la misma forma). Hay distintos modos de participación política: el voto, la opinión, las movilizaciones. La democracia formal exige que todos voten y que no hagan otra cosa que votar. El voto tiene la misma forma (distributiva) que la entrevista: hay que elegir uno entre un conjunto cerrado de candidatos, una entre un conjunto cerrado de respuestas. Nada mejor que la encuesta estadística para investigar el comportamiento electoral. La formación y la expresión de la opinión pública tiene la misma forma (estructural) que la discusión en grupo: son dispositivos conversacionales. Nada mejor que el grupo de discusión para investigar la opinión pública. Las movilizaciones —huelgas, manifestaciones— tienen la misma forma (dialéctica) que la asamblea: de hecho, la asamblea es una pieza central de ambos dispositivos (el de información y el de acción). Nada mejor que el socioanálisis para investigar las movilizaciones. En España, la transición a la democracia ha intentado reducir la participación política de los ciudadanos al comportamiento electoral: coherentemente con el intento, el gobierno sólo se ha informado de la sociedad mediante encuestas. Pero en la sociedad sucedían cosas que no captan las encuestas: la opinión pública se ha desarrollado, conversaciones no reducidas a su cara semántica han generado las movilizaciones del 14-D (huelga general) y el 16-D (manifestación). Es el precio que ha tenido que pagar el gobierno del PSOE por ignorar la nueva cibernética.

## Arqueología del saber

La complementariedad onda/corpúsculo es un dispositivo de aprendizaje.

Para ir del punto A al punto B, una partícula sigue la línea recta, si el espacio es plano, o la línea geodésica, si el espacio está curvado por la presencia de masas. Pero, ¿cómo «sabe» la partícula cuál es la línea más corta? La física cuántica responde: lo «aprende». La historia real, dice Feynman, es el resultado de la suma de todas las historias virtuales.<sup>21</sup> Para ir del punto A al punto B (donde aparece como partícula actual), ha ensayado todas las trayectorias posibles entre A y B como partícula virtual. La partícula actual (corpúsculo) es producida por el colapso de un conjunto de partículas virtuales (onda). Cada trayectoria contribuye a la onda total asociada a la partícula. Unas trayectorias serán más cortas (rectas, geodésicas), otras más largas. Cuando una amplia colección de ondas se superponen aleatoriamente, tienden a cancelarse en masa: las ondas sinuosas se cancelarán, las ondas rectas se reforzarán. Así «aprende» la partícula cuál es el camino más corto.

Esta complementariedad onda/corpúsculo se complica en los órdenes biológico (especie/organismo, genotipo/fenotipo) y social (sociedad/individuo, lengua/habla —o genotexto/fenotexto—). Se complica mediante dos pasos: el primero produce un dispositivo de doble articulación (un código), el segundo aplica ese dispositivo a cada orden.

Podemos llamar, en general, a la segunda articulación *hardware* (o material), a la primera articulación *software* (o logical). El *software* es una clasificación simplificada del *hardware* (un modelo abstracto del *hardware*):<sup>22</sup> el *software* juega, no con elementos del *hardware*, sino con paquetes de elementos (constituye unidades de primera articulación —con sentido— a base de unidades de segunda articulación —sin sentido—). El ciempiés no podría andar si tuviera que pensar en el orden de movimiento de las patas. Simplemente, ordena: «Avanza». El cuerpo y la infraestructura pertenecen al *hardware*; la mente y la superestructura, al *software*.

Estos dispositivos se aplican a los órdenes biológico y social. Lo real (corpúsculo) es producto del colapso de lo virtual (onda). Colapso producido por la actividad de un observador (= extrae información)/actor (= inyecta neguentropía). Cuando investigamos, no recolectamos lo real, lo producimos.

La vida y el pensamiento han desarrollado potentes dispositivos de representación ondulatoria de lo real: los registros de lo imaginario y lo simbólico. Para que exista algo como un sujeto (el actante que atraviesa inmune las catástrofes),<sup>23</sup> debe constituir una función periódica: que toma los mismos valores en los momentos inicial y final de un proceso. Las dos operaciones fundamentales de los seres vivos, comer y parir, son irreversibles: al comer (producción de sí), dos se funden

en uno y la presa no retornará del estómago del predador; al parir (reproducción de sí), uno se divide en dos y el hijo no retornará al vientre de la madre. Las dos operaciones se hacen reversibles reciclando en lo real lo imaginario (cuya matriz es el sueño: en el sueño, la presa acosa al predador y el hijo retorna a la madre) y lo simbólico (cuya matriz es el juego: en el juego, ni la presa es devorada por el predador ni el hijo es parido por la madre —como cuando jugamos a «comiditas» o a «papá y mamá»—). Son los tres registros de Lacan.<sup>24</sup> Mediante lo imaginario, construimos copias del mundo; mediante lo simbólico, mapas del mundo. Los mapas son digitales; las copias, analógicas.<sup>25</sup>

El genotipo es una extensión de la onda; el fenotipo, una extensión del corpúsculo. La vida ensaya caminos (caminos con valor de supervivencia) mediante dos dispositivos. La mutación (casual) y la sexualidad (causal) producen variedad de genotipos: la mayoría de las mutaciones y/o combinaciones —ondas sinuosas— no tienen gran valor de supervivencia, pero algunas sí (ondas rectas). Las ondas se colapsan cuando los que las experimentan producen más descendientes en cantidad y mejores en calidad. Cada genotipo es una definición abstracta del fenotipo. Cada genotipo contiene innumerables fenotipos virtuales (no todos, pues están encerrados en un creodo que puede describirse mediante el modelo de un atractor:<sup>26</sup> la onda se colapsa en uno de ellos, por interacción con sucesos casuales del medio. Un fenotipo es un genotipo que ha «aprendido» cómo es el medio.

La lengua es una extensión de la onda; el habla, una extensión del corpúsculo. La lengua evoluciona con la historia y en cada estado contiene innumerables hablas. En cada acto de habla se colapsa (corpúsculo) un vasto conjunto de hablas virtuales (onda). Los códigos lingüísticos heredan propiedades de los códigos genéticos. A la linearidad espacial de los códigos genéticos (que forman parte del organismo) sucede la linearidad temporal de los códigos lingüísticos (que forman parte del medio). De ahí, la potencia aloplástica de los códigos lingüísticos.<sup>27</sup> En general, el reino noológico (de las ideas) hereda propiedades del reino biológico:<sup>28</sup> por eso utilizamos las mismas palabras para describir los dos reinos (asimilamos un alimento o una idea, concebimos un hijo o un pensamiento).

El percepto (imaginario) y el concepto (simbólico) son definiciones abstractas de entes u operaciones: cada uno contiene innumerables aspectos visuales o manejos táctiles del ente u operación. Son, en su origen, esquemas de predación.<sup>29</sup> El sistema cartesiano de coordenadas, por ejemplo, es la estilización de una escena de caza:<sup>30</sup> el predador se agazapa en el punto O, la presa en el punto P, las paralelas a los ejes  $x$  e  $y$  son las garras estilizadas del predador. Mediante perceptos construimos copias imaginarias; mediante conceptos, mapas simbólicos de nuestras presas. Lo grave es que entre nuestras presas están nuestros semejantes. En

una sociedad de clases no sólo son explotados los miembros de otras especies (explotación de la naturaleza), sino también los miembros de la propia especie (explotación del hombre por el hombre).

Los códigos genéticos se heredan biológicamente; los códigos lingüísticos, noológicamente (culturalmente). Hay herencia de los caracteres adquiridos. Hay acumulación del saber (y del poder). La «memoria» de una partícula contiene sólo un camino en el mundo, nuestra memoria puede contener todo el mundo (es un *aleph*).

### Posiciones del cazador

Investigar viene de *uestigo* (= seguir las huellas que la presa deja en el camino). ¿Dónde se agazapa el investigador/cazador?

Las tres olas de la mecánica han producido las posiciones posibles. En la mecánica clásica, una posición absoluta del sujeto exterior al objeto. En la mecánica relativista, posiciones relativas del sujeto exteriores al objeto. En la mecánica cuántica, una posición reflexiva del sujeto interior al objeto.

En mecánica clásica el sujeto tiene una posición privilegiada para acceder a la verdad del objeto: Kant, que codificó en términos filosóficos esta mecánica, la definió como el lugar del sujeto transcendental. Sujeto y objeto son exteriores, están separados.

En mecánica relativista el sujeto es arrastrado por el objeto, en mecánica cuántica el objeto es arrastrado por el sujeto.

En mecánica relativista, la observación depende del punto de observación: incluso el orden de sucesión de dos sucesos puede cambiar con el punto de observación. El sujeto es arrastrado por el objeto: si se monta en un cohete con velocidad próxima a la de la luz, sus parámetros fundamentales —espacio, tiempo, masa— quedarán afectados. La subjetividad transcendental se convierte en intersubjetividad transcendental: una conversación entre los observadores desde todos los lugares posibles.

En mecánica cuántica, el sujeto arrastra al objeto: lo modifica al observarlo. Lo que observa es la observación. Con lo que la observación se hace reflexiva. Si la observación colapsa la virtualidad ondulatoria del objeto en una corpuscularidad actual, el sujeto y el objeto ya no son separables.

