

ISSN 0190-1330 VOLUMEN LI

UNIVERSIDAD DE MÉXICO

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO ENERO 1996 NÚM. 540

El caos: objeto de la ciencia

Álvarez-Buylla, Cereijido, Fierro,
García de la Sienna, Gómez-Mont,
De la Peña, Pérez Pascual

Espinosa:

La pintura de Prado Arai

Vital:

Fútbol y Postmodernidad





Misal *Suspiros de San Agustín*, que perteneció a José María Morelos.
AGN, Julián Rodríguez Adame: incorporación 95-05

IMÁGENES DEL ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN

Eduardo Molina 155, Col. Penitenciaría Ampliación, 15350, México, D.F.



Coordinación de Humanidades

UNIVERSIDAD
DE MÉXICO
REVISTA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Director: Alberto Dallal

Consejo editorial: Raúl Benítez Zenteno, Rubén Bonifaz Nuño, Alberto Dallal, Juliana González, Humberto Muñoz, Enriqueta Ochoa, Herminia Pasantes, Manuel Peimbert, Ricardo Pozas Horcasitas, Josefina Zoraida Vázquez

Coordinador editorial: Octavio Ortiz Gómez

Corrección: Amira Candelaria Webster

Publicidad y relaciones públicas: María del Carmen López

Administración: Leonora Luna Téllez

Diseño y producción editorial: El Equilibrista, Diseño Gráfico y Servicios Editoriales, S.C.

Oficinas de la revista: Insurgentes Sur 3744, Tlalpan, 14000, México, D.F. Apartado Postal 70288, C.P. 04510, México, D.F. Tel. 606 1391 y FAX 666 3749. Correspondencia de Segunda Clase. Registro DGC Núm. 061 1286. Características 2286611212. *Impresión:* Offset Rebosan, S.A. de C.V., Zacahuitzco 40, Portales, 03300, México, D.F. *Distribución:* Publicaciones Sayrols, S. A. de C. V., Mier y Pesado 126, Col. del Valle, 03100, México, D. F., y revista *Universidad de México*. Precio del ejemplar: N\$15.00. Suscripción anual: N\$150.00 (US\$90.00 en el extranjero). Periodicidad mensual. Tiraje de cuatro mil ejemplares. Esta publicación no se hace responsable por textos no solicitados. Cada autor es responsable del contenido de su propio texto. Certificado de Licitud de Título número 2801. Certificado de Licitud de Contenido número 1797. Reserva de uso exclusivo número 112-86

Índice

	◆ 2 ◆	Presentación
MARCELINO CEREJIDO	◆ 3 ◆	Del caos de los demonios al caos de los biólogos
PURA LÓPEZ COLOMÉ	◆ 8 ◆	Tríada
JULIETA FIERRO	◆ 10 ◆	Caos y orden en astronomía
ALBERTO VITAL	◆ 14 ◆	El futbol, ¿símbolo de las sociedades postmodernas?
ADOLFO GARCÍA DE LA SIENRA	◆ 18 ◆	Orden, caos y estabilidad
BLANCA LUZ PULIDO	◆ 22 ◆	Cristales
MARÍA ROSA PALAZÓN	◆ 23 ◆	Vestido y copertenencia
JOSÉ ANTONIO DE LA PEÑA	◆ 28 ◆	Azar, arte y computadoras
ENRIQUETA OCHOA	◆ 34 ◆	El viaje
ELIA ESPINOSA	◆ 35 ◆	Lo infinito cotidiano en la pintura de Námiko Prado Arai
XAVIER GÓMEZ-MONT	◆ 39 ◆	El caos: un fenómeno persistente dentro de los sistemas dinámicos
MARIO ENRIQUE FIGUEROA	◆ 43 ◆	El corazón de una reina
RAFAEL PÉREZ PASCUAL	◆ 47 ◆	Física, causalidad, determinismo, azar y caos
MARÍA BARANDA	◆ 52 ◆	De la vida en el limbo
JESÚS GÓMEZ MORÁN	◆ 53 ◆	Alejandra Pizarnik: el lenguaje como pareja de tango
ELENA ÁLVAREZ-BUYLLA LUIS MENDOZA FRANCISCO VERGARA	◆ 58 ◆	Orden y caos en biología

MISCELÁNEA

SERGIO FERNÁNDEZ	◆ 65 ◆	Reminiscencias con Edmundo O'Gorman
CÉSAR CANSINO	◆ 66 ◆	La democracia entre utopía y realidad
PEDRO C. TAPIA ZÚÑIGA	◆ 68 ◆	Palabra y discurso
	◆ 70 ◆	Colaboradores

Presentación



Poco se ha estudiado el gran viraje que implicó en las filosofías y las metodologías de análisis el alejamiento, en el siglo XX, del más radical de los racionalismos heredado del XIX. Y aunque justo es reconocer que es tarea de las ciencias descubrir los más comprensibles caminos del conocimiento —extraerlos incluso de sus múltiples, variadas experiencias—, los cambios que nos propone el pensamiento actual para la comprensión del mundo, de la sociedad, del ser humano, de la naturaleza que vivimos hoy no dejan de aparecer como inusitados, sorprendentes, inesperados. Por ejemplo, percibir la indeterminación, el caos, el desorden, la extrema casualidad como método para investigar un universo que lleva todas estas *¿incongruencias?* en sus entrañas, en su esencia, nos obliga a un esfuerzo nuevo, nos lleva a imaginar, a reflejar en nuestra mente inéditos registros. Con todo, éste es el destino de la racionalidad: incorporar a sus procedimientos aun las más complicadas configuraciones. El objetivo de estos contemporáneos desafíos resulta claro: negar las secuelas de un plan, proyecto u ordenamiento vendría a ser un ordenamiento en sí mismo. Descubrir un sentido zambullendo a la mente en los procesos de un sinsentido. Alcanzar el orden del entendimiento penetrando en el desorden de las cosas, del mundo, del universo.

Todos los caminos conducen a la obligación primordial: descubrir y demostrar la verdad.

Del caos de los demonios al caos de los biólogos

MARCELINO CEREIJIDO

Yo fui uno de esos niños a quienes les disgusta su nombre: mientras había Ernestos, Elenas, Juanes y Margaritas felices, me avergonzaba llamarme *Marcelino*, en compañía de los Aristóbulos, Ursulas, Macedonios y Perfectas. Pero me fui acostumbrando a que no siempre los nombres se eligen por su significado (uno puede llamarse Hércules y ser un alféñique, o Gloria y ser soporífera) y no hay por qué cambiarlos al mudar de estado, como cuando el bíblico Abram hizo un pacto con Jehová y pasó a llamarse Abraham y su esposa Sarai se transmutó en Sara. Eso me fue preparando para aceptar que hoy se llame *caos* a lo que, como argumentaré más abajo, me parece que no debería llamarse así.

En la *Teogonía* de Hesiodo, *caos* se relaciona con la raíz $\chi\alpha$ (estar abierto) y alude al espacio vacío. Más tarde derivará de $\chi\epsilon\omega$ (verter) y será representado como la masa inorgánica y confusa. Los dioses crearon los universos ordenados en los que reinaban, y relegaron al caos a los demonios. De ahí en más, *caos* fue reservado para el bochinche y la ignorancia, para lo que se ubica más allá del territorio de lo ordenado y comprensible, pues en todo punto de la historia hay un límite entre lo que ya se conoce y lo que todavía se ignora. Así, hubo un momento en que las vacas y las ranas pertenecían al orden del mundo conocido, pero las bacterias, los virus, los transposones y los protooncogenes estaban en el caos de lo ignorado. Justamente, los investigadores habitamos ese límite entre dioses y demonios, y nos ganamos la vida tomando una porción de caos, explicándolo y expandiendo así el universo de lo conocido (o, por lo menos, de lo publicado). Por eso, para exponer cómo llegó la biología a los actuales modelos de caos, me iré al siglo XVIII, me situaré en ese límite orden/caos, y me desplazaré con él hasta el presente.

El equilibrio

El mundo occidental pasó, por así decir, por tres etapas: en la primera, que duró desde la Antigüedad hasta el siglo XVII,

imperaba una visión basada en el *equilibrio*, de *aequa libra*, la balanza quieta, serena, porque no cambia nada en forma neta. Predominaba una estratificación jerárquica e inmutable, que a veces se encuentra ilustrada en frescos en los que, a cierto nivel horizontal, se ve a la masa del pueblo, por encima a los nobles, que tienen más arriba otro nivel con ángeles y santos y, finalmente, allá en lo alto, el nivel supremo ocupado por Dios. En sentido descendente, debajo del pueblo se representa a los animales, después el nivel vegetal, y así, más abajo, se encuentra el mundo inanimado y, en el fondo de todo, el Reino de las Tinieblas. Cada nivel se consideraba fijo por la naturaleza inalterable de sus miembros. Estaba en la naturaleza de los agricultores ser agricultores, y sus hijos y nietos no tendrían otra alternativa que ser agricultores como sus padres y abuelos. Todos ellos habían “nacido para” ser agricultores. Si el rey moría era reemplazado por otro noble, y llegaba a entronizarse una persona de otras tierras, un extranjero en caso de no contar con un noble (behetría). Como parte de esa concepción estática, se pensaba que los continentes, las montañas y los ríos siempre habían sido y permanecerían tal como se los veía en ese momento.

Por supuesto, los modelos biológicos de aquel entonces daban por sentado que las especies biológicas habían sido creadas como tales durante el Génesis relatado por la Biblia, y la gestación de un nuevo ser no requería menos que un milagro.

La dinámica

En una segunda etapa la visión se centró en el *cambio* y los *procesos*, de modo que además de saber que Fulano *es* rico, se trató de entender cómo *se hizo* rico y cómo *mantiene* su riqueza. Y así se despertó el interés por averiguar cómo se formaron las montañas, cómo aparecen y desaparecen las naciones, cómo enloquece la gente. Las cosas dejaron de considerarse objetos inmutables y pasaron a ser vistas como estados ac-

tuales de *procesos* en continuo cambio, como efectos de alguna causa. Para explicarlos, la filosofía, la historia, la economía, la sociología, la biología y la psiquiatría tuvieron que generar modelos dinámicos, cuya variable fundamental es el tiempo (Blanck-Cerejido y Cerejido, 1988). En el siglo XVIII, y sobre todo en el XIX, se desarrollaron la termodinámica, las teorías sobre formación de los estratos geológicos; las estrellas, las constelaciones y todo el universo pasaron a considerarse etapas de un proceso dinámico iniciado en una hipotética Gran Explosión.

En ese contexto histórico del conocimiento, los organismos se volvieron objeto de estudio de la embriología, las especies biológicas se entendieron como productos de una evolución, las enfermedades dejaron de ser consecuencias de maleficios y pecados y fueron consideradas resultado de procesos fisiopatológicos.

Las crisis

Las explicaciones que brindaban esos modelos valían para procesos cercanos al equilibrio, pues el funcionamiento alejado de éste introduce distorsiones y se acerca peligrosamente a las crisis. Para visualizarlo pensemos que si diez obreros construyen una casa en dos años, veinte la podrán hacer en uno, cuarenta en seis meses... pero no podríamos extrapolar esa "ley" y concluir que cien millones de obreros la harían en pocos segundos, pues sabemos que al aumentar el número de operarios se llegará a una crisis. Análogamente, podemos imaginar a un observador que mide la temperatura de una olla de presión colocada sobre el fuego, en función del tiempo de calentamiento: llegará un momento en el que la temperatura dejará de seguir una curva sencilla, entrará en crisis, la olla reventará; no hay extrapolación de la curva que permita predecir en cuántos pedazos se partirá, qué forma tendrán, ni dónde diablos irán a parar. En suma: no había coeficientes de corrección que permitieran a los modelos dinámicos seguir explicando las conductas de los sistemas más allá de las crisis que, por lo tanto, fueron consideradas como los umbrales del caos, de la ignorancia.

En el nuevo escenario, la biología pasó a interesarse en las circunstancias en las que el producto de una reacción química da origen a una fibra, a un conglomerado polimérico, es decir, se trató de pasar del caos de las moléculas sueltas que chocan locamente, al orden de la microestructura que, dicho sea de paso, era ya observable con poderosos microscopios electrónicos y espectrómetros que detectaban las interacciones.

Más allá de la crisis

En una tercera etapa, la actual, el ser humano se percató de que más allá de las crisis no reina el desorden, sino que en cada crisis que se atraviesa, se lleva a cabo una transición hacia otra estructura diferente que funciona de manera distinta (figura 1). Cualquiera que riega el jardín con una manguera advierte

que al aumentar la presión del agua, el chorro va describiendo un arco cada vez mayor, pero que se transforma en un cono hueco, un abanico, dos subchorros separados, etcétera. Análogamente, quien haya sembrado una semilla y observado que el mero ingreso de agua a su estructura le provoca una crisis que inaugura un vegetal, tiene una experiencia simple y directa de estas transformaciones estructurales y funcionales de los sistemas cuando son perturbados y desplazados de su equilibrio más allá de cierto punto crítico. La evolución biológica, por ejemplo, no consistió en un aumento simple y lineal del tamaño de las células primitivas, sino que fue dando origen a gusanos, peces, saurios, reptiles, mamíferos, cuyas estructuras y capacidades no se podrían haber predicho extrapolando las de las células y las especies primitivas.