En la Galaxia Gutenberg, el modelo de comprensión del mundo era un lector frente a la página de un libro (un modelo semántico). La posición del lector fuera de la página era el modelo del sujeto (lugar del sujeto transcendental). La forma plana de la hoja era el modelo del objeto: *explain* es, literalmente, proyectar sobre un plano (si un plano es, en general, un espacio con  $n - 1$  dimensiones, la explicación es una simplificación).<sup>31</sup> En la Aldea Global Electrónica, el modelo de



comprensión del mundo es un operador frente a una computadora (un modelo pragmático). El operador forma parte del circuito de funcionamiento de la computadora: de momento, la controla mediante juegos de lenguaje de tipo pregunta/respuesta; algún día, cuando las computadoras sean inteligentes, podrá conversar con ella. El operador es una dimensión suplementaria de la computadora: una dimensión que la complica (la hace más compleja). Al modelo de simplificación sucede el modelo de complicación.

Así entra en crisis el postulado clásico de objetividad, propio de la vieja cibernética: posibilidad de considerar una realidad definible objetivamente y diferenciable del sujeto definidor. Esta definición vale para los sistemas artificiales (clásicos), pero no para los sistemas naturales (cuánticos). La realidad sólo es definible en la relación del sujeto y el objeto: la realidad objetiva del objeto es función de la actividad objetivadora del sujeto, y viceversa.<sup>32</sup> Lo real es efecto del colapso de una onda (imaginaria y/o simbólica) por el sujeto. Es la concepción de la física cuántica, y de la nueva cibernética.

La verdad ha sido definida como adecuación a la realidad (prueba empírica) y como coherencia del discurso (prueba teórica). Hoy sabemos que ambas pruebas son paradójicas, por autorreferentes.<sup>33</sup> La prueba *teórica* es autorreferente porque exige hablar del habla. Por Gödel sabemos que una teoría no puede ser a la vez consistente (todos sus enunciados son verdaderos) y completa (todos pueden ser probados): habrá al menos un enunciado que, siendo verdadero, no puede ser probado. Si lo introducimos como axioma en una metateoría no necesitará la prueba, pero aparecerá en la metateoría un metaenunciado que siendo verdadero no puede ser probado, etc. La verdad es relativa a los axiomas, pero cabe una recreación permanente de una verdad cada vez más compleja. La prueba *empírica* es autorreferente porque exige medir la materia con instrumentos hechos de materia. Por Heisenberg sabemos que no es posible determinar a la vez la posición y el estado de movimiento de una partícula: si determinamos la posición, indeterminamos el estado de movimiento (tendremos un corpúsculo); si determinamos el estado de movimiento, indeterminamos la posición (tendremos una onda). La verdad es reflexiva, pero cabe un acercamiento asintótico (medir la medición, luego la medición de la medición, etc.)

La encuesta estadística acepta el postulado clásico de objetividad. El grupo de discusión, de modo restringido, y el socioanálisis, de modo generalizado, se adaptan a la concepción reflexiva. En el grupo de discusión captamos la actividad del objeto sobre el sujeto (es posible analizar la contratransferencia del receptor), en el socioanálisis captamos —también— la actividad del sujeto sobre el objeto.

## Representación y presencia

El teorema central de la representación es, según Serres: «Sea un conjunto, produce un subconjunto, que produce una ley que reproduce el conjunto; y el conjunto, por ella, produce subconjuntos... y así sucesivamente».<sup>34</sup> Sea un conjunto (organismo parental), produce un subconjunto (plasma germinal) que produce una ley (embriogénesis) que reproduce el conjunto (organismo filial)... Sea un conjunto (los ciudadanos), produce un subconjunto (el parlamento) que produce una ley (¿ ?) que reproduce el conjunto (¿ ?)... Dos ejemplos: uno biológico, otro noológico. Algo no va en el segundo ejemplo. El primero es un ejemplo de representación pragmática (las leyes biológicas están presentes, pero no representadas),<sup>35</sup> el segundo es un ejemplo de representación sólo semántica (las leyes sociales están presentes, pero son representadas por la ideología —o la racionalización—). El plasma germinal produce efectivamente un organismo semejante. Los diputados reproducen el decir pero no el hacer de los ciudadanos (por eso Schopenhauer oponía voluntad a representación). Los códigos genéticos actúan directamente (las leyes biológicas están presentes), los códigos lingüísticos actúan por la mediación de un intérprete/ejecutor (las leyes sociales están representadas). Este intérprete/ejecutor tiene que codificar los procesos dinámicos en términos de enunciados lingüísticos (lo que constituye la noción más general de «lectura») y ejecutar las descripciones lingüísticas en hechos de procesos dinámicos (lo que constituye la noción más general de «escritura»). Es lógico que en los dispositivos para extraer información se utilice principalmente la «lectura» y en los dispositivos para inyectar neguentropía se utilice principalmente la «escritura». Más arriba he establecido el paralelismo entre tipos de representación política y tipos de investigación social: voto ≈ entrevista; opinión ≈ discusión; movilización ≈ asamblea. Son, sin embargo, cosas diferentes. Los dispositivos de investigación social son dispositivos para extraer información. Los dispositivos de representación política son —en teoría— dispositivos para inyectar neguentropía: pero esa inyección es sólo simulada. Una distorsión ideológica nos hace percibir como inyección de neguentropía lo que es extracción de información. Aparentemente, los mandados mandan sobre los que mandan. «El consumidor es el rey del mercado» y «los gobernantes ejecutan lo que deciden los ciudadanos». La verdad es relativa y reflexiva. Pero el poder burgués se quiere eterno: representa lo que es histórico y contingente como biológico y necesario, disfraza las clases sociales de *naciones* y califica a sus formaciones ideológicas de *naturales* (derecho, moral, religión... naturales).<sup>36</sup> Necesita asentarse sobre verdades absolutas. Si no las hay, hay que inventarlas: simularlas. Una *verdad simulada* es una *verosimilitud*. La ideología sustituye las verdades (relativas y reflexivas) por verosimilitudes (absolutas).

Maturana y Varela<sup>37</sup> distinguen la réplica de la reproducción. Hay réplica cuando son separables el mecanismo replicador y lo replicado y las distintas unidades replicadas (el DNA, por ejemplo, se replica). Hay reproducción cuando no son separables el mecanismo reproductor y lo reproducido ni las distintas unidades reproducidas (una célula o un partido político al dividirse). La réplica produce variedad por azar (mutaciones), la reproducción produce variedad por necesidad: en un caso la variedad es casual; en el otro, causal.

La encuesta estadística y el grupo de discusión son dispositivos de representación sólo semántica: la muestra o el grupo (microconjuntos) representan el universo (macroconjunto). Son representaciones respectivamente distributiva (representa los elementos) y estructural (representa las relaciones). Pero sólo lo representan semánticamente: extraen información de ellos, sin que ellos puedan inyectar neguentropía. El socioanálisis es un dispositivo de presencia: como análisis institucional *en situación*, la institución investigada está presente. Esta presencia permite que el microconjunto inyecte neguentropía en el macroconjunto. Los elementos de una muestra estadística nunca formarán *conjunto*, porque nunca estarán *juntos*. Los participantes en un grupo de discusión formarán un conjunto local y transitorio: el grupo se disuelve después de terminada la discusión. Los que forman parte de una institución forman conjunto antes, durante y después de la investigación. Sólo un conjunto (una unidad) puede ser sujeto.<sup>38</sup>

En mi libro *Más allá de la sociología* he descrito tecnológicamente, fundamentado metodológicamente y justificado epistemológicamente la técnica del grupo de discusión. Esta técnica se ha desarrollado en España al servicio de la publicidad y la propaganda: para manipular mediante el lenguaje a los consumidores y votantes. Se extrae información de las bases para que las cúpulas inyecten neguentropía en ellas en forma de publicidad y propaganda. ¿Cómo se podría transformar esta técnica de estructural —extrae saber— en dialéctica —inyecta poder—?

La eventual transformación debería conjugar dos direcciones. Por una parte, habría que transformar lo que es un dispositivo de «lectura» (semántico) en un dispositivo de «escritura» (pragmático). Por otra parte, esa «escritura» debería operar reproducciones (producir variedad) en vez de réplicas (reproducir identidad).

### Devolver la información al grupo

El grupo de discusión, tal como le he utilizado hasta ahora, está a medio camino entre la vieja y la nueva cibernética.

Se despega de la vieja cibernética, a la que la encuesta estadística está pegada en aspectos importantes.

El sistema que maneja la encuesta está organizacio-

nalmente abierto (su unidad es abstracta y artificial, las fronteras son trazadas arbitrariamente por el investigador) e informacionalmente cerrado (por las relaciones entrevistador/entrevistado, en el contexto situacional, y pregunta/respuesta, en el contexto lingüístico). El sistema que maneja el grupo de discusión está organizacionalmente cerrado de modo local (están juntos en el espacio y llegan a formar conjunto, aunque el local de reunión les es retirado después de la discusión) y transitorio (el grupo ni preexiste ni subsiste a la discusión) e informacionalmente abierto (dentro de los límites que le permite la discusión de un tema arbitrariamente impuesto por unos participantes arbitrariamente seleccionados).

El investigador —como preceptor del grupo— es, en cierto modo, interior al sistema. Juega un papel en la discusión: propone el tema a discutir y cataliza la discusión mediante reformulaciones y/o interpretaciones, y está ligado al grupo por relaciones de transferencia y contratransferencia. A lo largo de la discusión, la transferencia al preceptor (un punto fijo exógeno) vira a transferencia al grupo (un punto fijo endógeno).

Pero se pega a la vieja cibernética en aspectos también importantes. Sobre todo, en cuanto constituye un dispositivo de control: extraer información mediante la observación del microconjunto para inyectar neguentropía mediante la acción sobre el macroconjunto.

Antes de discutir la posibilidad de una transformación de esta técnica en técnica dialéctica, habría que discutir dos cuestiones esenciales. ¿Cómo se constituyen los conjuntos sociales? ¿Cómo se puede pasar de lo local —el microconjunto— a lo global —el macroconjunto—, y eso conjugando lo semántico con lo pragmático?

Para que una colección de individuos forme conjunto, es preciso que «se ponga de algún modo a distancia de sí misma para representarse como Una».<sup>39</sup> Lo que exige un punto fijo que funcione como operador de totalización: como polo imaginario de subjetivación (un líder) o como polo simbólico de significación (un equivalente general de valor).<sup>40</sup>

En los tres subsistemas de intercambio, de objetos (economía política), de sujetos (economía libidinal) y de mensajes (economía significativa),<sup>41</sup> se constituyen equivalentes generales de valor: respectivamente, el Oro, el Padre y la Lengua.<sup>42</sup> Los equivalentes generales quedan excluidos del intercambio: para que una familia de significantes forme conjunto, un significativo de la familia debe exiliarse y convertirse en Otro para que los otros puedan funcionar como Uno.<sup>43</sup> Los objetos, sujetos y mensajes que circulan deben ser representados porque son impresentables.

Según Freud,<sup>44</sup> el punto focal en que se anuda la libido de los elementos de un conjunto social es un Jefe. Para que exista cohesión social, para que una colección de individuos forme conjunto, para que hagan masa,<sup>45</sup>

se necesita una fuerza que neutralice la fuerza antisocial por excelencia (el narcisismo).

La topología de lo social comporta dos singularidades: el punto fijo trascendente al conjunto que opera como polo de totalización y el pánico que opera como polo de destotalización cuando se pierde ese punto fijo.<sup>46</sup> La regulación de los conjuntos sociales exige una instancia trascendente central (un autócrata). Pero se plantea el proyecto de derrocar a ese autócrata: los marxistas, en general, lo introyectan en el conjunto social en forma de Estado —punto fijo interior—; los libertarios, en general, pretenden disolverlo. Pero, ¿cómo evitar el pánico? (Recordad la retirada ficticia de De Gaulle en Mayo del 68.)

Rosenthal y Petitot<sup>47</sup> han investigado la posibilidad de autómatas acentrados. En el grupo de discusión, la transferencia al preceptor vira a transferencia al grupo: el grupo se alimenta de la esperanza en el consenso («De la discusión sale la luz»: y esa luz es la huella del padre muerto). La concepción de Freud es desarrollada por Bion:<sup>48</sup> los tres supuestos básicos —dependencia, apareamiento y ataque-fuga— explican la transferencia al grupo. Desde este punto de vista, parece posible utilizar el grupo de discusión como dispositivo de socialización, de constitución de un orden social inmanente.

El paso de lo local a lo global (del microconjunto al macroconjunto) es más complejo. Serres<sup>49</sup> ha analizado las dificultades de ese paso. (También las analiza Isabel Stengers.)<sup>50</sup> La pregunta sería: Si devolvemos información al grupo, ¿cómo se transformaría el microconjunto, y cómo repercutiría esa transformación en el macroconjunto? Esto es, qué tipo de unidad alcanzaría el microgrupo y cómo trabajaría esa unidad en la unificación del macrogrupo.

Gilbert Simondon<sup>51</sup> señala tres caminos hacia la unidad. La inducción intenta alcanzar la unidad desde abajo: nunca llega. La deducción intenta alcanzar la unidad desde arriba: siempre se pasa. La transducción, moviéndose en el elemento de la unidad, alcanza una unidad más compleja a partir de una unidad más simple inventando dimensiones suplementarias que compatibilicen las incompatibilidades que se producen. La evolución y la historia siguen caminos transductivos: la visión estereoscópica compatibiliza las imágenes de las retinas izquierda y derecha «inventando» una tercera dimensión; la cuantitización de la relatividad, necesaria para investigar móviles muy pequeños —física cuántica— a velocidades muy grandes —relatividad— (aceleradores de partículas), compatibilizará las dos teorías mediante la invención de nuevas dimensiones (un paso en ese camino supone la teoría de las supercuerdas). La transferencia de información, en el sentido de Petri, es un dispositivo de compatibilización.<sup>52</sup> Pero «¿quién» es el operador de esa invención de nuevas dimensiones? Simondon habla de «individuos» (entes que se mueven en el elemento de la unidad).

A la oposición posible/real, Deleuze opone la oposición virtual/actual.<sup>53</sup> La relación genotipo/fenotipo, en general, puede interpretarse de los dos modos: como producto de un programa que se realiza (produce copias o réplicas), o como creación que actualiza una virtualidad (produce mapas o reproducciones). La vieja cibernética lo interpreta del primer modo; la nueva, del segundo. Según Von Foerster,<sup>54</sup> hay dos modos de informar un sistema: inyectándole información desde fuera (programándolo) o produciendo él la información (creando). La lógica en que se inspira la vieja cibernética sólo admite dos valores: «verdadero» y «falso» (una copia o una réplica son o buenos o malos). La lógica en que se inspira la nueva cibernética admite otros valores entre «verdadero» y «falso». Spencer-Brown<sup>55</sup> propone para la lógica la solución que se había adoptado para la aritmética: así como la creación de la unidad imaginaria (añadida a las unidades positiva y negativa) permite los números complejos —componentes imaginarios—, la creación del valor «imaginario» (añadido a «verdadero» y «falso») permite el pensamiento complejo —con valores imaginarios—. Imaginarios, dice, porque no están en el espacio, sino en el tiempo, en uno de los futuros posibles (en una de las virtualidades actualizables). El cálculo de Spencer-Brown ha permitido a Varela<sup>56</sup> construir el cálculo de la autorreferencia: modelizar matemáticamente el *self* (el ente reflexivo o el individuo).

Un programa no tiene poder de reflexividad; un genotipo, sí. Frente al programa, el genotipo (o el genotexto, genotipo de los códigos lingüísticos)<sup>57</sup> es capaz de crear orden a partir del ruido: por una parte, transforma el ruido en orden (integra los sucesos aleatorios producidos en el medio); por otra parte, se transforma como efecto de la transformación (el genotipo —reglas de juego— es modificado por el fenotipo —jugadas—).<sup>58</sup> Además de la transformación del orden en orden (mecanicidad) y la transformación del desorden en orden (regularidad), tenemos la transformación del ruido en orden (creatividad).

En la concepción clásica (en la que se inspira la vieja cibernética), un sistema puede modelizarse con un sistema de ecuaciones diferenciales: todas las trayectorias pueden representarse mediante curvas continuas y derivables. La teoría de las catástrofes<sup>59</sup> rompe con la continuidad: si no hay continuidad, no hay dirección (sólo crean los extraviados o extravagantes). La teoría de los objetos fractales<sup>60</sup> rompe con la derivabilidad: si no hay derivada, no hay sentido. Saliéndose de las direcciones prescritas e inventando nuevos sentidos, la vida y el pensamiento se abren caminos.

Hay sistemas morfostáticos (homeostáticos —literalmente, estar parados juntos— y homeorréticos —literalmente, correr juntos—: estabilidad de una forma o de una trayectoria): hay, también, sistemas morfogenéticos, que inventan formas y/o trayectorias. La vieja cibernética (y, con ella, prácticamente la totalidad del

pensamiento sociológico) se pega a la noción de morfostasis: no admite otros futuros que el retorno al equilibrio o la destrucción («Yo o el caos», dicen los políticos conservadores). Prigogine<sup>61</sup> observa que lejos de la situación de equilibrio aparecen espontáneamente nuevos tipos de estructuras (estructuras disipativas): para que aparezcan, hay que inyectar energía en el sistema (= crear tensiones).

Rafael Manrique,<sup>62</sup> por ejemplo, conjuga las teorías de las catástrofes y de las estructuras disipativas para dar cuenta de la aparición en una familia de un enfermo de esquizofrenia. La esquizofrenia se explica en términos de la teoría de las catástrofes en sus aspectos espaciales y de la teoría de las estructuras disipativas en sus aspectos temporales. La emergencia de la enfermedad crea tensiones en la familia que la desvían del equilibrio hacia una nueva estructura, y en esa nueva estructura es condición de equilibrio la presencia del enfermo.