Observemos que después de atravesar las crisis, esos sistemas no se "caotizan" ni pasan a hacer "cualquier cosa", sino que adquieren estructuras y conductas que también obedecen a leyes explicativas, sólo que esas leyes son diferentes de las que conocían los observadores situados, por así decir, en el centro del sistema, en su punto de equilibrio antes del cambio. Se advierte entonces que el caos existe más bien en la mente de ese observador, como si Amenofis IV y Luis XIV hubieran tratado de usar sus conceptos de "reino" para explicar lo que sucedería en el Egipto y en la Francia actuales. Más aún, se llegó a la conclusión de que toda estructura y todo modo de funcionar tiene su origen en alguna crisis. En las crisis desaparecen fortunas, instituciones, países, culturas, especies biológicas, montañas, ríos y estrellas, *pero también se crean nuevas*. Como decíamos, el mismo universo parece haber sido producido en una descomunal crisis: la Gran Explosión.

Si bien crisis y caos fueron perdiendo así su mal nombre, y ya no equivalen a "desastre" e "ignorancia", el atravesar una crisis no asegura que se está llevando a cabo una transición hacia alguna estructura y forma de funcionar mejor. "*Cambio es una cosa, progreso es otra*", comentaba Bertrand Russell. En chino *crisis* se escribe (nos informan) combinando dos ideogramas: oportunidad y peligro. Para que quede claro: 98% de las especies biológicas que han existido sufrieron crisis que las extinguieron.

La humanidad siempre ha atravesado crisis profundas y las volverá a experimentar. Basta mirar los mapas europeos de los últimos doscientos años para advertir que el Primer Mundo no ha tenido en absoluto una anatomía estática. Londres deriva de *Londinium*, el nombre dado por los romanos a su asentamiento en aquellas tierras, porque la voz celta *london* equivale aproximadamente a "lugar salvaje", y el sabio musulmán Al-Andalusi opinaba que la gente de las comarcas que luego se transformaron en Suecia, Gran Bretaña, Alemania, Holanda, Suiza, jamás saldrían de su embrutecimiento, porque el frío no permitía que les creciera el cerebro. Sin embargo, fue en el seno de aquellos "embotados" que se produjo el Renacimiento y la Revolución industrial, y es allá donde asientan los centros más importantes del saber y del poderío económico actual. También las naciones de nuestra América nacieron hace un par de siglos como resultado de algunas crisis que ni siquiera ocurrieron aquí, sino en la relación entre franceses, españoles e ingleses.

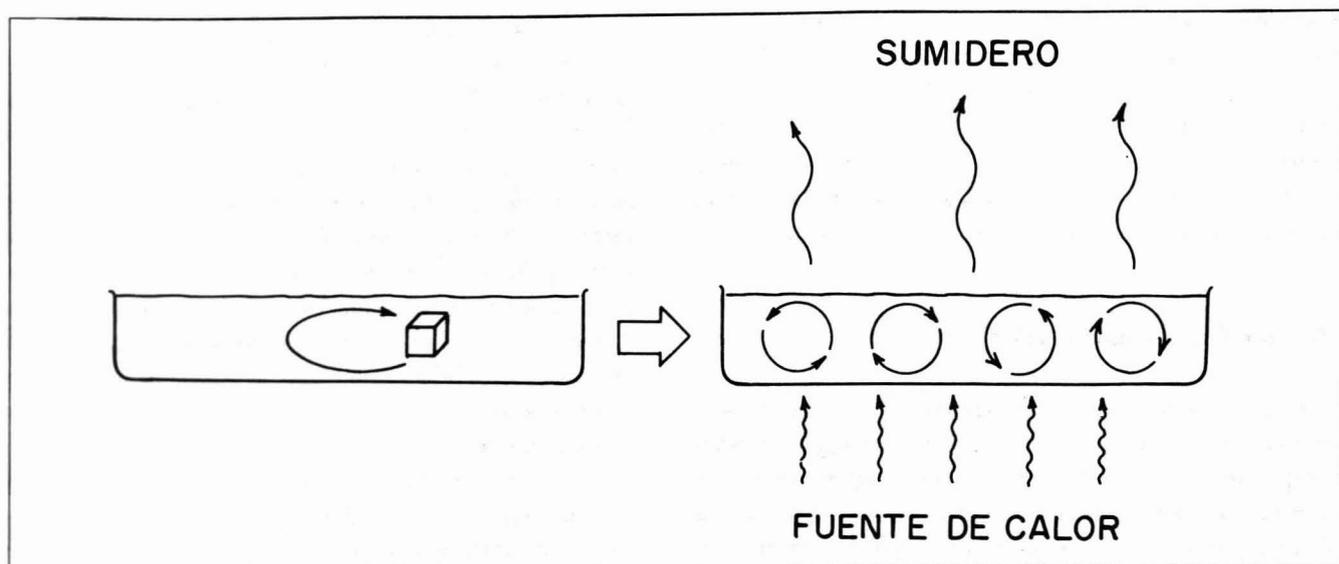


Fig. 1: Más allá de los desequilibrios y las crisis no siempre aguarda el caos, sino que a veces surgen órdenes que no podría haber previsto un observador situado en el equilibrio. Así, en el recipiente de la izquierda el agua está en equilibrio, y el que de pronto las moléculas de agua contenidas en un centímetro cúbico (unas 10^{22}) se pongan a girar solidariamente como indica la flecha, es un improbable-imposible. Sin embargo, si se pone dicho recipiente entre una fuente de calor y un sumidero como se ilustra a la derecha, llegará un momento en que el agua se ordenará en celdas que comenzarán a girar con probabilidad 1, es decir, lo probable-imposible se transforma en una ley causal

En el contexto biológico, los fisiólogos pasaron de ocuparse del "modelo terminado", es decir, de la neurona, el hepatocito y el ojo que se limita a funcionar, a darse cuenta de que no hay función pura, es decir, que toda función comporta un cambio de estructura. La simple llegada de una hormona no viene a excitar simplemente un receptor estático, sino que provoca fosforilaciones, agrupamientos de subunidades, síntesis de segundos mensajeros, expresión o silencio de baterías de genes.

Los sistemas complejos

Un genetista desarrolla una nueva variedad de cereal que rinde 300% más de lo que producía la plantita que venían cultivando los indios desde tiempos remotos. Los ensayos, hechos con todo rigor en el ámbito de un invernadero, le dan la razón; se promueve el cultivo del nuevo cereal, con lo que en cinco o diez años se puede llegar a descubrir que, si bien es cierto que en condiciones óptimas crece 300% más, la planta, "integrada a la realidad", es diezmada por organismos con los que el vegetal de los indios mantenía un armonioso equilibrio ecológico, no tolera las sequías, se malogra cuando las lluvias son un tanto más copiosas. El resultado puede ser el hambre, la desertificación, la migración masiva de campesinos a las urbes. Aunque parezca mentira, a veces un vendedor de chicles junto a un semáforo ciudadano puede ser producto de un estudio genético reduccionista, de la no-linealidad, del caos.

Al intentar integrar lo aprendido por las diversas ramas para hacer un esquema científico de la realidad, se descubre que, en la mayoría de los casos, esta realidad es intrínsecamente compleja, "no se deja" explicar y mucho menos "manejar" por los modelos obtenidos mediante la suma de conocimien-

tos aislados. Para decirlo de otra manera: cuando se trata de entender la realidad, el todo es muchísimo más (¡y hasta muy distinto!) que la suma de las partes que las diversas disciplinas habían recortado para estudiar por separado.

¿Cómo se encaraban hasta hace poco tiempo los sistemas complejos? En general se los descomponía. En una conferencia sobre el cerebro, por ejemplo, se podían proyectar diagramas descomunales, compuestos de rectángulos con el nombre de los centros (corteza, tálamo, hipotálamo, núcleo caudado) unidos por flechas que representaban las interacciones entre ellos. Otros rectángulos tenían en cuenta una maraña de factores metabólicos, otros el pH, los *buffers* que lo regulan, la temperatura, la circulación; otra serie para representar la constelación de mediadores químicos y los impulsos eléctricos. La incorporación de procesos y estructuras intracelulares requería a su vez de nuevos enjambres de rectángulos para incorporar la fusión exocítica, los receptores, los segundos mensajeros, la síntesis de proteínas, la replicación, el citoesqueleto. Tener en cuenta la influencia de la información sensorial visual, olfativa, auditiva, gustativa, postural, exigía verdaderos archipiélagos de rectángulos adicionales y, si bien era posible incorporar los datos experimentales recogidos por generaciones de neurobiólogos, era difícil ponderar cómo se comportarían ante las variaciones circadianas. Otros aspectos, tales como la dieta, la edad y el entrenamiento previo eran también determinantes, pero resultaban imposibles de integrar al cuadro.

Ahora bien, cada una de esas flechitas (interacciones) se describe, concebiblemente, con una función matemática alimentada con datos recogidos con los errores inherentes a toda medición. La cándida esperanza de estudiar cada uno de los factores por separado para luego juntar lo aprendido y generar así un modelo que prediga qué va a suceder, fue simplemente

errónea: esos modelos no describen para nada la realidad. Son reduccionistas. En general no sirven.

Entonces, ¿por qué se siguen haciendo? Respuesta: porque se hace lo que se puede y porque tampoco nosotros debemos ubicarnos en el territorio del orden y afirmar que lo que hoy no se entiende no se podrá entender jamás, que ya no se puede tomar un pedazo de caos, investigarlo y proponer una explicación.

¿Qué son los sistemas complejos?

Conviene entonces enumerar algunas de las características de esta nueva criatura teórica: *los sistemas complejos*. 1) Están compuestos por un *número muy grande de componentes*. 2) Son *muy heterogéneos*, pues sus componentes son de naturaleza distinta: piensa en un hueso y un nicho ecológico, en un ribosoma y una muela. 3) En sus procesos reina la *no-linealidad*: los sistemas biológicos son fundamentalmente máquinas químicas, es decir, reacciones que son intrínsecamente muy no-lineales y sufren crisis a poco que se alejen del equilibrio. 4) *Tienen procesos de distinta naturaleza*: químicos (oxidación de las grasas), eléctricos (potenciales de acción), circulatorios (funcionamiento cardíaco), mecánicos (contracción muscular), menstruaciones, inflamaciones, locomoción, vuelo, hibernación, tumorigénesis, procesos conscientes e inconscientes, que obedecen a leyes diversas. 5) *Un parámetro puede estar afectado por múltiples causas*: piensa en la regulación de la glucemia, presión arterial, postura, hidratación, gestación. 6) *Una misma causa puede provocar multitud de efectos*: recuerda la reacción de alarma, fatiga, sueño, hambre, sed. 7) *Progresan a lo largo de crisis tras las cuales cambian su estructura y función*: baste imaginar el pasaje de huevo a mórula, gástrula, embrión, feto, niño, adolescente, adulto, viejo, cadáver. 8) *Están estructurados en niveles jerárquicos, cada uno de los cuales tiene una organización significativa*: las estructuras de la vida no son como las industriales, en las que la microestructura de una biela, un engranaje, una columna o un puente es irrelevante, pues podrían ser de acero, plástico, cerámica, madera, con tal de que cumplan su función. En los sistemas biológicos la situación es muy distinta, pues están organizadas en todos sus niveles, desde el molecular revelado por la cristalografía, pasando por organelos, células, tejidos, órganos, organismos, poblaciones, ecosistemas, hasta llegar a la biosfera. 9) La descripción de cada nivel *requiere de disciplinas y leyes especiales*, representadas por la química, la hemodinámica, la psicología, la sociología. 10) *Las estructuras son configuraciones pasajeras que adoptan los procesos*: son en realidad accidentes congelados. 11) En principio, el número de estados combinatoriamente posibles a que podrían acceder tras las crisis es enorme, sin embargo, *las estructuras sólo pueden adoptar unas pocas configuraciones*: en principio, un huevo fecundado de mamífero puede originar un número astronómico de células, pero sólo genera un organismo de unas 10^{15} células y se detiene; "sólo" produce entre veinte mil y cien mil proteínas distintas; hay homeoboxes que controlan que los genes no se expresen

de cualquier manera, sino que lo hagan siguiendo un programa coordinado para construir un ojo, una pata, un torso; sólo se forma un número "pequeño" de tipos celulares distintos (fibroblastos, eritrocitos, neuronas). Análogamente, una mona preñada puede abortar, generar un feto anencefálico o un monito normal, pero no puede dar a luz un canguro ni una berenjena. 12) *Se mantienen apostados al borde de las crisis* en las que finalmente se precipitan: el cosquilleo de una pluma provoca un estornudo, la llegada de unos microgramos de hormona tiroidea le hace perder la cola a un axolote, el movimiento horizontal de una mosca hace brincar a un sapo, la llegada de un potencial de unos pocos milivolts hace flexionar una pierna. 13) *Interaccionan fuertemente con el medio*. Termodinámicamente hablando son abiertos (intercambian materia y energía). Justamente es la interacción con el medio lo que los propulsa a evolucionar. 14) *Se adaptan*. Van cayendo en estados o configuraciones estables, reacias a cambiar cuando se las perturba dentro de ciertos límites: un gato regula su hidratación, un muchacho mantiene su temperatura, un señor adapta su conducta (dietas, gimnasia) para mantenerse sano y joven (o parecerlo). 15) *Tienen propiedades emergentes*: cada nivel jerárquico resulta del trabajo de los niveles inferiores, pero pasa a tener propiedades que aquéllos no tenían. De las reacciones moleculares que desencadenan y controlan los genes no se puede predecir que darán origen a un corazón que late, ni a un cerebro que piensa.