¿Hacia dónde va un sistema? Thom modeliza el «fin» mediante el concepto topológico de atractor (este concepto es incluido por Waddington para modelizar el creodo). Mandelbrot<sup>63</sup> había advertido que la ciencia ha enfocado sucesivamente tres tipos de sistemas: sistemas deterministas (con poco ruido) cuya trayectoria es previsible, sistemas indeterministas de primera especie (con una cantidad manejable de ruido) imprevisibles a nivel de los elementos pero previsibles a nivel de los conjuntos (en ambos tipos de sistemas el «fin» es objetivable), y sistemas indeterministas de la segunda especie cuyo «fin» no es objetivable. Estos últimos son los sistemas sociales: aunque los procesos tengan aparentemente forma —por ejemplo, la curva de pérdidas y ganancias al lanzar una moneda puede dar la imagen de una sección de la tierra—, es indecible si esa forma es objetiva o proyección subjetiva (como las interpretaciones del Rorschach). «La teoría —ha dicho Maud Mannoni— sirve para que el analista no tenga la impresión de que delira»: los sociólogos, apegados al determinismo, no deliran nunca. ¿Son sistemas en devenir al caos? Utilizando el concepto de atractor, Prigogine<sup>64</sup> recupera del caos algunos de estos sistemas. El «fin» de un sistema puede ser representado por un atractor (por un polo de atracción, dice): puede ser un punto (sistema determinista), un círculo o un toro (sistema periódico)... pero puede ser también un atractor extraño (que indicaría un aparente devenir al caos). Esto sólo ocurre si el número de dimensiones es infinito. Pero, utilizando conceptos de Mandelbrot, podemos considerar atractores extraños con números fraccionarios de dimensiones: así, la serie temporal de temperaturas en un lugar de la tierra durante 700.000 años es regulada por un atractor de dimensión 3,3 (contra lo que parece, no se trata de un fenómeno aleatorio).

¿Cómo se podría transformar el grupo de discusión de dispositivo de control en dispositivo de eman-

ción? El investigador dejaría de ser cazador, y el grupo dejaría de ser presa. Ahora, el investigador controla una conversación entre los miembros del grupo: una conversación creadora de significaciones (que desarrolla nuevas posibilidades semánticas), pero no creadora de sentidos (que no desarrolla nuevas posibilidades pragmáticas). A un nivel, el nivel del grupo, hay conversación: cada uno controla como «ego» a cada otro como «otro», pero a su vez puede ser controlado por ellos.<sup>65</sup> A otro nivel, el nivel que incluye al preceptor y al grupo, no hay conversación: el preceptor está siempre en posición de sujeto (aunque en posición meta), y el grupo está siempre en posición de objeto. Cada uno puede decir «yo» en relación a cada otro, pero el conjunto no puede decir «nosotros» en relación al preceptor. Guattari<sup>66</sup> distingue el grupo-sujeto (el que toma la palabra, el que puede preguntar) del grupo-objeto (el que debe responder). El grupo que discute es responsable ante el preceptor: porque debe responder, la discusión del tema es una respuesta a la provocación del tema por el preceptor. Hay respuestas que obturan la pregunta (la pregunta que obtiene respuesta pertinente queda cerrada), pero hay respuestas que dejan abierta la pregunta: la respuesta del tipo «No hay respuesta» (que obliga a preguntarse al que espera la respuesta). Una vez que la transferencia ha virado del preceptor al grupo, el preceptor *puede (debe)* abdicar de su papel. De hecho, cuando se cierra el magnetofón, el preceptor suele conversar de igual a igual con los miembros del grupo. Este colofón, que queda fuera de la técnica, habría que incluirlo en la técnica. Así, el preceptor, que asume la responsabilidad de responder (a las preguntas y demandas del grupo), asumiría la metarresponsabilidad de responder que no hay respuesta (que el saber —y el poder— es cosa de preguntar y no de responder).

Para acabar con la relación predador (investigador) / presa (investigado), es preciso devolver al grupo la información que le ha sido robada. De hecho, algunos de mis colaboradores y alumnos están trabajando ya en esta dirección. Caben varias posibilidades: que van desde el análisis del discurso del grupo por el preceptor y devolución del análisis al grupo hasta el análisis conjunto de ese discurso por el preceptor y el grupo en pie de igualdad (la primera solución tira a «reformista»; la segunda, a «revolucionaria»).

¿Qué puede hacer el grupo con la información que le es devuelta? Con la información puede generar neguentropía. La visión que la información permite facilita el manejo del mundo. Desde este punto de vista, el grupo de discusión se acercaría al grupo terapéutico. En otro lugar,<sup>67</sup> he discutido la relación entre los grupos de discusión, de intervención y terapéutico. Apoyándome en la distinción que establece Bion entre los componentes básico (inconsciente) y de trabajo (consciente) en un grupo,<sup>68</sup> centro el grupo terapéutico en el grupo básico, el grupo de intervención en el grupo de

trabajo, y el grupo de discusión en la frontera entre los grupos básico y de trabajo. Esta posición le permite comunicarse con ambos.

Frente al grupo de discusión y el grupo de intervención que trabajan con grupos abstractos (las fronteras son artificiales), el grupo de intervención trabaja con grupos concretos (las fronteras son naturales —equipos de dirección o de ejecución—). Para que la acción sobre el microgrupo repercuta sobre el macrogrupo, sería preciso trabajar con grupos concretos (situados en un campo concreto de relaciones institucionales). Lo que nos acercaría al socioanálisis (análisis institucional en situación).

Para que el grupo fuera creativo —de sentidos y no sólo de significaciones—, debería recuperar el componente semiótico: crear tensiones que hagan posible el alejamiento del equilibrio actual hacia alguno de los equilibrios virtuales. Hay una serie de técnicas de grupo que se inscriben en el llamado «movimiento de potencial humano»: <sup>69</sup> grupos de encuentro, *gestalt*, expresión corporal, etc. Todas ellas inyectan energía al grupo.

El control obedece a la consigna: «Divide y vencerás». «Un sistema (se entiende, cerrado) —decía Borges— es la supeditación de todos los puntos de vista a uno solo.» La transformación del grupo de discusión de dispositivo de control a dispositivo de emancipación obligaría a integrar todas las técnicas de grupo en una única. Rescatarlas del paradigma de simplificación, integrándolas en un paradigma de complicación. Con lo que habríamos pasado de la vieja a la nueva cibernética.

## NOTAS

1. Pask (1988).
2. Wilden (1972), pp. 184-185. Significación: pertenece a la estructura, no envuelve referencia al contexto, es una operación denotativa en un sistema digital. Sentido: pertenece al sistema, envuelve referencia al contexto, es una operación connotativa en un sistema análogo. La significación tiene un valor —teórico— de verdad, el sentido tiene un valor —práctico— de supervivencia.
3. Morin (1977), p. 356.
4. Ibáñez (1979) (1985a) (1985b) (1986) (1988).
5. Bourdieu (1978).
6. Sobre la relación saber/poder: Foucault (1976), p. 124.
7. Wilden (1972), pp. 203 ss.
8. Pattee (1977): los segundos son sistemas con clausura operacional; autopoieticos, en la terminología de Maturana y Varela, o p-individuados, en la terminología de Pask.
9. Serres (1974), pp. 62-63.
10. El paradigma de Martinet (1965) ha sido generalizado por Deleuze y Guattari (1980).
11. Véase, para la diferencia copia/mapa, Deleuze y Guattari (1980, pp. 19 ss.). La copia es una simplificación (suele ser la proyección en un espacio de menos dimensiones, y —en todo caso— elimina al sujeto). El mapa es una complicación: introduce en el objeto una dimensión suplementaria, la del sujeto observador/manipulador (en los mapas turísticos que nos dan en el hotel dice: «Usted está situado aquí»).

12. Deleuze y Guattari (1980), p. 77.
13. Ibáñez (1985c).
14. Saussure (1968), para la oposición referencial/estructural; Kristeva (1969), para la oposición simbólico/semiótico.
15. Glucksman (1974), p. 107.
16. Ya Tarde (1987) subrayó, en los albores de la sociología, la importancia de la conversación.
17. Una conversación no es sólo entre personas. Pueden conversar, en sistemas regulados por códigos, cualesquiera entes individualizados: grupos, instancias interiores a un individuo (así, en la entrevista individual abierta), conceptos (así, en el análisis de textos), etc.
18. Sobre socioanálisis: Lourau (1975) y Lapassade (1971).
19. El término *acting-out* fue acuñado por Moreno para designar la acción generada por una negativa al análisis (por ejemplo, en vez de analizar su edipo, un analizante se acuesta con una señora de edad).
20. Wittgenstein (1973), 2.2: «La figura tiene en común con lo figurado la forma lógica de figuración».
21. Feynman (1983), pp. 109 ss.
22. Pattee (1973), pp. 140-141.
23. Thom (1977), pp. 295 ss.
24. Lacan (1966).
25. Véase Wilden (1972). La computación análoga es continua, en términos de más o menos; la computación digital es discreta, en términos de sí o no. La comunicación análoga —relación intersubjetiva— es de tipo lógico más alto, pero de nivel de organización más bajo, que la comunicación digital: por eso, la traducción de lo digital a lo análogo supone pérdida de información pero ganancia de sentido (como ocurre en el *lapsus*) (p. 168).
26. Waddington (1976), pp. 30 ss.
27. Deleuze y Guattari (1980), p. 77.
28. Monod (1970), cap. IX: «Es tentador, para un biólogo, comparar la evolución de las ideas a la de la biosfera. Porque el reino abstracto trasciende la biosfera más aún que ésta el universo no vivo, las ideas han conservado algunas de las propiedades de los organismos. Como éstos tienden a perpetuar su estructura y a multiplicarla, pueden fusionar, recombinar, segregar su contenido y, en fin, evolucionar, y, en esta evolución, la selección juega sin duda un gran papel».
29. Thom (1977b), «De l'icone au symbole».
30. Thom (1976), p. 317.
31. McLuhan (1969), pp. 183 ss. Spencer-Brown (1979), p. 126.
32. Glanville (1982).
33. Hofstadter (1979).
34. Serres (1974), p. 191.
35. Canguilhem (1971), pp. 187-188.
36. Barthes (1957), pp. 224-229.
37. Maturana y Varela (1984), p. 91.
38. Ibáñez (1986), p. 45.
39. Dupuy (1986), p. 296.
40. Deleuze y Guattari (1980), pp. 140 ss.
41. Lévi-Strauss (1958).
42. Goux (1973).
43. Sibony (1974), p. 203.
44. Freud (1969).
45. Canetti (1966), p. 28.
46. Dupuy (1986), p. 298.
47. Rosenthal y Petitot (1974).
48. Bion (1974).
49. Serres (1980).
50. En su tesis doctoral sobre *États et processus* (Université Libre de Bruxelles, Faculté de Philosophie et Lettres, 1982-83 [citado por Dupuy, 1986, p. 294]).
51. Simondon (1964), pp. 21 ss.
52. Petri (1966).
53. Deleuze (1988), pp. 342 ss.
54. Von Foerster (1960).
55. Spencer-Brown (1979), p. 58.
56. Varela (1979).