La "constancia" de los sistemas biológicos

Si registramos la glucemia con mucha precisión, veremos que tiene un valor aceptablemente estable, pero que, así y todo, no es constante, sino que presenta pequeñas variaciones más o menos irregulares. Esas irregularidades se deben a que, en cada momento, la glucemia refleja la función de una multitud de mecanismos fisiológicos, tales como la absorción intestinal de glucosa, la captación por las células de todo el organismo, su interconversión en glucógeno en hígado y músculos, la función pancreática, la tiroidea, la suprarrenal, la variación de los niveles de sodio fuera y dentro de la célula que modifican la cinética de los acarreadores sodio-glucosa. Además, cada uno de los mecanismos que controlan la glucemia necesita de cierto desvío para "despertarse" y entrar en función: es necesario que el nivel de glucosa en sangre se eleve un poco para que el páncreas se active y la haga descender, por el contrario, la activación de la suprarrenal está condicionada a que la glucemia baje un poco. Ésta es, desde luego, una situación inherente a todos los parámetros, biológicos o no, controlados por circuitos de retroalimentación. Análogamente, si registramos otras variables fisiológicas (el nivel de calcio en plasma, el electroencefalograma, el electrocardiograma, el potencial eléctrico de las membranas celulares, la temperatura) constataremos que todos ellos tienen irregularidades parecidas a las que acabamos de mencionar.

Cuando se trata no ya de niveles constantes, sino productos del trabajo cíclico de algún órgano, por ejemplo del corazón, observamos que existe también cierta variabilidad. Ari L.

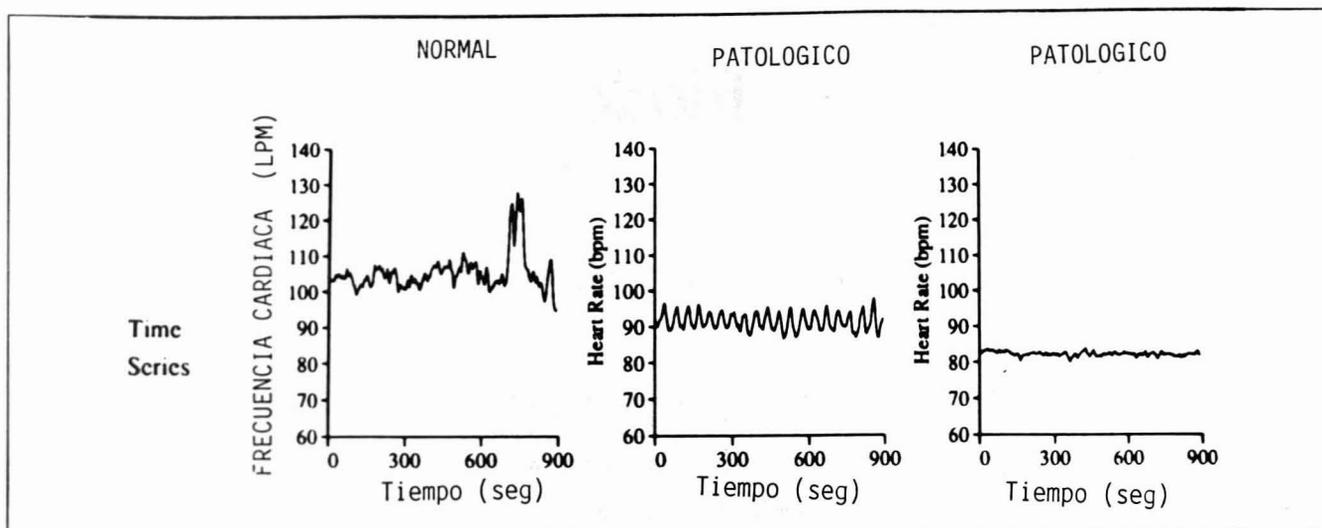


Fig. 2: De izquierda a derecha, registros de la frecuencia cardiaca (latidos por minuto) en un sujeto normal, un cardiópata y un cardiópata grave (simplificado de Goldberg, 1991)

Goldberger hizo un análisis espectral de las variaciones del ritmo cardiaco y observó que fluctúan de una manera compleja, aun en sujetos normales en reposo (figura 2). Más aún, la forma de esta fluctuación resulta similar a lo largo de varias escalas de tiempo, fenómeno que es típico de los sistemas caóticos. Cuando Goldberger hizo esas mismas determinaciones en sujetos con ciertas afecciones cardiacas, recogió trazados más regulares, "mejores", y si la afección era muy grave, *premortem* digamos, el trazado resultaba aún más "ordenado", en el sentido de que no presentaba la variabilidad de los sujetos normales. En una palabra, la variabilidad del trazado no se debe a "ruido", sino a una situación fisiológica. El cambio conceptual es aquí ostensible: hasta hace poco tiempo, con el concepto de salud basado en el equilibrio, uno hubiera dicho que la persona cuya actividad cardiaca es como la que se muestra en la figura 2c gozaba de mejor salud que la del registro 2a.

Estas regularidades en lo que hasta hace poco hubiera sido considerado simple "ruido", no se limita a los niveles fisiológicos ni a las funciones cíclicas que acabamos de mencionar, sino que se observa también en la propagación de epidemias, en la progenie de los camarones a lo largo de sucesivas generaciones, en la distribución de árboles en los bosques y en cuanto sistema se lo ha buscado.

Y bien, ¿te sigue pareciendo adecuado hablar de caos?

Si bien los sistemas biológicos son complejos y no se puede predecir a ciencia cierta cómo reaccionarán ante una perturbación, al "caos" biológico se le están encontrando demasiadas regularidades como para considerar que es el reino de la ignorancia y del desorden.

En otros artículos de este número de *Universidad de México* te enterarás de bifurcaciones, no linealidades, singularidades, *feedbacks* positivos, fractales, atractores extraños; de apellidos

ilustres como Poincaré, Prigogine y Mandelbrot, y de lo mucho que se está aprendiendo de las estructuras disipativas y las conductas caóticas. En mi opinión, los nuevos modelos son muy frescos, innovadores y fértiles, pero indican que el caos ya no es tan caos que digamos, pues exhiben muchas regularidades estructurales y funcionales. Por eso, lo importante no es perseguirnos unos a otros con etiquetas y nomenclaturas, sino entender cómo y por qué fueron cambiando los modelos con que se describe la vida. ♦

Lecturas recomendadas

- Black-Cerejido, F., y M. Cerejido, *La vida, el tiempo y la muerte*, Fondo de Cultura Económica, México, 1988.
- Cerejido, M., *Orden, equilibrio y desequilibrio*, Universidad de Zacatecas, México, 1995.
- , "Enfoques termodinámicos de la vida", en *Segundo Coloquio del Departamento de Matemáticas del CINVESTAV* (J. J. Rivaud, comp.), Morelos, 1981, pp. 27-41.
- , "Termodinámica y origen de la vida", en *Correspondencia: homenaje a Oparin* (Artís, Casanueva y Chávez, comp.), Universidad Autónoma Metropolitana, México, 1983, pp. 91-105.
- , *Ciencia sin seso locura doble*, Siglo XXI, México, 1995.
- , y C. A. Rotunno, *Introduction to the Study of Biological Membranes*, Gordon & Breach, Londres, 1970.
- Eigen, M., "Molecular Self-organization and the Early Stages of Evolution", en *Quarterly Reviews of Biophysics*, 1971, vol. 4, p. 148.
- Glass, L., y M. C. Macker, *From Clocks to Chaos: the Rhythms of Life*, Princeton University Press, 1988.
- Goldberger, A. L., "Is the Normal Heartbeat Chaotic or Homoestatic?", en *News in Physiological Sciences*, 1991, vol. 6, pp. 87-91.
- Morowitz, H., *Energy Flow in Biology: Biological Organization as a Problem in Thermal Physics*, Academic Press, Nueva York, 1968.
- Prigogine, I., *Thermodynamics of Irreversible Processes*, Charles C. Thomas Press, Springfield, 1955.
- , y G. Nicolis, "Biological Order, Structure, and Instabilities", en *Quarterly Reviews of Biophysics*, 1971, vol. 4, p. 107.

Tríada



PURA LÓPEZ COLOMÉ

*Death to mock a poet,
Death to love a poet,
Death to be a poet.*

De las *Triadas* galesas medievales

I

Múltiples trinos reunidos en su nombre,
cantándose sus vidas
sin la más leve intromisión.
El ritmo fatal
de aquella intimidad
fue en mis oídos
como una confesión
guardada tanto y tan hondo
que se llega a olvidar,
que sólo sale a flote
—cual chillido—
cuando le llega a uno la hora.
Cuando el cerebro, el cráneo, el corazón
se llenan de aquellas confidencias,
y el velo del paladar
revienta.
Acaso hablamos por la herida,
esa lesión *cantabile*,
llaga imperceptible
que suelta pus
deslumbrada ante cristales:
“Deja de empañar, de dañar,
deja fluir la transparencia,
deja que ocupe su lugar.”

Amarga
la desafinación,
más que amargo,
el miasma,
el desatino,
cuando la voz
se sabe fuerte,
firme.

II

El “gran cantor”, ruisñor,
se estrelló en el ventanal.
Los niños cavaron la fosa,
introdujeron la caja,
la cubrieron de tierra
y sintieron la necesidad
de dar forma de cuerpo,
cuerpo yacente,
a la parte exterior,
la que se ve.
Como si aquello fuera
un templo con cúpula,
donde el cadáver rindiera
alabanza al mundo
desde la verdadera soledad.

Eso que en un descuido
sale en vida por los ojos,
por el tono águdo de un lamento,
lo informe, el *continuo*
de la putrefacción.

III

Mientras observo el cotidiano
suceder de la naturaleza,
su más que admirable tomar y prescindir,
su engalanarse y ensombrecerse
en perpetuo estado de gracia,
me pregunto dónde desearía estar,
y viene a mi memoria
aquella habitación del hospital,
llena de frascos colgantes,
tanques de sobrevivencia,
tubos, pesadez,
olores químicos.

Allí, junto a aquel cuerpo
dispuesto al paso,
con una sonrisa dibujada
a pesar de su cuota de dolor,
algo se destrabó...
No duró mucho. Casi nada.
Fue transcurso imantado
hacia una minúscula sucesión
de hechos sin sentido,
con la lengua y la memoria
en libertad, un grito
como nunca jamás había escuchado,
como nunca me había sentido capaz de producir.
Perforado el deseo
de seguir amando,
larga y demoradamente
comenzó a aumentar
mi cotidiana observación
de la oscuridad,
del mirlo silencioso,
uno y trino.

Caos y orden en astronomía

JULIETA FIERRO

Existe orden en las estructuras cósmicas y en el flujo del tiempo; existe caos en la generación de la diversidad

La astronomía es la ciencia que pretende explicar la totalidad: el tiempo, la materia, el espacio y los acontecimientos que allí ocurren. Para tal efecto emplea la física. No solamente quiere comprender lo observable sino también formular predicciones; ejemplos comunes de ello son las previsiones relativas a eclipses y evolución estelar. El astrofísico busca orden en los sucesos celestes y lo explica mediante las leyes deterministas de la física; también aplica la teoría del caos para comprender fenómenos que a primera vista podrían parecer desordenados.

Para hacer intuir al lector nuestra idea de física predictiva y caos lo invitamos a imaginar lo que sucedería si lanzara suavemente una pelota de fútbol a otra persona y si soltara un globo inflado cuyo extremo no se encontrara amarrado. En el primer caso le resulta posible anticiparse a la trayectoria del balón, predecirla con seguridad. En cuanto al globo, éste puede salir volando en cualquier dirección pues, al expulsar el aire de manera turbulenta, cualquier pequeño cambio de presión altera a tal grado su curso que lo vuelve impredecible.

A lo largo de la historia reciente, la astrofísica ha empleado los distintos descubrimientos de la física para entender los fenómenos celestes. Por ejemplo, explica la emisión lumínica de las estrellas con base en la de los átomos estudiados en la tierra y aplica sus conocimientos relativos a la gravitación para comprender, entre otras cosas, los movimientos y la distribución de los cuerpos celestes, y los relacionados con equivalencia entre materia y energía para aclarar por qué brillan las estrellas. En épocas más recientes, cuando se aplicó la teoría de los fractales y del caos en la física, se encontraron fenómenos astrofísicos susceptibles de esclarecimiento mediante hipótesis que van desde la formación de granos de polvo interestelares hasta la evolución misma del universo y el origen de otros diferentes del nuestro.

En este artículo describiremos el modelo estándar de la Gran Explosión, donde se pone de manifiesto el orden cósmico,

y comentaremos algunos aspectos donde la teoría del caos se aplica.

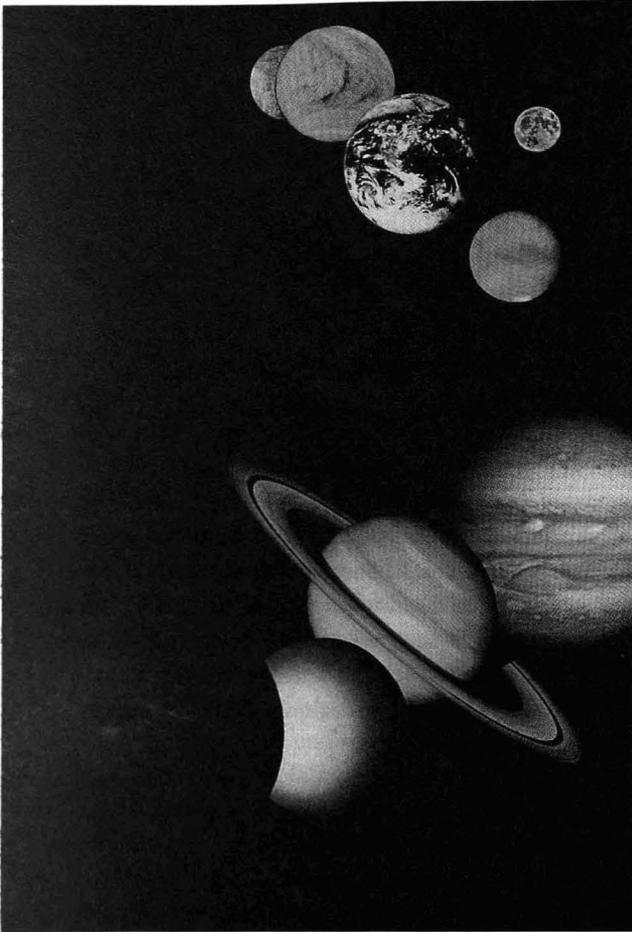
Como mencionamos antes, el universo es *todo*: el espacio, el tiempo, la materia y la radiación. Los astrofísicos quisieran predecir lo que le sucederá al cosmos en su conjunto a largo plazo. Uno de los problemas más apasionantes de la astronomía es la cosmología, que trata de explicar el origen y la evolución del universo. Hasta hace unos cuantos años carecía de suficientes herramientas para enfrentar este tipo de problemas. Ahora dicha ciencia cuenta con observaciones de alta calidad que le permiten hacerlo. Desde luego, la teoría va a la par con los descubrimientos. Puesto que la astronomía es la física aplicada al resto del cosmos, los grandes adelantos recientes en esta disciplina, en particular los referentes a las partículas elementales, posibilitan la forja de una teoría robusta sobre el origen y la evolución del universo.

El modelo estándar de la Gran Explosión sugiere que hace quince mil millones de años comenzó la evolución de nuestro cosmos. En un principio solamente había energía, pero en los minutos subsiguientes se formaron la materia y los elementos químicos más sencillos. La evolución continuó y el universo, cuya temperatura se elevaba a miles de millones de grados cuando apenas tenía algunos instantes de existencia, fue enfriándose hasta que la materia estuvo en condiciones de aglomerarse y formar estrellas dentro de galaxias. En la actualidad el cosmos continúa expandiéndose y su temperatura promedio es de -270 grados centígrados.

A continuación enumeraremos los objetos que lo pueblan, luego comentaremos algunas observaciones vinculadas con la cosmología y por último explicaremos la evolución de su objeto de estudio.

Los cuerpos celestes

Tradicionalmente, la astronomía se ha ocupado del estudio de los cuerpos celestes productores de luz, como las estrellas,



Los cuerpos celestes, como los planetas, son esféricos porque la fuerza de gravedad es una fuerza central que atrae por igual en todas direcciones

la más cercana de las cuales es el sol. Además, ha descubierto otros que sólo la reflejan, como los planetas, los discos y las llamadas nebulosas de reflexión. Las estrellas se agrupan en galaxias, que son conglomerados estelares, algunas de las cuales tienen forma espiral como la Vía Láctea, de la que forma parte el sistema solar, o la galaxia de Andrómeda, un conjunto de cien mil millones de estrellas.

Observación fascinante es la de que los planetas y estrellas tienen forma esférica. Una de las propiedades de la fuerza de gravedad es su carácter de fuerza central, es decir que se distribuye igual en todas direcciones y por consiguiente produce cuerpos redondos. Si éstos rotan rápidamente se aplanan. Así, los anillos planetarios y algunas galaxias son sistemas aplanados y circulares: la combinación de gravitación y rotación produce simetría, orden.

Sin embargo, si observamos con cuidado las estructuras superficiales de un planeta gaseoso como Júpiter, notaremos que posee estructuras caóticas, como las turbulencias formadas alrededor de la Gran Mancha Roja. Esta estructura es en realidad un huracán de Júpiter. En la tierra el clima no se puede predecir con meses de antelación porque una pequeña perturbación se puede amplificar y producir grandes perturbaciones, como señala la teoría del caos —recuérdese la trayectoria del globo cuando expulsa aire.

En el universo, además de las estrellas y planetas existe materia interestelar constituida por gas y polvo, cuyo estudio resulta en especial importante para la astronomía porque las estrellas nuevas se forman dentro de las nubes interestelares. La forma precisa de una de éstas no se puede calcular con antelación ni tampoco la cantidad exacta de estrellas que formará, por razones muy parecidas a las que impiden predecir con exactitud cuántas gotas y burbujas producirá una ola al romperse en la costa, pues una y otra poseen estructuras caóticas. Los granos de polvo sumergidos dentro de las nubes de materia interestelar también tienen estructura caótica, similar a la de esponjas y corales, los cuales presentan aproximadamente las mismas dimensiones, aunque cada uno posee en detalle estructuras particulares, porque el caos produce diversidad.

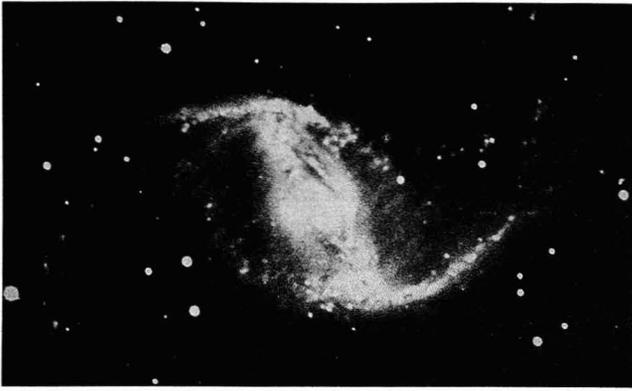
Hace poco se descubrió que, además de la materia común y corriente, hallada porque emite o absorbe luz —como el polvo—, existe otro tipo de sustancia que no interactúa con la radiación electromagnética —ondas de luz, radio, microondas, etcétera—. Esta materia se encontró porque ejerce fuerza gravitacional sobre los demás cuerpos celestes: así como la tierra responde a la fuerza del sol y por eso se mantiene en órbita en su derredor, existen cuerpos que se trasladan alrededor de otros que no vemos, en ninguna longitud de onda. Estos cuerpos invisibles que producen gravedad se conocen como materia oscura. Lo más sorprendente de esta última es que constituye 90% del universo. Es decir que hay mucho más materia oscura que materia visible. En otras palabras, los astrónomos se han pasado la vida estudiando los objetos brillantes y recientemente se han dado cuenta de que la mayor parte del cosmos está formada por sustancias que no absorben ni emiten luz. Es como si los biólogos marinos solamente hubieran estudiado la superficie de los océanos y de repente se hubieran podido asomar a las profundidades: descubrirían seres en verdad sorprendentes. El estudio de la materia oscura es uno de los grandes retos de la astronomía moderna. No se conoce cómo está distribuida y, si bien los especialistas de esa ciencia tienden a suponer en sus cálculos que es esférica, probablemente tenga estructura fractal, como muchas otras distribuciones a gran escala del cosmos.

En resumen, el astrónomo estudia los cuerpos visibles del universo, las estrellas y sus compañeros menores, que se agrupan en galaxias. Además analiza la materia oscura, aunque ignore la naturaleza de su composición y su distribución; sólo tiene noticia de la existencia de dicha materia porque produce atracción gravitacional sobre otros cuerpos celestes.

Se han registrado varias observaciones relacionadas con el universo a gran escala y con su evolución. En seguida describiremos las más relevantes.

La expansión del universo

A principios de siglo el astrónomo norteamericano Edwin Hubble descubrió que todas las galaxias se alejan unas de



Una galaxia espiral es perfectamente reconocible. Cada galaxia de este tipo posee características que la hacen única, tanto como cualquier pirul tiene características particulares que lo distinguen de otros ejemplares de su especie

otras y que entre más alejadas se encuentran tienen mayor velocidad de recesión. Es como si todo el espacio hubiera estado confinado en un espacio muy pequeño y se hallara en continua expansión. El orden es sorprendente, cualquier observador en cualquier lugar aprecia lo mismo: todas las galaxias se alejan.

La radiación de fondo

Puesto que el espacio se expande, cualquier ente sumergido en él también sufrirá un proceso de expansión. Así, los fotones, las partículas constitutivas de la luz, caracterizadas por su longitud de onda, también se están *estirando*. Por consiguiente, conforme se ha operado la expansión del universo, los fotones que originalmente tenían longitudes de onda muy cortas, correspondientes a rayos gamma, se han convertido en fotones de radio. Puesto que el universo temprano contenía cien millones de fotones por cada partícula de materia llamada protón, el cosmos actual los sigue teniendo. Estos fotones que llenan todo el universo y que le imprimen su temperatura característica de -270°C forman lo que se conoce como la radiación de fondo, la cual resulta idéntica para cualquier observador en cualquier lugar.

Las abundancias de los elementos pesados

Noventa por ciento de los elementos químicos que forman el universo son átomos de hidrógeno, 8% lo son de helio y 2% restante de los demás elementos. Estas determinaciones de abundancias químicas son iguales en todas las direcciones del cosmos observadas. La composición química de la tierra es distinta porque ésta se formó cerca del sol recién nacido, cuya temperatura era muy elevada, y por consiguiente las sustancias volátiles de las que pudo haberse formado nuestro planeta se evaporaron y no se integraron a él.

Los elementos químicos más simples, el hidrógeno y el helio, se constituyeron durante los primeros minutos posteriores al origen del universo, cuando existían las altas densidades de los

protones y neutrones que los generan. Posteriormente tal concentración disminuyó tanto que se frenó la producción de los demás elementos. Millones de años más tarde los elementos químicos más pesados que el hidrógeno y el helio se produjeron dentro de las estrellas y durante sus explosiones.

Existe un orden sorprendente en la evolución de las estrellas. Las más masivas de cualquier lugar del cosmos producen elementos pesados.

La isotropía y la homogeneidad

Todas las observaciones efectuadas hasta el presente indican que el universo es muy parecido en cualquier dirección donde observemos. La distribución de galaxias es similar, tanto como lo son su estructura y su composición química. Cuando los astrónomos dicen que el cosmos es homogéneo e isotrópico se refieren a que cualquier observador en cualquier lugar del mismo vería una distribución de materia y de energía igual que cualquier otro y que nosotros apreciamos lo mismo en cualquier dirección. En otras palabras, no existen posiciones ni direcciones privilegiadas en el universo.

Si todos los objetos del cosmos son tan parecidos, lo más probable es que hayan tenido un origen común. Así como toda la vida en la tierra es semejante porque tuvo su origen en los primeros seres vivos y está basada en cadenas de ácido desoxirribonucleico, la gran similitud de los cuerpos celestes hace pensar que también ellos tuvieron un origen común, que estuvieron alguna vez tan cerca unos de otros que la información de unos pudo pasar a los demás y por consiguiente su evolución produjo cuerpos similares.

Este último punto es relevante en la cosmología actual pues resulta que las galaxias situadas en direcciones diametralmente opuestas poseen estructuras y composiciones químicas muy parecidas; sin embargo, la materia que les dio origen nunca pudo estar en contacto si la expansión cósmica hubiera sido constante durante los últimos quince mil millones de años. Por consiguiente, el llamado modelo estándar de la Gran Explosión ha debido modificarse para incluir lo que se conoce como un periodo de inflación, donde hubo una ex-

pansión mucho más elevada durante los primeros tiempos del cosmos.

La evolución del universo

Como mencionamos antes, se piensa que nuestro universo tuvo su inicio hace quince mil millones de años, cuando comenzó la expansión cósmica. En un principio solamente había energía, la cual se transformó en materia de acuerdo con la relación propuesta por Einstein: $E = mc^2$. La energía original vino del vacío. Resulta que éste constituye un reservorio enorme de energía dentro del cual puede haber un cambio de fase capaz de liberar la energía necesaria para dar origen a la Gran Explosión formadora de nuestro universo, o bien a otras grandes estallidos generadores de cosmos adicionales a él.

La física de partículas de altas energías es la que se aplica al universo temprano, cuando la temperatura era de millones de billones de grados y la densidad de la materia mayor que la de los núcleos atómicos. En esas condiciones se dice que las fuerzas de la física estaban unificadas, es decir que la fuerza electromagnética, la débil, la nuclear y la gravitacional eran una sola. Se formaron entonces los cuarks y los leptones.

Conforme se fue expandiendo el universo se enfrió. Se formaron los primeros protones y neutrones, los cuales se combinaron para formar los átomos del helio. La expansión cósmica continuó a tal velocidad que dejaron de formarse nuevos elementos y, por ello, los más abundantes en el cosmos son el hidrógeno y el helio, los únicos formados durante los tres primeros minutos después de la Gran Explosión. Los demás elementos tuvieron que esperar cientos de millones de años hasta que nacieron las primeras estrellas capaces de generarlos por medio de las reacciones termonucleares.

Al expandirse y enfriarse progresivamente el universo, llegó un momento en que estuvo lo bastante frío como para permitir que la materia se condensara y formara galaxias junto con las primeras generaciones estelares. Puesto que los elementos químicos más pesados que el hidrógeno y el helio se elaboran en el interior de las estrellas, fue necesario esperar a que éstas evolucionaran y arrojaran al espacio los elementos fabricados en su interior para que las nuevas generaciones estelares junto con sus planetas tuvieran esos elementos desde su origen. Por consiguiente también existe una evolución química en el cosmos: los objetos de evolución más reciente como el sistema solar tienen mayor cantidad de elementos químicos pesados. En cambio las estrellas más viejas poseen pocos elementos como el hierro o el magnesio.

La existencia de la energía disponible en el vacío ha llevado a los cosmólogos a suponer que no sólo se ha formado nuestro universo, sino también otros desconectados de él que obtuvieron igualmente su energía del vacío pero que se hallan sujetos a leyes de la física distintas.

Este tipo de ideas han brindado gran riqueza a la cosmología actual. La ciencia cambia sin cesar. Conforme aprendemos más física, nuestras ideas sobre el universo se modifican. La naturaleza es tan generosa que cuando le planteamos alguna pregunta con frecuencia ofrece más y mejores respuestas de las que esperaríamos obtener.