57. Kristeva (1969)
58. Hofstadter (1979).
59. Thom (1977b).
60. Mandelbrot (1987).
61. Prigogine (1983) (1985).
62. Manrique (1987).
63. Mandelbrot (1963).
64. Prigogine (1986).
65. Navarro (1988).
66. Guattari (1976).
67. Ibáñez (1981).
68. Bion (1974).
69. Lapassade (1973).

## BIBLIOGRAFÍA

- BARTHES, R., *Mythologies*, Seuil, 1957.
- BION, W.R., *Experiencias en grupos*, Paidós, 1974.
- BOURDIEU, P., CHAMBOREDON, J.C. y PASSERON, J.C., *Le métier de sociologue*, Mouton, 1978.
- CANETTI, E., *Masse et puissance*, Gallimard, 1966.
- CANGUILHEM, G., *Lo normal y lo patológico*, Siglo XXI, 1971.
- DELEUZE, G., *Diferencia y repetición*, Júcar, 1988.
- y GUATTARI, F., *Capitalisme et schizophrénie: Mille Plateaux*, Minuit, 1980.
- DUPUY, J.-P., «L'autonomie et la complexité du social», en *Science et pratique de la Complexité*, La Documentation Française, 1986.
- FEYNMAN, R., *El carácter de la ley física*, Antoni Bosch ed., 1983.
- FOERSTER, L. VON, *Self-Organizing Systems*, Yovitz and Cameron, 1960.
- FOUCAULT, M., *Histoire de la sexualité. 1: La volonté de savoir*, Gallimard, 1976.
- FREUD, S., *Psicología de las masas*, Alianza, 1969.
- GLANVILLE, R., «Inside every black box there are two white boxes trying to get out», *Behavioral Science*, 27 (1982), 1-11.
- GLUCKSMANN, A., *Le discours de la guerre*, Union Générale d'Éditions, 1974.
- GOUX, J.-J., *Economie et symbolique*, Seuil, 1977.
- GUATTARI, F., *Psicoanálisis y transversalidad*, Siglo XXI, 1976.
- HOFSTADTER, D.R., *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid*, Basics Books, 1979.
- IBÁÑEZ, J., *Más allá de la sociología. El grupo de discusión: técnica y crítica*, Siglo XXI, 1979.
- , «Usos tópicos y abusos utópicos de las técnicas de grupo», *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 2, mayo-agosto (1981).
- , *Del algoritmo al sujeto. Perspectivas de la investigación social*, Siglo XXI, 1985a.
- , «Las medidas de la sociedad», *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 29, enero-marzo (1985b).
- , «Análisis sociológico de textos y discursos», *Revista Internacional de Sociología*, 43, enero-marzo (1985c).
- , «Perspectivas de la investigación social: el diseño en la perspectiva dialéctica», en Alvira, Ibáñez y García Ferrando, *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*, Alianza Universidad Textos, 1986.
- , «Cuantitativo/cualitativo», en Reyes, *Terminología científico-social. Aproximación crítica*, Anthropos, 1988.
- KRISTEVA, J., *Semeiotiké. Recherches pour une sémanalyse*, Seuil, 1969.
- LACAN, J., *Écrits*, Seuil, 1966.
- LAPASSADE, G., *L'arpeur*, Epi, 1971.
- , «Le mouvement du potentiel humain», en *L'homme et la société*, 29-30 (1973), 115-152.
- LÉVI-STRAUSS, C., *Anthropologie structurale*, Plon, 1958.
- LOURAU, R., «El análisis institucional», Amorrortu, 1975.
- MANDELBROT, B., «New Methods in statistical economics», *Journal of Political Economy*, 71 (1963), 421.
- , *Los objetos fractales*, Tusquets, 1987.
- MANRIQUE, R., «Teoría de las catástrofes, termodinámica y psiquiatría. Nuevas ideas para la comprensión de la esquizofrenia», *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 20 (1987), 95-104.
- MARTINET, A., *La linguistique synchronique. Études et recherches*, PUF, 1965.
- MATURANA, H. y VARELA, F., *Las bases biológicas del entendimiento humano. El árbol del conocimiento*, Behnke, Maturana y Varela, Santiago de Chile.
- MCLUHAN, M., *La galaxia Gutenberg*, Aguilar, 1969.
- MONOD, J., *Le hazard et la nécessité*, Seuil, 1970.
- MORIN, E., *La méthode: 1. La nature de la nature*, Seuil, 1977.
- NAVARRO, P., «Sistemas reflexivos», apéndice a Reyes, *Terminología científico-social. Aproximación crítica*, Anthropos (en prensa).
- PASK, G., *The old and new cybernetic fashions*, University of Amsterdam, Faculty of Andrological and Educational Studies, OOC Programme, 1988.
- PATTEE, H.H., *Hierarchy Theory: The Challenge of Complex Systems*, Doubleday, 1973.
- , «Dynamic and linguistic modes of complex systems», *Int. J. General Systems*, 3 (1977).
- PETRI, G.A., «Communication with automata», *Applied Data Research*, vol. 1, supl. 1 (1966).
- PRIGOGINE, I., *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Tusquets, 1985.
- , «Nouvelles perspectives sur la complexité», en *Science et pratique de la complexité*, La Documentation Française, 1986.
- y STENGERS, I., *La nueva alianza*, Alianza, 1983.
- ROSENTHIEL, P. y PETITOT, J., «Automate asocial et systèmes acentrés», *Communications*, 22 (1974).
- SAUSSURE, F. DE, *Curso de lingüística general*, Losada, 1968.
- SERRES, M., *Hermes III. La traduction*, Minuit, 1974.
- , *Hermes V. Le passage du Nord-Ouest*, Minuit, 1980.
- SIBONY, D., *Le nom et le corps*, Seuil, 1974.
- SIMONDON, G., *L'individu et sa genèse physico-biologique*, PUF, 1964.
- SPENCER-BROWN, G., *Laws of form*, E.P. Dutton, 1979.
- TARDE, G., *La opinión y la multitud*, Taurus, 1987.
- THOM, R., *Stabilité structurelle et morphogénèse*, Inter Éditions, 1977a.
- , *Modèles mathématiques de la morphogénèse*, 10/18, 1977b.
- VARELA, F., *Principles of biological autonomy*, North Holland, 1979.
- WADDINGTON, C.H., *Hacia una biología teórica*, Alianza Universidad, 1976.
- WILDEN, A., *System and Structure: essays in communication and exchange*, Tavistock, 1972.
- WITTGENSTEIN, L., *Tractatus Logico-Philosophicus*, Alianza, 1973.

# AUTORES

J. COURTÉS. Colaborador habitual de A.J. Greimas, ha publicado, junto con este autor, *Semiótica. Diccionario razonado de la teoría del lenguaje* (Madrid, Gredos, 1982), y, en solitario, *Introduction à la sémiotique narrative et discursive* (Hachette).

JEAN-TOUSSAINT DESANTI. Es profesor de filosofía en la Universidad París-I. Ha orientado su reflexión en dos direcciones: la lógica y filosofía de la ciencia, y la política y la moral. Autor de *Les Idéalités mathématiques* (Seuil, 1968).

GERARD DE ZEEUW. Es catedrático de Metodología y director del Departamento de Andragología en la Universidad de Amsterdam. Andragología es la ciencia que se ocupa de la promoción del cambio social. Con Pask y Glanville, promueve cada dos años un congreso de cibernética en Amsterdam.

JEAN-PIERRE DUPUY. Nació en París en 1941. Es investigador en el Centre National de Recherches Scientifiques y profesor en la École Polytechnique. Cofundador del Centro de investigación sobre la epistemología y la autonomía (CREA) y del grupo de Ciencia-Cultura de la Montagne-Sainte-Genève. Trabaja sobre los fundamentos de la economía política y la epistemología de las ciencias sociales. En él se cruzan las ideas de Atlan y de Prigogine. Autor de: *Ordres et Désordres. Enquête sur un nouveau paradigme* (Seuil, 1982), *L'enfer des choses* (Seuil, 1979, en colaboración con Paul Dumouchel).

HEINZ VON FOERSTER. Es el padre de la cibernética de segundo orden o de los sistemas observadores. Doctor en Física y en Filosofía, profesor, hasta su jubilación en 1975, en la Universidad de Illinois/Urbana (Técnica de Corrientes de Baja Intensidad y Biofísica). Dirigió el Laboratorio de Computación en Biología: probablemente, el centro más creativo de la segunda mitad del siglo. Por allí pasaron Maturana y Varela (que llevaron sus concepciones a las ciencias de la vida) y Pask (que las llevó a las ciencias de la mente). Cuando Steward Brand, del *The Whole Earth Catalog*, pidió a John Lilly una reseña de *Laws of Form* de Spencer-Brown, le contestó: «Conozco a una sola persona en Estados Unidos, y posiblemente en el mundo entero, capaz de reseñarlo con justicia y profundidad» (Lilly y Lilly, *The dyadic cyclone*, Nueva York, Simon and Schuster, 1976).

P. GOULD. Es profesor en la Universidad Estatal de Pensilvania. Uno de los más importantes profesionales del q-análisis, a cuyo desarrollo ha contribuido básicamente. Autor de «The languages of our investigations», *Inter-Media*, 4, 13-16: 5, 10-14.

JEAN-JOSEPH GOUX. Filósofo, antiguo colaborador de la revista *Tel Quel*, ha sido el mejor analista, conjugando los pensamientos de Marx y de Freud, de los modos de simbolizar. Sus tres obras fundamentales son: *Freud, Marx: Économie et Symbolique* (Seuil, 1973), *Les iconoclastes* (Seuil, 1978), *Les monayers de langage* (Galilée, 1984).

ALGIRTAS JULIEN GREIMAS. Es lituano nacionalizado francés. Nacido en 1917, llegó muy joven, para estudiar, a Grenoble. Doctor en Letras en 1949, da clases en Alejandría, Ankara, Estambul, Poitiers, París... Sus clases en Estambul y Ankara le permiten dar forma a una sistematización de la semántica (*Semántica estructural*, Gredos, Madrid, 1976). En 1971 funda el Centro Internacional de Semiótica y de Lingüística (URBINO): la sistematización de la semiótica aparece en *Semiótica. Diccionario razonado de la teoría del lenguaje* (Madrid, Gredos, 1982), escrito en colaboración con J. Courtés.

JESÚS IBÁÑEZ. Es catedrático de Métodos y Técnicas de Investigación Social, y director del Departamento de Metodología de la Investigación y Teoría de la Comunicación en la Universidad Complutense de Madrid. Ha desarrollado un paradigma complejo de la investigación: ha contribuido a la fundamentación metodológica y a la justificación epistemológica del grupo de discusión (técnica matriz de la perspectiva estructural). Actualmente trabaja en el desarrollo de la perspectiva dialéctica.

BRADFORD P. KEENEY. Es terapeuta de familias y especialista en cibernética. En él se funden las concepciones de Bateson y de Von Foerster. Su libro *Estética del cambio* es, según Von Foerster, el primer paso hacia el cambio de la estética. «Cómo comprender la comprensión» —dice— se podría haber titulado.

CLAUDE LÉVI-STRAUSS. Es el padre del estructuralismo. Su *Introducción a la obra de Marcel Mauss* es, en cierto modo, el manifiesto del estructuralismo. Ha sido el pionero del uso

de las matemáticas cualitativas en investigación social (cfr. «Las matemáticas del hombre», en *Estructuralismo y epistemología*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1970).

LARS LÖFGREN. Es profesor de Teoría de Automatas y director de Departamento en la Universidad de Lund. Ha trabajado en el Laboratorio de Computación Biológica de Von Foerster y es considerado uno de los pensadores más avanzados en esta línea.

BENOÎT MANDELBROT. Es uno de los matemáticos más geniales de este siglo. Nació en Polonia, procedente de una familia de judíos lituanos. Se trasladó a París, donde residía su tío Szolem Mandelbrot, que fue el promotor del grupo Bourbaki. Aprobó el ingreso, sin haberlo preparado, en la École Normale y en la École Polytechnique. Asfixiado por el formalismo estéril de Bourbaki, se fue a Estados Unidos. Allí, después de nomadear por diversos empleos (enseñó Economía en Harvard, Ingeniería en Yale, Fisiología en la Einstein School of Medicine...), acabó asentándose en el Thomas J. Watson Research Center de la IBM. Allí realizó sus trascendentales descubrimientos. Es famoso en conjunto de Mandelbrot: el fenotipo más complejo (sin duda la figura más complicada de las matemáticas) a partir del genotipo más simple (un programa con sólo unas docenas de caracteres de código).

RAFAEL MANRIQUE. Es psiquiatra y reside en Santander (Cantabria). Hace uso en su clínica de paradigmas novedosos, como la teoría de las catástrofes y las estructuras disipativas. Ha estado como *visiting fellow* en el Departamento de Psiquiatría del Berkshire Medical Center de Pittsfield (Mass.). Allí ha trabajado con el doctor C.E. Sluzki, director del Departamento.

FRANCISCO J. MARTÍNEZ. Es profesor de Filosofía en la UNED. Trabaja como directivo en la Fundación de Investigaciones Marxistas. Es uno de los pensadores españoles más impuestos sobre las nuevas corrientes del pensamiento. Su tesis doctoral fue un excelente estudio sobre Deleuze.

HUMBERTO MATURANA. Es profesor de Biología en la Universidad de Santiago de Chile (involucrado en la resistencia, tuvo que huir al darse el golpe de Estado, pero ha vuelto). De 1954 a 1960 estudió en el Reino Unido y en Estados Unidos. En 1968 se unió a los estudiantes en su lucha: tuvo que huir, y recayó en Biological Computer Centre, de Von Foerster. Desde allí, su voz —que habla de la biología de la cognición— ha resonado como una de las voces más potentes de la segunda mitad del siglo.

EDGAR MORIN. Militante comunista antes que epistemólogo, es el Aquino del nuevo paradigma. *La Méthode* es una especie de *summa*, más antropológica que teológica, enciclopédica: tomando la palabra «enciclopedia», como él propone, en sentido etimológico, *enkiklos-paideia*, aprendizaje poniendo el saber en ciclo. Ningún ejercicio mejor que la lectura de esta obra para «ponerse al día». Todo está allí.

PABLO NAVARRO. Es catedrático de Filosofía en el instituto de Algete. Acaba de regresar de Londres, donde preparó su tesis doctoral sobre *Sistemas reflexivos*, bajo la dirección de

Jesús Ibáñez y Gordon Pask. Investiga sobre la clarificación epistemológica de las bases de la cibernética no clásica (y de las ciencias sociales en general).

GORDON PASK. Es profesor invitado de Andragología General en la Facultad de Ciencias Andragológicas y Educativas de la Universidad de Amsterdam. Desde muy joven trabajó con Turing, y luego —durante muchos años— en el Laboratorio de Computación Biológica con Von Foerster, padre de la cibernética de segundo orden o de los sistemas observadores. Su teoría de la conversación aplica estas concepciones a los sistemas sociales, como Maturana y Varela las han aplicado a los sistemas biológicos.

JEAN PIAGET. Es suizo y viene de la zoología. Nació en 1896, y su interés se ha centrado en la psicología. Ha trabajado con Binet y Claparède. Por indicación de este último, empezó a ocuparse en 1921 en la epistemología: explorando sus bases biológicas y psicológicas. Su saber es enciclopédico: ha sido uno de los primeros promotores de encuentros interdisciplinarios. La perspectiva de Piaget es demasiado clásica. Pone el énfasis en las nociones de equilibrio y reversibilidad: para él, todo cambio es —implícitamente— degenerativo. En un famoso coloquio (*Las nociones de estructura y génesis*, t. IV: *Psicofísica, Lingüística, Psicología*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1975, p. 97), no fue capaz de reconocer que al hacer una pregunta a un niño se le imponen metarreglas (el deseo del que responde se orienta a satisfacer el deseo del que pregunta). Por eso, ha escrito Anthony Wilden: «Las asunciones ocultas (y lineales) de Piaget sobre lógica e inteligencia (*son*) peligrosas, y no simplemente para el niño implicado, sino también para la cultura como un todo».

NARCISO PIZARRO. Ha sido profesor de la Universidad de Montreal y ahora lo es de la Complutense de Madrid (Ciencias Políticas y Sociología). Es uno de los escasos sociólogos españoles cuyas investigaciones están fundadas metodológicamente. Es doctor en Ciencias Físicas, y eso se nota. Entre sus libros tienen interés metodológico: *Análisis estructural de la novela* —(Siglo XXI)— y *Metodología sociológica y teoría lingüística* —(Alberto Corazón)—. Es experto en análisis de redes, y ha investigado con F. Lorrain. Se mueve dentro de la perspectiva estructural.