Los otros universos

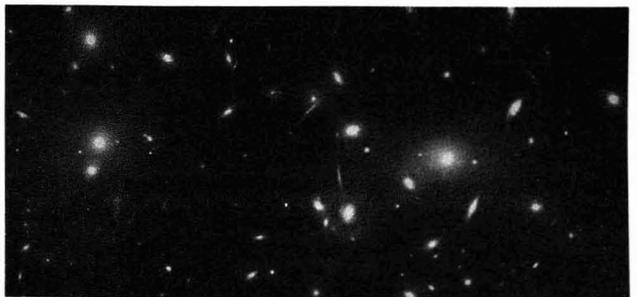
Como mencionamos antes el modelo estándar de la Gran Explosión ha debido modificarse para explicar la similitud de las galaxias alejadas. Ésta no es la única observación que implica la idea de un periodo inflacionario, pues si éste no hubiera existido debería haber una gran densidad de monopolos magnéticos en la vecindad de la tierra, en realidad no detectados.

La pregunta que surge es de dónde salió la enorme cantidad de energía necesaria para crear la materia que forma a los cuerpos celestes y para producir la expansión cósmica. Al parecer proviene de las fluctuaciones del vacío, donde moran las partículas de Higgs que, al sufrir una transición, pueden generar suficiente energía para iniciar la expansión cósmica. Pero si hubo cuando menos una transición que originó nuestro cosmos podría haber más que formaran otros diferentes.

En particular las transiciones de las partículas pueden estudiarse de manera más adecuada recurriendo a la teoría del caos. Así, es posible concebir otros universos, paralelos al nuestro y totalmente incomunicados, cada uno con su física muy peculiar determinada por el caos.

Si existen varios cosmos y unos pueden generar otros, significa que el conjunto de ellos es homogéneo, que no existe ninguno especial. La existencia de cosmos paralelos implica que no existe un "inicio" del universo, ya que unos provienen de otros.

Así el universo posee orden y desorden, cosmos que se forman y se expanden y pueden dar origen a cuerpos simétricos como las galaxias con estrellas, planetas anillados y vida. La presencia del caos en todas las escalas del universo implica una gran diversidad de posibilidades y, por consiguiente, uno o varios universos con enorme potencial de crear diversidad. ♦



La materia oscura se detecta por la atracción gravitacional que ejerce sobre los cuerpos visibles. Los arcos luminosos observables en esta fotografía son el producto de la desviación experimentada por la luz al pasar cerca de cuerpos masivos

El fútbol, ¿símbolo de las sociedades postmodernas?



ALBERTO VITAL

En el más importante poema del siglo XX, *The Waste Land*, una voz toma como admonición y ejemplo la muerte de Tiresias y dice que éste “olvidó el ganar y el perder”. Vista bajo semejante luz, la muerte es un descanso y la vida un vaivén entre la victoria y la derrota, el triunfo y el fracaso. Ese vaivén esencial convierte al deporte en un símbolo de la vida.

Jean François Lyotard entiende que la sociedad postmoderna se rige por múltiples reglas de juego: éstas son condiciones y mecanismos de interacción que garantizan el intercambio de mensajes, de conocimientos y de otras mercancías, como el placer. También bajo esa luz el deporte puede verse como un símbolo potencial de la vida colectiva contemporánea.

El juego se sustenta en valores como la equidad y la simetría, que son dos fundamentos de la justicia. Otro principio capital del juego es la delimitación; ésta constituye de hecho un rasgo característico de las sociedades que se apoyan en la planificación racional de los recursos. La delimitación se produce en tres parámetros decisivos:

- 1) el tiempo,
- 2) el espacio y
- 3) el número de participantes.

Las sociedades industrializadas de hoy (aún no las llamemos postmodernas) se caracterizan por procedimientos que son tanto más eficaces en la medida en que están mejor delimitados. Estos procedimientos deben facilitar un vertiginoso y (más o menos) equitativo intercambio de mercancías de la más diversa índole, lo que convierte a todo individuo en una parte infinitesimal de esa vastísima maquinaria expuesta por Charles Chaplin en la tragedia/comedia de *Tiempos modernos*.

Los *Tiempos postmodernos* podrían caracterizarse por la renuncia —entre las cabezas pensantes— a salvar al individuo de esa maquinaria proporcionándole una ética y una estética, esto es, una vía para responder a sus preguntas sobre su papel en el mundo, frente a los otros y frente a su propio

potencial creativo, irreductible. En ese sentido, es cierto que la modernidad sólo ha concluido para algunos sectores de grandes intelectuales y artistas,¹ pues para las grandes industrias (proveedoras de servicios, de bienes y placeres, e hijas hasta cierto punto contrahechas del proyecto de Modernidad construido desde la Ilustración hasta la primera mitad del siglo XX) aún siguen siendo válidas en la práctica las premisas de un tiempo lineal que nos lleva inexorablemente a una vida mejor para todos.² El único freno a esta fe supérstite en el progreso es la conciencia ecológica, cuyo relativo fracaso sin embargo se puso de manifiesto en la Cumbre de Río a principios de la década, cuando el presidente norteamericano se negó a concretar algunas medidas que, a cambio de disminuir índices de ganancia en la producción industrial, habrían atemperado la indiscriminada explotación de los bienes naturales. En esa Cumbre, los intereses nacionales se sobrepusieron a los mundiales, con lo que se demostró que una estratégica noción habermasiana —la del consenso universal como uno de los rasgos de la Modernidad— carecía *aún* (o *ya*) de vigencia ante la fuerza de los intereses particulares.

Para algunos postmodernos radicalmente escépticos, la falta de una ética y una estética confiables se compensa con el juego, esto es, con un procedimiento creativo reductible a reglas explícitas que pueden combinarse *ad infinitum* y que derivan en el eclecticismo porque no deben ni necesitan comprometerse con un solo sistema de valores. La contigüidad con las disciplinas de la construcción de esta práctica

¹ Un buen ejemplo sería Octavio Paz, quien de cualquier modo admite que la nueva época es aún indescriptible porque sólo ha mostrado algunos de sus rasgos.

² Aquí cabe la distinción entre Modernidad instrumental (industrial y tecnológica) y Modernidad cultural (productora de interpretaciones y de símbolos). El principal problema para aquélla es el deterioro ambiental; para ésta, el deterioro de los grandes sistemas explicativos: los metarrelatos de Lyotard.

artística más o menos mecánica y dependiente de un oficio y de una técnica sólidos, se refleja en el hecho de que la postmodernidad se haya manifestado en la arquitectura antes que en ningún otro sitio.

En este juego ecléctico no tienen cabida ni la épica ni la revolución, que son procedimientos irreductibles a una maquinaria, esto es, a un pensamiento ya ocurrido de una vez y para siempre y fijado y concretado en una serie de actos y conductas. También son procesos en principio ilimitados; más aún, son los mejores ejemplos posibles de lo no-delimitado, de lo ilimitable, y de ese modo no pueden reducirse a un juego. En resumen, *este* tipo de postmodernidad es anti-épico y post-revolucionario, a cambio de ser lúdico, versátil y rico en posibilidades combinatorias; de hecho, incluso algunos rasgos épicos y revolucionarios (como los que procuraron las vanguardias de los veinte y de los sesentas) pueden entrar en este juego, bajo la condición de que aparezcan como una parodia, esto es, como una despotenciación traviesa y aun capaz, si quiere, de mezclarse con elementos líricos, elegiacos y conservadores.

Cuando sentimos que cualquier objeto o fenómeno —el que sea— ejemplifica algún concepto, es que en realidad no hemos definido bien el concepto, acaso porque ello todavía no es posible. Para evitar aquí esta irrelevancia intelectual, ya mencioné algunos lazos del deporte y, en general, del juego con la noción lyotardiana de postmodernidad. Dicha noción habla también de un cambio del estatuto del saber dentro de las sociedades en las que el avance tecnológico exige una vertiginosa transmisión —un tumultuoso intercambio— de datos: el saber, hipercodificado en estos datos, ha dejado de ser “formativo” (como había sido en las universidades desde la Edad Media) y se ha vuelto básicamente informativo: estadístico, cuantificable, hiperespecializado, “historiable” dentro de parámetros perfectamente establecidos.

Aquí creo hallar otro rasgo postmoderno de los deportes más desarrollados (por ejemplo, aquellos que se incluyen en los Juegos Olímpicos): esos deportes se organizan y perviven con base en cifras, datos, marcas, comparaciones, estadísticas diacrónicas, *records* constantemente puestos al minuto: se han convertido en gigantescas industrias de la transmisión instantánea de *bytes* de información; por eso también, paradójicamente, han perdido parte de su carácter lúdico: porque sobre el individuo que los ejecuta ha caído el peso de una maquinaria ávida de nuevos acontecimientos susceptibles de ser festejados y absorbidos por los esquemas ya existentes. Desde tal óptica, es cierto que los deportes no son sino típicas industrias chaplinianas que se sitúan adecuadamente en la intersección de esos dos conjuntos llamados Modernidad y Postmodernidad; su carácter postmoderno se cifra en el tratamiento del saber. Y, así, son por lo pronto símbolos de una intersección, ejemplos de un cruce muy preciso de dos vastas constelaciones temporales y hasta cierto punto también geográficas.

Pero en este punto los deportes han llegado aún más lejos, pues no sólo son un ejemplo de hipercodificación del

saber, sino que —y esto es más trascendente— representan ya una *sustitución de saber*: amplios sectores sociales han desmantelado otras formas de saber para estar en condiciones de saturarse con una gran cantidad de información sobre los deportes, especialmente el fútbol. Y es precisamente la hipercodificación la que garantiza la sustitución: el saber tiene que ser accesible y convertirse fácilmente en números, pues éstos poseen el prestigio de la objetividad *a priori*, de la universalidad y de la capacidad de construir esquemas para establecer secuencias y jerarquías.

La modernidad instrumental se desembaraza del pasado o lo convierte en una industria. Pero no puede eliminar la escritura de la historia, esto es, la fijación, la organización, la narración y la interpretación de los acontecimientos. Esta escritura es, en su sola práctica, una forma de acceso privilegiado —aunque no tumultuoso— a la opinión pública, lo que convierte al historiador en un personaje importante y respetable: Porfirio Díaz ya no existe, y todo su poder se ha desvanecido, pero aquel que estudia e interpreta el Porfiriató está en condiciones de recoger los residuos de la relevancia de toda aquella *belle époque* e incorporarlos a un vasto fresco, tanto más influyente en la medida en que explique con coherencia el mayor número de fenómenos. El papel que en México juegan algunos historiadores, hoy más famosos que nunca,³ depende de su amplio conocimiento de lo que el país ha sido, pues ello les permite prever lo que será si se cumplen ciertas condiciones y se dan ciertos pasos. Incluso, no sería exagerado suponer que en la llamada *transición democrática* los historiadores han cumplido un papel cercano al que cumplió en Checoslovaquia un dramaturgo como Havel durante los años previos y los meses posteriores a la caída del muro de Berlín: catalizadores de posibilidades históricas y orientadores de grupos carentes de otros liderazgos.⁴

Ahora bien, puesto que la *transición democrática* es un ejemplo sumamente característico de propuesta política que, basándose en conocimientos históricos, sacude intereses muy profundos y arraigados, entonces tales conocimientos resultan riesgosos para estos intereses: es posible rastrear una forma de nulificación consciente o inconsciente del saber histórico a través de los deportes convertidos en historias sustitutas, fácilmente cuantificables, vertiginosamente transmitidas,

³ Pensemos en Enrique Krauze y Héctor Aguilar Camín, entre otros. La conciencia sobre la importancia y la fuerza de la escritura de la historia puede también advertirse en *El espejo enterrado* (1992), donde Carlos Fuentes se remonta a los orígenes de España para ofrecer un fresco de la convulsa historia de América Latina.

⁴ El liderazgo de los historiadores ha sido menos dramático que el de Havel, ese Segismundo del siglo XX que durmió en la cárcel y casi literalmente despertó en la Presidencia de la República. Por lo demás, la influencia de aquéllos ha sido importante sobre todo entre las clases medias urbanas más o menos informadas. El liderazgo en otros sitios recae en representantes de instituciones como la Iglesia; de hecho, en Chiapas, donde el sistema político es decimonónico, el gobierno ha sido mucho más conservador que algunos ministros de esa institución, paradigma del conservadurismo en otras épocas y en otras regiones.

rápida y objetivamente analizadas. De ese modo, en efecto, con los deportes y con otras prácticas sociales se ha llegado (gracias sobre todo a la ayuda de los medios electrónicos y cibernéticos) a una *sustitución de historias* entre amplios sectores de todo el mundo: a cambio del saber formativo, se ha producido un saber "histórico" altamente codificado, esto es, regulado. Este saber sería también inofensivo si no fuera porque esos mismos sectores han acabado asumiendo con todas sus consecuencias semejante sustitución, y ello ha traído que una derrota deportiva se transforme en una vergüenza nacional.⁵

Desde hace miles de años, la épica ha sido un modelo de conducta. Lo ha sido sobre todo registrando y narrando las guerras tradicionales, pues para éstas el poderío del cuerpo, la astucia de la mente y la preparación del espíritu eran decisivos para la victoria. Y el deporte es el último vestigio de la guerra tradicional: ambos comparten el choque de los músculos y la invasión del territorio ajeno por parte de una infantería pobre en armas y en pertrechos pero rica en espíritu y en voluntad. Y comparten, antes que nada, valores como la gallardía, la resistencia, la caballerosidad, la vehemencia, la juventud, el conocimiento del terreno, la habilidad estratégica.

Ahora bien, las sociedades industriales de nuestro tiempo requieren de ejércitos de operarios que, si trabajan motivados y convencidos, rinden más y contribuyen al aumento de la productividad. Y precisamente el deporte —en particular alguno con las características del fútbol, mucho más "épico" que el tenis o el volibol— suscita en la multitud el recuerdo inconsciente de la batalla tradicional, honrosa porque su desenlace depende de valores positivos. Y es así como algunos valores tradicionales se canalizan en beneficio de la productividad: el operario casi no tiene otro sitio, más allá del trabajo, para orientar el impulso positivo que le produjo la victoria de su equipo.

Un espléndido ejemplo de la importancia del fútbol como épica fundadora y orientadora lo ofrece la Alemania Occidental de la primera mitad de los años cincuenta: el propio canciller federal, Helmut Kohl, reconoció en 1990 que la motivación proporcionada por la victoria en el Mundial de 1954 ayudó a sus compatriotas casi más que ninguna otra cosa a superar el trauma de la debacle de 1945; si así

fuera, el célebre *milagro alemán*, que reconvirtió industrialmente a una Alemania hecha pedazos, habría debido muchísimo a la revaluación de los símbolos y de los proyectos nacionales a través de un partido de fútbol. Ese encuentro, hoy "legendario", se caracterizó porque muy pronto Alemania perdía ya 2-0 ante Hungría (destinada por los augures a ser campeona del mundo) y finalmente supo sobreponerse y venció. Pero, ¿qué habría sucedido si Hungría hubiera evitado que Alemania le anotara tres goles y revirtiera el marcador? ¿Es que su modelo de sociedad, previo al aplastamiento soviético de 1956, se hallaría hoy en el centro de Europa, como se encuentra el alemán?⁶

Sin embargo, el fútbol es en realidad una épica sustituta (los deportes en su conjunto podrían verse como una *sustitución de épicas*), puesto que se trata de una épica meramente representativa, donde la derrota es la muerte, el técnico el comandante y el gol la posesión simbólica del fuerte defendido o la espada al clavarse en el cuerpo ajeno; además, se trata de una "épica" bien delimitada: un hombre cualquiera tiene apenas noventa minutos para alcanzar el heroísmo o la ignominia y para llevar a su país a la gloria o al infierno, pues, un segundo después del silbatazo final, la anhelada portería se convierte en un objeto inútil: deja instantáneamente de ser un símbolo y se recosifica.

En resumen, el fútbol, como una épica sustituta, ha contribuido a la consolidación de la Modernidad instrumental en sociedades industriales y a una forma de dicha entre grandes sectores en países donde ésta difícilmente se alcanza de otra manera. Su carácter de símbolo postmoderno se halla en su esencia lúdica, pero sobre todo en lo que tiene de *Ersatz*, de *sustituto*, porque otro de los rasgos fundamentales de la Postmodernidad es justo la muerte de la originalidad como uno de los rasgos esenciales aportados por el Romanticismo, ese compañero de ruta de la Modernidad. El esteta postmoderno se caracteriza —más que por las creaciones— por las sustituciones, como la que puede apreciarse en el siguiente enunciado: "Pierre Menard, autor del Quijote." El deporte (en especial el más influyente: el fútbol) se incorporaría así a una percepción de los hechos y de las posibilidades de acción comunicativa y productiva distinta de la típicamente moderna, para la que, por definición, lo nuevo, lo original, lo cambiante, es o era carta de naturaleza y guía.

Pero existen dos diferencias cruciales entre los dos ejemplos que acaban de citarse:

1) el primero explicita su carácter fundamental como puesta en evidencia de una sustitución, mientras que el segundo oculta celosamente su esencia y su papel;

⁶ Las anteriores preguntas son estrictamente especulativas; en cambio, es muy cierto que otro gigante futbolístico, Brasil, ha convertido ese deporte en una "religión" por razones de sustrato cultural, que hace posible un poderoso sincretismo. Pero ocurre también que Brasil es una sociedad muy contrastante, en la que cien millones de seres humanos sólo acceden al éxito por medio de la pelota manejada por ellos mismos o por individuos que se les parecen muchísimo.

⁵ La Guerra del fútbol entre El Salvador y Honduras, a raíz de unas eliminatorias en 1969, es el ejemplo más lastimoso de hasta qué punto una historia sustituta, una pseudohistoria nacional, desborda los cauces de la ficción colectiva y penetra en la historia auténtica. Por lo demás, los ostentosos encabezados de los periódicos no han hecho sino enfatizar los efectos nocivos, pero aparentemente inevitables, de tal sustitución: frases como "Perdió México", "¡Vencidos!", "Nos eliminaron", "México fuera", entre muchas otras, se convierten en auténticas balas expansivas que no sólo se circunscriben al territorio al que en principio se refieren, sino que amplían su huella hacia el resto del cuerpo social, y de ese modo suplantán, así sea sólo en un nivel puramente simbólico y semántico, a la historia general por medio de una historia muy particular: para aquélla, México no pierde en rigor desde 1867; para ésta, lo hace consuetudinariamente. Pero es ésta la que se convierte en modelo de conducta para muchos actores sociales.

2) el primero es una desautomatización de hábitos de percepción de la historia (literaria), mientras que el fútbol refuerza la automatización de nuestra percepción precisamente a través de los constantes paralelismos “históricos” que los programas deportivos establecen entre partidos o campeonatos de distintas épocas.

En síntesis, parecería ocurrir que el deporte, cuya creciente fuerza social lo vuelve cada vez más significativo y cuyo paradigma es el fútbol, habría llegado a ser para los grupos de población más amplios lo que la estética (o corriente o condición) postmoderna es para un grupo de personalidades enclavadas en distintas disciplinas del saber y del quehacer humanos: un juego a partir de sustituciones, combinaciones, “representaciones” paródicas o simbólicas. Pero incluso podría irse más lejos y sospecharse que el fútbol es más que eso: el fútbol es la sustitución, es el sucedáneo de la Postmodernidad que se ofrece a todo el mundo en la medida en que ha sabido atraer a individuos de todos los cortes de población (hombres y mujeres, ricos y pobres, ancianos y jóvenes, científicos y humanistas, cultos e incultos): un lector de Borges puede ser aficionado al fútbol, lo que significa que la distinción entre cultura hegemónica y cultura popular no funciona en este caso.⁷ Si así fuera, el fútbol sería un juego que sustituye a otro juego que a su vez se basa en sustituciones: sería la sustitución de una sustitución, un *Ersatzersatz*.

La experiencia señala que un novelista ejecuta su mejor obra a partir de los treinta años; en cambio, el poeta puede brillar desde que es un *teenager*: en el primero parece indispensable una maduración que incluya una apropiación muy amplia del mundo, de los mecanismos sociales, las mentalidades y las conductas; en el segundo basta casi con la apropiación de sí mismo. En el primero confluyen los demás, convertidos en voces diversas, disímiles, tal vez discordantes; en el segundo puede oírse una sola voz y ella sería suficiente para construir un universo. Pero a ambos los embosca la decadencia: ¿cómo ubicar con exactitud el momento en que ya no son los mismos, en que su inventiva se parece cada vez más a la suma de sus recursos? La solución a esta inquietud es tanto más sutil en la medida en que incluso una enfermedad pudiera ser un estímulo, como les ocurría a Proust, a Thomas Mann, al *Fin de Siècle*: el arte no depende *a fortiori* de la salud.

En las actividades del cuerpo la cima y la decadencia de cada individuo son puntos que pueden registrarse con mayor precisión: la edad, la mengua en la elasticidad de los

⁷ Se sabe que Borges acostumbraba reírse de la pasión de sus compatriotas por el fútbol: para él había una distancia insalvable entre la cultura del individuo y todas las manifestaciones de las masas. Su manera de apropiarse de expresiones populares (la milonga, el tango, un dialecto muy de compadrito en “Hombre de la esquina rosada”) refleja a un individuo capaz de admitir y emplear ciertas formas —y sólo esas— con tal de no excluir de su obra absolutamente todo lo popular: esto era para Borges otra tradición, y él quería deberse a todas.



músculos y el empuje de las generaciones más jóvenes son síntomas que aconsejarían el retiro a un ser inteligente, capaz de librarse de las tentaciones de una sociedad de consumo que ve a los nombres conocidos (Coca-cola, Laura Esquivel, Maradona) como marcas en las que ya se invirtió un capital y que por lo tanto resultan más productivas que los apellidos y los apelativos ignotos: en realidad, a esas marcas les están prohibidos el silencio a tiempo, el descanso, la cuidadosa lejanía.

De ese modo, en la sociedad contemporánea, oscilante entre la Modernidad y la Postmodernidad, los individuos pueden ser remplazados y sustituidos, como las refacciones, pero las marcas son insustituibles: en ese juego de sustituciones en que se mueven hoy muchos imaginarios y mecanismos, lo único que parece insustituible es la marca que ya se prestigió en el mercado; ésta pierde incluso un derecho fundamental: el derecho a retirarse, a desaparecer, a morir. ◆

Orden, caos y estabilidad

ADOLFO GARCÍA DE LA SIENRA

I

¿Qué es el caos? El caos es la carencia de orden y armonía, por lo que es menester investigar el significado del orden y la armonía para poder entender el significado del primero. Ahora bien, el orden no es sino comportamiento conforme a leyes y normas. No me estoy refiriendo ahora a leyes y normas positivas, sino al orden del mundo; es decir, a aquellos estándares universales que rigen los fenómenos empíricos y con respecto a los cuales se diseñan, promulgan y corrigen las leyes positivas.

Es desde luego imposible definir el orden de otra manera, a pesar de las ilusiones del humanismo, el historicismo y el nihilismo, los cuales postulan la autarquía absoluta de la personalidad humana. Esta supuesta autarquía consiste en la facultad de proponer normas positivas de manera ilimitada, sin sujeción a norma alguna suprarbitraria. Por ejemplo, si se propone como norma positiva "no asesinar", ello no se debe a que haya alguna norma suprarbitraria para el efecto, sino a un *fiat* de la personalidad libre, a un decreto de la historia, o a la voluntad de poder de un grupo o individuo. Igualmente podía proponerse como norma positiva, por ejemplo, "asesinar a los miembros de las minorías", ante lo cual no habría nada que objetar si efectivamente no hubiera normas suprarbitrarias que establecen lo intrínsecamente desordenado de ciertas conductas.

Los conceptos de orden y estabilidad son categorías ontológicas de gran generalidad que se fundan en el concepto de orden nómico (esto es, de leyes) para el mundo. Por ello es posible hablar de orden y estabilidad en relación con sistemas físicos, bióticos, síquicos y sociales. Este orden establece las condiciones que deben cumplir las cosas para ser miembros de un tipo determinado: sea "natural" como *rana* u *orquídea*, sea "social" como *Estado* o *familia*. Este orden impone condiciones a las cosas tanto en su *duración* en la existencia como en el *rango de operaciones o acciones* que son factibles o permisibles para las mismas. Una cosa puede estar sujeta a muchos tipos de leyes (por ejemplo, un animal está sujeto a leyes aritméticas,

espaciales, cinemáticas, físicas, bióticas y síquicas), pero su tipo general (reino) está determinado por el tipo de ley que organiza su estructura interna. Así, se dice que el tipo de una orquídea es biótico, pues son las leyes bióticas las que gobiernan su funcionamiento; pero el tipo de una rana es síquico, pues son las leyes relativas a la percepción y la sensación las que gobiernan y organizan todas las propiedades de ese batracio. A la clase de leyes que organizan el funcionamiento de un tipo de cosa se le llama *función guía*.

Cuando las cosas no son simples (como un electrón), son llamadas *sistemas* y en ellas encontramos una integración de componentes. Todo sistema, en efecto, es una totalidad integrada en la que cabe distinguir: 1) una composición en diferentes niveles; 2) una estructura consistente en las conexiones entre los elementos, y 3) el entorno del sistema (aquellos elementos particulares que sin ser miembros del sistema interactúan con el mismo). Dependiendo del tipo de leyes que organizan el sistema tenemos, así, sistemas físicos como una roca o el sistema solar, sistemas bióticos como una planta, sistemas síquicos como los animales, sistemas sociales como el Estado o una empresa. Un concepto general y unificado de orden y estabilidad debe tomar en cuenta esta diversidad empírica.

A lo largo de su existencia, un sistema puede encontrarse en una serie de estados más o menos duraderos. Un *estado* de un sistema en un momento *t* determinado consiste en la disposición de sus propiedades particulares, así como en la peculiar situación de las interconexiones entre sus elementos. Por ejemplo, una familia siempre tiene propiedades generales, tales como grado de unidad interna, felicidad, poder adquisitivo, etcétera. Sus integrantes, asimismo, están siempre interconectados en términos de relaciones afectivas, de comunicación, de distribución de recursos materiales, etcétera. Un estado de una familia podría ser representado, por tanto, especificando los valores determinados de sus propiedades generales (*v. gr.* alto grado de unidad interna, cierta felicidad, bajo nivel adquisitivo), así como los de sus inter-

relaciones (*u. gr.* todos los hijos, menos el segundo, se sienten amados y deseados; los padres correspondidos; falta comunicación entre la madre y el segundo hijo, pero hay buena comunicación entre todos los demás; los bienes están distribuidos conforme a un cierto vector, etcétera).

Las leyes que rigen el sistema establecen qué estados del sistema son posibles en un momento dado de su existencia, entre todos los imaginables o formulables teóricamente. Dado que los sistemas tienen una duración, sobre todo los bióticos, en cada momento de su existencia un sistema sólo puede encontrarse en uno de un cierto conjunto de estados. Por ejemplo, los estados bióticos en que se puede encontrar un organismo anciano no son los mismos en que se puede encontrar uno joven. Así, en cada tiempo t , el sistema posee un conjunto de estados posibles en ese tiempo, el *espacio de estados* del sistema en t . Pero incluso suponiendo un conjunto de estados constante durante un cierto periodo, las leyes a las que está sujeto el sistema determinan, asimismo qué transformaciones del espacio de estados son posibles; esto es, qué transiciones de un estado a otro del sistema son permitidas por las leyes. De este modo, en cada momento de su existencia el sistema tiene un espacio de estados nómicamente permitidos, así como un conjunto de transformaciones nómicamente permitidas para su espacio de estados. La *terminación o muerte natural* del sistema tiene lugar en el momento en que su espacio de estados está vacío.