ILYA PRIGOGINE. Es director del Servicio de Química-Física de la Universidad Libre de Bruselas. En 1977, recibió el Premio Nobel por sus trabajos sobre la termodinámica de los procesos irreversibles y las estructuras disipativas. Como Thom, parte de la noción de bifurcación propuesta por Poincaré: Thom analiza las bifurcaciones en el espacio; Prigogine, las bifurcaciones en el tiempo. Asimismo, Thom apuesta por la necesidad; Prigogine, por el azar. Dos opciones teológicas: los que apuestan por el azar —ha dicho Thom— creen en un Dios transcendente y arbitrario; los que apuestan por la necesidad creen en un Dios inmanente y racional. Dos posturas que constituyen una dualidad.

MICHEL SERRES. Epistemólogo, encierra en su cabeza —como dice el epitafio que lo encerraba la de Tales— el universo todo. En sus textos se cruzan todas las avenidas del pensamiento y de la creación artística. Su lectura hace estallar una tormenta de ideas en la cabeza del lector. *Hermes*, del que



van publicados cinco volúmenes, es su texto más famoso. Aunque sin olvidar sus investigaciones sobre Comte y Leibniz, y, sobre todo, sobre Lucrecio.

GEORGE SPENCER-BROWN. Es, con Wittgenstein, un pensador clave de nuestro siglo. De *Laws of Form* parten las corrientes más vivas del pensamiento actual. Su vida está llena de misterio: nadie es capaz de separar su realidad de sus propias ficciones. Lo cierto es que fue discípulo de Russell y que éste, cuando vio que había derrumbado su remedio contra las paradojas —no mezclar tipos lógicos en la misma frase— le felicitó por haberlo hecho. La teoría, dijo, era la cosa más arbitraria que él y Whitehead habían tenido que hacer, y que estaba contento de haber vivido lo bastante para ver el asunto resuelto.

GUNTHER S. STENT. Es profesor de Biología en la Universidad de Berkeley. Colabora en las revistas *Science* y *Nature*. Ha investigado en los campos de la Genética Molecular y la Neurobiología. Su obra más conocida es *The coming of the Golden Age: A view of the end of Progress* (Garden City, The Natural History Press, 1969). Su reflexión se centra en las paradojas epistemológicas y éticas («La existencia problemática del hombre surge de su naturaleza paradójica: mitad bestia, mitad divino»).

RENÉ THOM. Es profesor del Institut des Hautes Études Scientifiques, en Bures-sur-Yvette, y miembro de las Academias de Ciencias de los Estados Unidos y Francia. En 1958 recibió la medalla Fields (premio para matemáticos equivalente al Nobel). Su teoría de las catástrofes es una de las grandes revoluciones científicas del siglo. Con Waddington

la ha aplicado al orden biológico, con Petitot la está aplicando al orden noológico. Así como Prigogine analiza las bifurcaciones en el tiempo, Thom analiza las bifurcaciones en el espacio: su enfrentamiento fue el eje del coloquio que organizaron en Figueras Dalí y Wagensberg (*Proceso al azar*, Tusquets, 1987).

FRANCISCO VARELA. Nació en Chile en 1946. PhD en Biología por Harvard. Ha sido profesor en la Universidad de Santiago de Chile, profesor asociado en los Brain Research Laboratories de la Escuela de Medicina de la Universidad de Nueva York, y director de la Sociedad Chilena para la Investigación Biológica. Es una de las figuras clave de la segunda cibernética. Armado con la matemática de Spencer-Brown y la teoría de los sistemas autopoieticos de su compatriota Maturana, ha construido el cálculo de la autorreferencia. Autor de *Autopoiesis and Cognition* (Boston, D. Reidel, 1980 —Boston Studies in the Philosophy of Science, 42—; en colaboración con Humberto Maturana), *Principles of Biological Autonomy* (Nueva York y Oxford, Elsevier, North Holland, 1979).

ANTHONY WILDEN. Es el eco nómada del sedentario Morin. Transita por todos los campos del saber, y, en su nomadismo, hace circular ideas de acá para allá y de allá para acá. Especialmente, ha puesto en comunicación los pensamientos contemporáneos francés y norteamericano: los dos paradigmas epistemológicamente más potentes. Su obra más conocida es *System and Structure*. La penetración de las ideas de Wilden en nuestro país ha sido bloqueada por la pésima traducción de una estúpida selección de capítulos de este libro, perpetrada, para Alianza Editorial, por Ubaldo Martínez Veiga.

# ANTHROPOS

## REVISTA DE DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA DE LA CULTURA

Autor	Tema
<b>1981</b>	
N.º 1. <b>Faustino Córdón</b> (Reed., ed. aum.)	El pensamiento biológico evolucionista. Nutrición
N.º 2 <b>Juan Carlos Onetti</b> (Nueva edición)	Una escritura afirmativa del hombre urbano. La creación literaria como...
N.º 3 <b>X. Rubert de Ventós</b>	(agotado)
N.º 4 <b>Eugenio Trias</b>	(agotado)
N.º 5 <b>Antoni Juglar</b>	(agotado)
N.º 6 <b>N.º especial CENTENARIO DE PICASSO (1881-1973)</b> (agotado)	
N.º 7 <b>J.R. Jiménez</b>	La obra como construcción poética de la realidad

Autor	Tema
<b>1982</b>	
N.º 8 <b>Ramón Tamames</b>	Economía y ciencias empres.
N.º 9 <b>J.D. García Bacca</b>	Filosofía
N.º 10 <b>C. Esteve Fabregat</b>	Filosofía
N.º 11 <b>Horacio Capel</b>	Geografía. Antropología
N.º 12 <b>Rodríguez Delgado</b>	Medicina
N.º 13 <b>Edgar Morin</b>	Sociología
N.º 14 <b>Extraordinario-1 OCTAVIO PAZ</b>	
N.º 15 <b>Emilio Lledó</b>	Filosofía del lenguaje
N.º 16-17 <b>Extraordinario-2 EL DARWINISMO EN ESPAÑA EN EL I CENTENARIO DE LA MUERTE DE CH. DARWIN (1882-1982).</b> Aportación innovadora de Faustino Córdón a la teoría evolucionista	
N.º 18 <b>Victor Garcia Hoz</b>	Ciencias de la educación
N.º 19 <b>A.E. Pérez Sánchez</b>	Historia del arte
N.º 20 <b>J.M. López Piñero</b>	La ciencia en la España de los siglos XVI y XVII

Autor	Tema
<b>1983</b>	
N.º 21-22 <b>José L. Abellán</b>	Introd. al pens. español contemporáneo (siglo XX)
N.º 23 <b>Mariano Yela</b>	Psicología
N.º 24 <b>González Casanova</b>	Ciencias políticas
N.º 25* <b>Extra-3 LUIS ROSALES.</b> Premio Cervantes 1982	
N.º 26-27 <b>J. Sabater Pi</b>	Etiología
N.º 28 <b>Josep Martorell</b>	Arquitectura y urbanismo
N.º 29-30 <b>LECTURA DE MARX, POR J.D. GARCÍA BACCA. 1</b>	
N.º 31-32 <b>LECTURA DE MARX, POR J.D. GARCÍA BACCA. 2</b>	

Autor	Tema
<b>1984</b>	
N.º 33-34 <b>Extra-4 MARX EN ESPAÑA. 100 AÑOS DESPUÉS</b>	
N.º 35 <b>Fernando Calvet</b>	Bioquímica
N.º 36 <b>Salvador Giner</b>	Sociología del conocimiento
N.º 37-38 <b>F. Rguez. Adrados</b>	Filología clásica
N.º 39-40 <b>Extraordinario-5 RAFAEL ALBERTI.</b> Premio Cerv. 1983. Premio Nac. de Narr. y Poesía 1983: F. Ayala y C. Rodríguez. Premios Amb. Lit. de Narr. y Poesía 1984	
N.º 41-42 <b>M. Martín Serrano</b>	Ciencias de la información
N.º 43 <b>J.J. Yarza Luaces</b>	Iconografía e iconología
N.º 44 <b>F. de B. Moll</b>	Lexicografía catalana (1)

Autor	Tema
<b>1985</b>	
N.º 45-47 <b>Extra-6 PABLO IGLESIAS. EL SOCIALISMO EN ESPAÑA</b>	
N.º 48 <b>Miquel Sigüán</b>	Psicolingüística
N.º 49 <b>José Ferrater Mora</b>	Ética. Cuestiones éticas y ciencia actual
N.º 50* <b>Extraordinario-7 ANTONIO MACHADO</b>	
N.º 51 <b>Nicolás Caparrós</b>	Psicoanálisis: textos básicos
N.º 52 <b>A. Sánchez Vázquez</b>	Estética. Estética y marxismo
N.º 53-54 <b>Raimundo Panikkar</b>	Historia de las religiones. Fenómeno religioso. Teología de la Liberación
N.º 55-56 <b>Extra-8 ERNESTO SÁBATO.</b> Premio Cervantes 1984	

Autor	Tema
<b>1986</b>	
N.º 57 <b>Andrés Ortiz-Osés</b>	Antropología hermenéutica
N.º 58 <b>Luis Gómez Mesa</b>	Historia del cine español
N.º 59 <b>M. García-Pelayo</b>	Historia de las ideas políticas
N.º 60-61 <b>Juan Goytisolo</b>	La novela española contemp. (1)
N.º 62 <b>Elias Diaz</b>	Filosofía jurídica, ética y política
N.º 63 <b>José Alsina Clota</b>	Medicina hipocrática
N.º 64 <b>Fernando Montero</b>	Fenomenología
N.º 65 <b>Castelao</b>	Los mov. sociales en Galicia
N.º 66-67 <b>Extra-9 G. TORRENTE BALLESTER.</b> Prem. Cervantes 1985	

Autor	Tema
<b>1987</b>	
N.º 68 <b>J. Alcina Franch</b>	Etnohistoria de América
N.º 69 <b>Ramón Sarró</b>	Estructura y dinámica del delirio
N.º 70-71 <b>Maria Zambrano</b>	Pensadora de la Aurora
N.º 72 <b>Manuel Andújar</b>	Cultura como creación y mestizaje
N.º 73 <b>Carlos Bousoño</b>	El individual. como núcleo gener. de toda cosmovisión histórica
N.º 74-75 <b>Fernando Pessoa</b>	Poeta y pensador, creador de univ.
N.º 76 <b>Vázquez Abeledo</b>	Astrofísica hoy en España
N.º 77 <b>Carlos París</b>	Los proyectos sociales de la cultura científica. Visión crítica
N.º 78 <b>Federico Urales</b>	Una cultura de la acracia; ejercicio de un proyecto de libertad solidaria
N.º 79 <b>A. Buero Vallejo</b>	La tragedia, transparencia y cristal de la palabra

Autor	Tema
<b>1988</b>	
N.º 80 <b>J.L. L. Aranguren</b>	Propuestas morales: Problematicidad y actitud ética
N.º 81 <b>Badia i Margarit</b>	Amor y pasión por una lengua y una cultura
N.º 82-83 <b>José Sanmartín</b>	Fil. crítica de la ciencia: probl. actuales y prop. plurales
N.º 84 <b>Giménez Caballero</b>	Una cultura Hacista: Revol. y Trad. en la Reg. de España
N.º 85 <b>Rosa Chacel</b>	La obra literaria, expresión genealógica del Eros
N.º 86-87 <b>M. Cruz Hernández</b>	Pensamiento Islámico
N.º 88 <b>Liliane Lurçat</b>	El niño como Persona Concreta en la génesis de su expres. motriz y simb.
N.º 89 <b>Leopoldo Zea</b>	Filosofía de la historia latinoam...
N.º 90 <b>Félix Carrasquer</b>	Proyecto de una sociedad libertaria: experiencias históricas y actualidad
N.º 91 <b>Carlos Fuentes</b>	La poética invención de la memoria: el mundo, creación de la palabra

Autor	Tema
<b>1989</b>	
N.º 92 <b>Martín de Riquer</b>	Investigación filológica e historia de una cultura
N.º 93 <b>Jacques Derrida</b>	Una teoría de la escritura, estrategia de la deconstr.
N.º 94-95 <b>Instituto INVESICIT</b>	Filosofía de la tecnología. Una Filosofía Operativa de la Tecnología y de la Ciencia
N.º 96 <b>Adela Cortina-Esperanza Guisán</b>	De la justicia a la felicidad. Debate de un proyecto moral
N.º 97 <b>Ángel Crespo</b>	El tiempo en la palabra. Una poética de la metam. cult.
N.º 98-99 <b>Miguel de Cervantes</b>	La invención poética de la novela moderna
N.º 100 <b>Don Quijote de la Mancha</b>	La vida humana. Libro y Acto de imaginación y creación
N.º 101 <b>Vergilio Ferreira</b>	Una narrativa y un pensamiento comprometidos con la historia y la libertad en la creación
N.º 102 <b>José Peirats Valls</b>	H.º contemp. del Mov. Libertario. Visión crítica de un compromiso anarquista de la Revolución Social
N.º 103 <b>R. de Garciasol</b>	Una poética de la otredad. Memoria, pensamiento y experiencia ...

Autor	Tema
<b>1990</b>	
N.º 104 <b>Luis Gil</b>	Filología helénica e historia crítica del humanismo
N.º 105 <b>Antonio Colinas</b>	Armonía orfíca, una poética de la fusión
N.º 106-107 <b>Dámaso Alonso</b>	Teoría e investigación Literarias
N.º 108 <b>Sergio Rábade</b>	Fenomenología e historia del pensamiento
N.º 109 <b>Ángel González</b>	Poesía actual
N.º 110-111 <b>Juan Gil-Albert</b>	Pensamiento estético, historia y literatura
N.º 112 <b>Miquel Batllori</b>	Una historiografía puntual de la cultura occidental
N.º 113 <b>Jesús Ibáñez</b>	Sociología crítica de la cotidianidad urbana. Por una sociología desde los márgenes.

Autor	Tema
N.º 114 <b>Joan Peiró</b>	Sindicalismo y anarquismo. o Actualidad de una historia
N.º 115 <b>Augusto Roa Bastos</b>	La escritura, memoria del agua, la voz y la sangre. Una poética de las variaciones
N.º 116 <b>Manuel Mantero</b>	Poesía actual
N.º 117 <b>Juan Vernet</b>	Historia de la ciencia. Cultura hispano-árabe

(\*): Número doble

### SUPLEMENTOS ANTHROPOS

- Miscelánea temática:** Estudios. Análisis literarios. Antropología y sociología
- Maria Zambrano.** Antología, selección de textos fundamentales
- Carlos Bousoño.** Teoría de la cultura y de la expresión poética. Antología de textos y poemas
- Fernando Pessoa.** Selec. de textos y análisis de su pensamiento
- Pensamiento y estética anarquista.** Análisis y documentación. Selección de textos de F. Urales.
- Antoni M. Badia i Margarit.** La lengua catalana: un procés multiseccular
- E. Giménez Caballero.** Prosista del 27 (Antología)
- Rosa Chacel.** Memoria poética de las presencias: poesías, relatos, novelas y ensayos
- M. Cruz Hernández.** Un prólogo y siete calas a la historia del pensamiento
- Miscelánea temática:** Estudios y creación actual
- Juan Ramón Jiménez.** Configuración poética de la obra. Estudios y documentación
- Martín de Riquer.** Antología: cantares de gesta, trovadores, narrativa medieval, literatura catalana y castellana, y vida caballeresca
- Jacques Derrida.** «¿Cómo no hablar?» y otros textos
- Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad.** Antología de autores y textos por el Inst. de Investig. sobre Ciencia y Tecnología
- Ángel Crespo.** Antol. poética y crítica literaria. Estudios y docum.
- Miguel de Cervantes y los escritores del 27.** Presentación y selección de textos de Ana Rodríguez Fischer
- Miguel de Cervantes en su obra.** Antol., selec. de estudios y doc.
- José Peirats Valls.** Una experiencia histórica del pensamiento libertario. Memorias y selección de artículos breves
- Jorge Guillén.** Aire Nuestro (Antología poética)
- La historiografía griega.** Estudios, docum. y selección de textos
- Antonio Colinas.** Antología poética y otros escritos. Selección de textos, documentos y homenaje
- Nuevos avances en la investigación social.** La investigación social de segundo orden. Introducción y selección de textos de Jesús Ibáñez
- Miquel Batllori.** Temas de varia historia
- Manuel Mantero.** Poesía y prosa (Antología)
- Augusto Roa Bastos.** Literatura hispanoamericana

### DATOS TÉCNICOS:

#### Revista Anthropos

ISSN: 0211-5611 Dep. Legal: B. 15318/81  
 Formato: 20 x 27 cm  
 Periodicidad: mensual (12 núms./año + 1 extra)  
 Páginas: Número sencillo: 96 págs.  
 Número doble: 176 págs.

#### Suplementos

ISSN: 1130-2089 Dep. Legal: B.37133/90  
 Formato: 20 x 27 cm  
 Periodicidad: 6 núms./año  
 Páginas promedio: 176 págs.

Idioma: Español (admiten otras lenguas)  
 Edita: Editorial Anthropos. Promat S.C.L.  
 (Barcelona)

«Durante mucho tiempo, uno estuvo encerrado en una isla... Luego, el nomadeo por libros y ciudades le han llevado a descubrir otras islas...

»Con esta publicación, hemos procurado descubrir algunas de esas islas de sensatez: las más feraces. En todas ellas se cultiva una planta: el pensamiento complejo, con componentes imaginarios. Imaginarios, porque no están en el espacio sino en el tiempo: en uno de los futuros virtuales...», dice Jesús Ibáñez en la introducción.

Los apartados que comprende son: «Ciencia y cibernética», «Los avatares del sujeto», «Sistemas reflexivos», «La galaxia complejidad», «A golpes de azar», «Sistemas observadores», «Inventando la realidad», «Nuevos modos de matematización» e «Investigación social de segundo orden».

Y las contribuciones pertenecen a: Jesús Ibáñez, que también ha realizado la introducción y la selección de textos, Pablo Navarro, Gerard de Zeeuw, Gordon Pask, Lars Löfgren, George Spencer-Brown, Francisco Varela, Edgar Morin, Anthony Wilden, Jean-Pierre Dupuy, Gunther S. Stent, Rafael Manrique Solana, Ilya Prigogine, Heinz von Foerster, Humberto Maturana, Bradford O. Keeney, Michel Serres, René Thom, Francisco J. Martínez, Benoît Mandelbrot, Jean-Joseph Goux, Jean Desanti, Jean Piaget, A.J. Greimas, J. Courtés, C. Lévi-Strauss, Narciso Pizarro y P. Gould.