Mientras no llegue a su terminación o muerte natural, o mientras no reciba un impacto externo que provoque su destrucción súbita, un sistema puede encontrarse en algún estado de equilibrio, es decir, en un cierto estado o conjunto limitado de estados durante un lapso específico. El estado de equilibrio es un *equilibrio estático* si este conjunto limitado de estados contiene un solo elemento, y es un *equilibrio dinámico* si contiene más de uno. Si durante un periodo el sistema cambia de estados sucesivamente, pero esta sucesión de cambios conduce a un nuevo equilibrio, decimos que el sistema se encuentra *estable*. Así, la estabilidad no es precisamente un estado de inamovilidad, sino uno de movilidad conducente a algún equilibrio del sistema. Ahora bien, hay estados a partir de los cuales se puede llegar a un equilibrio y otros que llevan irreversiblemente y sin escalas a la destrucción del sistema. Un sistema que de todos modos llega a algún equilibrio, sin importar el estado del que parte, es llamado *ergódico*. Por lo tanto, un sistema ergódico necesariamente se encuentra estable. En cambio, un sistema no ergódico que ha entrado en un estado no estable se halla en estado *caótico*. En efecto, el caos no consiste meramente en estar en movimiento, sufriendo sucesivos cambios de estado, sino en estar en un movimiento que no conduce a ningún equilibrio conforme a las leyes que rigen el sistema. El caos es la disolución del sistema.

II

Los anteriores conceptos son extremadamente generales y se aplican a cualquier sistema posible. Es factible especificarlos

dentro de cualquier ciencia natural como la física o la biología, pero aquí me ocuparé de analizarlos a partir de una filosofía social, esto es, una teoría general de las esferas sociales. (Para su estudio en ciencias naturales ver Bunge, 1977, 1979.)

Si los cuerpos inorgánicos, las plantas y los animales están gobernados solamente por leyes naturales, el hombre y las estructuras sociales están gobernados además por leyes sociales. Con base en la experiencia acumulada por la práctica científica y cotidiana de la humanidad, es posible distinguir ocho modos de funcionamiento específicamente humano, a saber: formativo, analítico, simbólico, social (en sentido estrecho), económico, diquético, ético y fídico. Cada uno de estos modos constituye un estrato de leyes específicas e irreducibles a los otros, aunque está íntimamente conectado con ellos (y con los estratos de leyes naturales).

Podemos imaginarnos los diferentes estratos de leyes y propiedades ordenados en una cadena lineal, desde el aritmético hasta el fídico. Cada estrato o modalidad está determinado por un núcleo interno irreducible pero a la vez contiene momentos que hacen referencia a las demás modalidades. Estos momentos son llamados *analogías* y se dividen en dos clases: si aparecen en una modalidad subestrato (de la ética hacia abajo), pueden referirse a una modalidad superestrato, en cuyo caso el momento analógico se llama *anticipación*. Si aparecen en una modalidad superestrato (de la espacial hacia arriba), pueden referirse a una modalidad subestrato, en cuyo caso el momento analógico se llama *retroicipación*. Por ejemplo, en la modalidad física encontramos leyes de tipo lagrangiano, que obligan a los sistemas físicos a funcionar como si estuvieran maximizando o minimizando una cierta función. Ésta es una analogía física que anticipa la modalidad económica, donde operan leyes normativas que llaman a los humanos a maximizar o minimizar ciertas funciones. Otro ejemplo en sentido inverso es la idea de crecimiento económico. Esta idea representa una propiedad de las economías que constituye una retroicipación en la modalidad biótica de la modalidad económica.

En aras de la compleción, podemos enlistar brevemente los momentos nucleares de las modalidades o esferas sociales. La esfera formativa contiene las propiedades y condiciones que rigen el funcionamiento formativo, es decir, el tipo de funcionamiento que reconocemos en las relaciones metódicamente controladas con el ambiente; en el diseño de la acción, el momento de la elección y la relación medios-fines. La esfera analítica contiene las leyes que rigen el funcionamiento analítico de los humanos, el marco nómico dentro del que tiene lugar la investigación científica en todas sus formas; su núcleo es la distinción analítica. El núcleo irreducible de la esfera simbólica es el significado simbólico, el de la social es la relación interpersonal, el de la económica es el uso eficiente de recursos escasos, el del diquético es la justicia y la retribución, el del ético es el amor en las relaciones temporales y el del fídico es la fe o firme seguridad. (Para un estudio sistemático de estos núcleos, ver Dooyeweerd, 1984, y Hart, 1984.)

Un ser humano funciona en todas estas modalidades y está por lo tanto sujeto a todas sus leyes. Sin embargo, esta sujeción no es ciega, como en el caso de las leyes naturales, sino que está mediada por la *conciencia* y la *intencionalidad* humanas. La sujeción a leyes sociales asume la forma de una decisión de organizar o mantener comunidades sociales a través de la determinación (implícita o explícita) de reglas positivas. Estas comunidades pueden ser diferenciadas o indiferenciadas, de pertenencia voluntaria o involuntaria. Una comunidad indiferenciada se caracteriza por carecer de órganos distintos y específicos que cumplan con las distintas funciones sociales. Por ejemplo, en un patriarcado el jefe de la tribu es a la vez padre, sacerdote público y gobernante. En una comunidad diferenciada, en cambio, la función de padre se restringe a la familia, la de sacerdote público a la



Iglesia, y la de gobernante al gobierno de un Estado. La sociedad moderna se caracteriza por su enorme diferenciación orgánica, en la que se distinguen nítidamente estructuras como el Estado, las iglesias, las familias, las empresas, los clubes sociales, los partidos políticos, etcétera.

Cada una de las estructuras sociales diferenciadas pertenece a un tipo determinado, regido por leyes modales específicas. La familia, que es una comunidad natural, está guiada por leyes de carácter ético, las cuales norman las relaciones amorosas de todo tipo entre humanos, pero está fundada en la modalidad biótica pues se basa en el nexos sexual entre los cónyuges. Todas las demás comunidades y organizaciones están fundadas en la modalidad formativa, pues son el producto de la actividad humana controlada y dirigida a un fin determinado. La variedad de tipos de organizaciones sociales está dada, por lo demás, por la función que los guía. Así, la empresa está guiada por las leyes económicas, el Estado por las leyes diquéticas y la Iglesia por las leyes fílicas.

La diferenciación entre estas esferas (por ejemplo la "separación" Iglesia-Estado) está fundada pues en el orden del mundo. La irreductibilidad del núcleo de cada modalidad es lo que garantiza y fundamenta la *soberanía de las*

esferas sociales. Dado el carácter fundador de la modalidad formativa para casi todas las organizaciones sociales, es posible encontrar en las leyes principales de esta modalidad las leyes más generales para el funcionamiento de una sociedad cualquiera. Estas leyes son tres, a saber, la *norma de continuidad histórica*, la *norma para la apertura o despliegue de la cultura* y la *norma para el desarrollo histórico o principio de economía cultural*.

La ley de continuidad histórica obliga a todo creador de nuevas formas a reconocer el hecho de que las estructuras culturales dadas no pueden ser eliminadas enteramente, sino sólo modificadas hasta cierto punto. La norma para la apertura cultural requiere de la diferenciación de la cultura en esferas que poseen su naturaleza propia, lo cual es necesario para que las formas culturales se desplieguen y se realicen en el desarrollo histórico. La norma de desarrollo histórico, finalmente, requiere que la esfera de poder formativo de cada esfera cultural se circunscriba a los límites impuestos por la naturaleza propia de cada esfera. Ésta es la forma que asume el principio general de soberanía de las esferas dentro de la modalidad formativa. Este principio establece la condición de equilibrio más general para una sociedad diferenciada en esferas culturales específicas.

Conforme al principio de la soberanía de las esferas, la del Estado no es más que una de tantas esferas sociales, todas igualmente relevantes. Los hegelianos le otorgan una central importancia al Estado porque lo conciben como la totalidad rectora de todas las organizaciones sociales. La ontología que propugno, en cambio, rechaza que haya algún centro rector de todas las organizaciones sociales del cual deriven la autoridad de éstas. Por el contrario, la soberanía de las esferas fundamenta ontológicamente la autoridad y capacidad autolegislativa de cada una de ellas, independientemente de las demás.

El Estado, en particular, no es sino una comunidad de personas organizado con el fin de garantizar la justicia pública y el manejo equitativo de los bienes públicos que permiten la comunicación entre las diferentes estructuras. Producto de la actividad formativa humana de carácter militar, el Estado se funda en el poder de la espada, pero está dirigido por la norma de la justicia, que usualmente se hace positiva en la forma de una constitución política. La función guía del Estado determina su carácter de regulador entre todas las personas y organizaciones sociales en el ámbito de la justicia. No tiene otra función el Estado por encima o por debajo de este fin, el cual no debe ser confundido con las finalidades particulares que un gobierno determinado asuma como deseables.

La norma de justicia se expresa en la máxima: "dar a cada quien lo que es debido", la cual debe ser interpretada como un llamamiento al desarrollo personal y cultural. Es decir, cada persona y cada estructura social tiene un especial llamamiento o vocación, y esto es lo que delinea el orden general de la justicia. Éste consiste en que cada persona y estructura pueda cumplir esa vocación de manera armoniosa, es decir,

sin entrar en conflicto con los demás o resolviendo de modo pacífico y justo los conflictos que se presenten. Esto requiere en particular del cuidado de aquellos que han quedado desprotegidos por causas contingentes, como los huérfanos, las viudas o los que están en la pobreza por causas no imputables a vicios personales. Requiere también de seguridad y libertad; evitar la opresión y el abuso. Implícito en el dar a cada quien lo suyo está el no hacer acepción de personas, sino el tratar casos iguales del mismo modo y hacer que la medida de la recompensa o el castigo sea proporcional a la gravedad del hecho. Esto es lo que se conoce como principio de equidad.

Un corolario de la norma de justicia es la libertad personal, la cual consiste en establecer las condiciones para el libre desarrollo de la vocación y responsabilidades de la persona, y en impedir que alguna estructura social u otra persona interfiera en ese desarrollo.

La ley es buena y justa en la medida en que dé expresión a la norma de justicia. Una constitución no se vuelve justa o aceptable por el mero hecho de ser aprobada por una mayoría, sino por su grado de apego a la norma universal de la justicia. Esto desde luego impone límites al poder del Estado, el cual debe ser ejercido siempre en obediencia a dicha norma.

El derecho es el sistema jurídico del Estado y es adecuado en la medida en que expresa la norma de justicia; esto es, en la medida en que sus leyes —así como la aplicación de las mismas— son justas y equitativas. Todo Estado debe contar con un órgano legislativo, encargado de interpretar la norma de justicia al regular las diferentes conductas públicas. En los estados modernos, el órgano legislativo generalmente se diferencia de otros órganos estatales y en particular del jefe del Estado. Además del órgano legislativo, se requiere también de un órgano judicial, el cual se encarga de aplicar la ley, de juzgar sus transgresiones, y de guardar el orden público. Es el órgano judicial la principal correa de transmisión entre la fuerza y la justicia, pues es el encargado de hacer uso de la fuerza pública para garantizar el cumplimiento de la ley.

III

Es pertinente, dada la coyuntura actual por la que atraviesa la comunidad política nacional, es decir el Estado mexicano, plantear la pregunta de si el país se halla efectivamente sumido en el caos, como algunos parecen creer. La respuesta es que ello depende de las fuerzas políticas actuantes. Al estar el apego a las normas sociales (no positivas) mediado por la conciencia y la intencionalidad humanas, es sencillamente incorrecto plantearse esta pregunta como si estuviéramos hablando de procesos físicos o bióticos. Es la *decisión* de las fuerzas políticas lo que determinará si estamos o no en un caos político. Si esta decisión es en el sentido de apegarse a las normas universales, podremos ver un sistema estable que

tiende hacia algún equilibrio político; de lo contrario, el sistema entrará en un peligroso proceso de disolución.

El dilema actual de México estriba en mantenerse a toda costa en una estructura política semiindiferenciada o en moverse a un nuevo sistema político congruente con las leyes de desarrollo histórico, en particular con la soberanía de las esferas. La estructura política semiindiferenciada no es otra que el clan PRI-gobierno-Estado, donde las relaciones de parentesco sanguíneo o de pertenencia a ciertas familias determinan la distribución del poder político, sin que haya una clara distinción entre la familia revolucionaria (comunidad ética de primos o *cuates* leales uno al otro), el partido (comunidad ética de convicción política ideológica), el Estado (la comunidad política nacional, con su pluralidad) y el gobierno (la administración del Estado).

La pregunta es si hay el liderazgo adecuado para llevar a cabo la transición a un nuevo estado del sistema político mexicano. En otras palabras, ¿hay un liderazgo que garantice la estabilidad del sistema político mexicano, que lo conduzca a un nuevo equilibrio político? ¿En qué debería consistir, en todo caso, este nuevo equilibrio?

Hay señales de que el régimen actual tiene un verdadero interés en avanzar hacia la reforma del Estado. Pero esta reforma no puede consistir meramente en una reforma electoral, aunque la reforma electoral es un aspecto esencial de la misma. Se trata, ante todo, de *hacer del Estado mexicano una comunidad más eficiente en la administración de la justicia pública*. La democracia electoral y el fortalecimiento de un sistema competitivo de partidos no son el fin sino un medio para el objeto del Estado. Un sistema competitivo de partidos es meramente instrumental; el propósito es garantizar el cumplimiento de las normas que rigen al Estado, el cual debe presionar a los partidos en competencia y a los gobiernos para que hagan bien su trabajo.

México necesita moverse hacia un sistema de partidos que exprese la pluralidad de la nación, dentro de un sistema de reglas formales e informales que tengan el consenso de todos. Pero el punto verdaderamente crucial es la realización de las metas de justicia pública perseguidas por todos, como elucidación de punto fino de las demandas históricas de justicia del pueblo mexicano. El siguiente paso será el diseño de los medios para alcanzar ese fin, pero ahí es donde las diversas fuerzas políticas tendrán que demostrar su capacidad para cumplir con la función guía del Estado. ♦

Referencias bibliográficas

- Bunge, M., *Treatise on Basic Philosophy 3. Ontology I: The Furniture of the World*, D. Reidel, Dordrecht, 1977.
 —, *Treatise on Basic Philosophy 4. Ontology II: A World of Systems*, D. Reidel, Dordrecht, 1979.
 Dooyeweerd, H., *A New Critique of Theoretical Thought II*, Paideia Press, Jordan Station, Ontario, 1984.
 Hart, H., *Understanding our World*, University Press of America, Lanham, 1984.

Cristales



BLANCA LUZ PULIDO

*Oculto en su prisión de sombras,
labra la luz
su sueño de constancia
en los cristales.*

I

El granate
es un ejercicio de sangre derramada
en el profundo mármol
de tu cuello.

El granate y su memoria de opulencia
son, en la enramada de tus venas,
la herida luminosa de la tierra
que se mira surgir,
de nuevo líquida,
en tu pecho.

II

El zafiro
habla el idioma
de las profundidades
sólo el zafiro sabe
lo imposible
de su azul en la sombra adormecido

Tal vez la noche
que el zafiro esconde
oculta en sus reflejos
el mar
que en sus cristales
detenido
avanza

III

Arde el ópalo
en sus cavernas de fuego,
de tiempo suspendido,
de líquidos cielos improbables.

Finge la luz,
el agua,
el mediodía,
un lento azul de insomnio
y el verde que no alcanzaron los jardines.

Yo no sé
los pensamientos
que sus colores cautivan y condensan,
pero me entrego al desvelo
a la sed
de imaginarlos.

Vestido y copertenencia

El hábito hace al monje



MARÍA ROSA PALAZÓN

1 Cuando los seres humanos empezaron a utilizar prendas de vestir para cubrir su desnudez, se iniciaron unas “puestas en escena” que resulta interesante analizar desde múltiples perspectivas —económica, moral, genérica...— y como un complejo hecho histórico.

La indumentaria revela semejanzas y diferencias entre el nosotros y el vosotros cultural o étnico, y, en cada nosotros colectivo, permite distinguir las fiestas de la vida cotidiana; a los sacerdotes de sus feligreses, a una generación de otra y, además, las ideologías, los géneros, las personalidades y hasta los estados de ánimo del individuo —este listado no pretende ser exhaustivo.

La cantidad y el precio de vestidos que se conservan en algún lugar, como un armario, por ejemplo, también indican las pretensiones de clase. En Mesoamérica fue indicativo de las relaciones de dominación el que anualmente los aztecas recibieran millones de telas provenientes de las cabeceras municipales tributarias. Por último, las formas de vestir una parte del cuerpo o dejarla desnuda son expresión de una moral.

2. Hablaré de estos asuntos con base en la vestimenta de los mixtecos de la costa oaxaqueña,¹ comparada con sus antitéticas: la de los “revestidos” y “los cruzados”, y la “alta” moda “internacional”. Las investigaciones etnográficas en que fundé mis reflexiones son obra de Drucker, Lechuga y Mompradé y Gutiérrez; corresponden exclusivamente a tres periodos: 1957-1960, 1976 y 1982. Asumir esta perspectiva sincrónica no me compromete con la vigencia de las informaciones aportadas por esos cuatro autores. No obstante, ya sabemos que algunas todavía resultan válidas y que parte de los indígenas de la Mixteca ha emigrado al Distrito Federal o a

los Estados Unidos. Los tiempos verbales en presente y pretérito de este ensayo son, pues, en principio, equívocos.

3. Empiezo por subrayar ciertos contrastes. En la actual fase histórica, la industria de la moda ha adquirido un poder impresionante, hasta contar con una enorme capacidad de oferta de diseños innovadores, reproducidos cientos de veces cada “temporada” —ruptura histórica— en vestidos destinados a una multitud —usuarios homogeneizados— inducida a la compra mediante estímulos visuales, a los que Barthes llama “escritura de moda” (Barthes: 197), esto es, la retórica que acompaña a las imágenes en revistas, exhibiciones televisadas y filmes. Esta retórica orienta cada vez más la observación y establece las conductas de los potenciales consumidores: “garantiza” que la compra de vestidos elimine “escorias” —son palabras de Barthes— como el aburrimiento, las imposibilidades económicas, la fatiga y las decepciones e incertidumbres de la elección; esto último, porque se ha previsto la prenda adecuada para cada actividad —“sirve para”... y “anuncia” el deporte, el ir de compras...—, para cada hora del día y, por si fuera poco, da a la usuaria la sensación de un potencial ilimitado de adquisiciones, le promete una apariencia bella y joven, y, además, le ofrece diversión mediante una “superactividad perfectamente ociosa”, propia de la aristocracia (Barthes: 217).

En ciertos aspectos, lo opuesto a esta moda “cosmopolita” se halla en los tradicionales diseños “indios” de rombos, venados, estrellas de ocho puntas, águilas bicéfalas, grecas, mariposas, serpientes..., “motivos” ya entretreídos, ya deshilados o “aplicados” por medio de bordados y pinturas en sarapes, enredos, huipiles,² morrales, trapos... La ropa es uno de los recursos autodefensivos mediante los cuales los integrantes de cada grupo étnico mexicano siguen hermanándose, o sea limando asperezas, y no olvidando lo memorable de su tra-

¹ La zona cultural mixteca se ha dividido en tres áreas: la alta, en la sierra; la baja, en los límites de Oaxaca y Puebla, y la costera, cerca del Pacífico, aunque no a orillas del mar —zona caliente—. Los mixtecos viven entre otras culturas que seguramente han influido en su vestuario.

² El sarape es una frazada; el huipil, una especie de camisa escotada, larga, sin mangas y a veces abierta a los lados; el enredo, una tela suficientemente larga y ancha para que, ceñida a la cintura, sirva de falda.

dición. Además, con ella defienden su personalidad colectiva y su continuidad histórica.

Cada atuendo, cada pieza hecha a mano por ellos es un modelo único. La producción es, obviamente, exigua si se la compara con la de cualquier industria del vestido, así sea pequeña.

Vestido y copertenencia

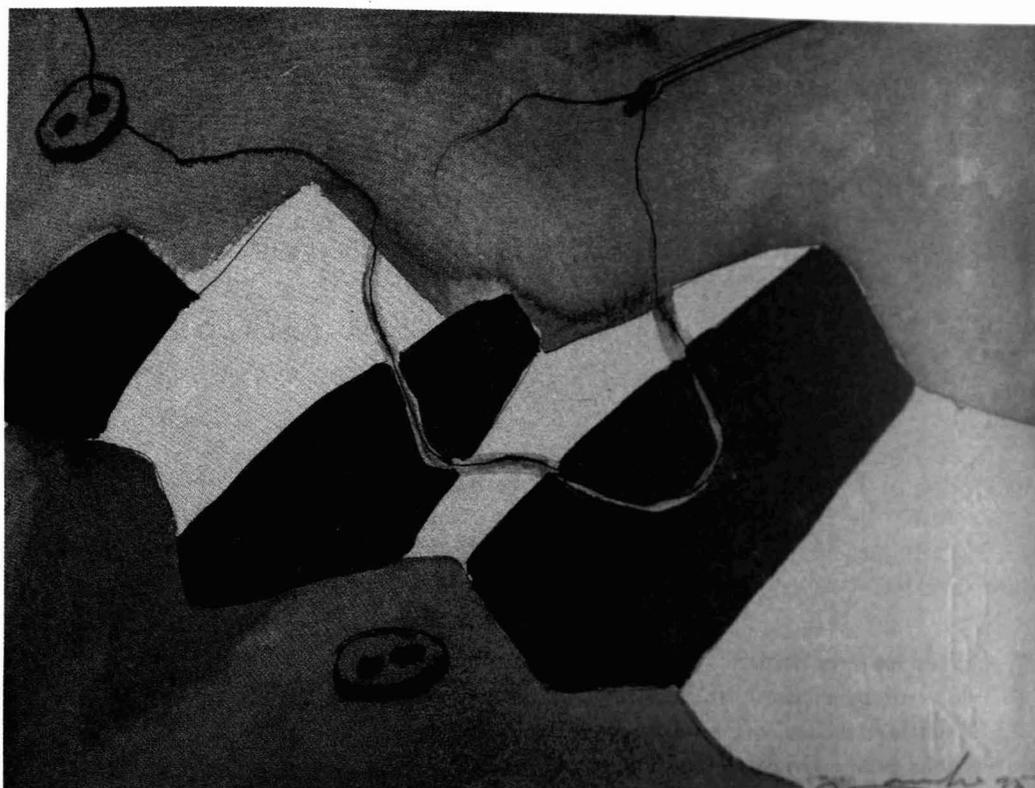
Mediante su vestido, los "indios" resaltan su pertenencia a una población o a una cultura específicas, porque la primera no necesariamente coincide con la segunda. Veámoslo: según Drucker, hasta

1960 los habitantes de Santiago Jamiltepec eran los mixtecos —los "ñucinu" o "gente de nuestro pueblo"—, los no indígenas y los hijos de mixtecos y mixtecos "transculturados", que cambiaban su indumentaria tradicional por la proveniente de la industria mexicana del vestido. La gente del lugar los llamaba "revestidos" (Drucker: 9) y en mixteco se los denomina "indios pintados" o "individuos con máscara", expresiones también aplicadas a los "tejorones" o danzantes del carnaval. Las relaciones entre los tres tipos de población —"indios", "revestidos" y "cruzados"— fueron hostiles. Aquí conviene efectuar una puntualización acerca del significado de "cruzado": en Jamiltepec, los mixtecos evitaron la falsa terminología racista de "mestizos" e "indios", rescatando el concepto de "cruzado" con este significado preciso:

las relaciones sexuales entre hombres mestizos [*sic*] y mujeres indígenas [...] Los hijos de tales uniones son señalados como cruzados *si se visten con ropa mestiza*: si son criados por familiares indígenas son considerados indígenas, y llevan el apellido de la madre en casi todos los casos. (Drucker: 99.)

Los "cruzados" se consideraban superiores a los "indios" mixtecos y, por lo menos hasta inicios de los años sesentas, prolongaron su hostilidad hacia los "revestidos", a quienes describían como "indios" que abandonaron la indumentaria de sus familiares y antepasados, asumiendo un *status* que "no les corresponde". Por su parte, los mixtecos fueron antagonistas de "cruzados" y "revestidos".

El revestimiento se asoció con prácticas como el empleo del español —no del mixteco— o el bilingüismo, la no parti-



cipación en los cargos religiosos, la asistencia a la escuela pública, el abandono de los trabajos rurales, el desplazamiento fuera de los pueblos de origen y el cambio definitivo de residencia.³

Atuendo de la mujer mixteca

Los grupos humanos emigran, se dispersan, conviven, se mezclan y se dominan, influyendo unos en otros y cambiando todos. En algunos aspectos, sin embargo, las etnias se diferencian poco entre sí, como en el caso del vestido de las mujeres huicholas, tarahumaras y seris. En muchas regiones de Mesoamérica las semejanzas culturales todavía se notan porque las prendas femeninas son básicamente el huipil, el enredo y la faja.

En contraposición con estas semejanzas y la permanencia de las mencionadas tradiciones indígenas, las revestidas de la costa oaxaqueña elegían el vestido de una sola pieza. Y además usaban portabustos. Cabe anotar que, curiosamente, al menos hasta fines de los cincuentas, asimilando la dominación que padecían, los mixtecos dividieron a la "gente" en la "de vestido" —expresión que equivaldría a la nuestra de "traje de vestir"— o "vestida de razón" y, por inferencia simple, la mal vestida o vestida de gente "sin razón" o subhumana —ellos mismos.

Las mixtecas aún usan la "tralla" o lienzo de tela blanca que colocan sobre la cabeza o los hombros, atándola en la zona del pecho, excepto las de Jamiltepec, que se cubren con el huipil. En San Juan Colorado y demás poblaciones

³ Un dato: hasta inicios de los años sesentas habían emigrado más mujeres que hombres.

de la Mixteca costera, el huipil de boda, que las mujeres del lugar guardan desde el día de sus nupcias hasta su entierro, está tejido en tres lienzos de setenta centímetros, más o menos, de algodón blanco, profusamente bordado alrededor del cuello, con diseños cuyos detalles varían en cada lugar. En el espacio entre unos listones o cintas de artisela, se bordan águilas bicéfalas sobre el pecho, la espalda y los hombros. En las costuras del huipil se disponen otras cintas verticales.

Las mixtecas de la costa llevan diariamente un enredo de tela blanca —con rayas para las solteras—. Durante las fiestas se ponen el “posahuanco”, que enrollan estrechamente, es decir, sin pliegues, alrededor de las caderas, sosteniéndolo con una faja, roja en la mayoría de los pueblos y azul en Jamiltepec, elaborada en la Mixteca alta. Este enredo es una tela rectangular de algodón formada con tres lienzos tejidos en telar de cintura. El diseño posee franjas horizontales con los tres colores prehispánicos: el rojo de la grana, el azul del añil y el morado o púrpura del caracol. El “posahuanco” lleva pequeños dibujos como cocolos y líneas en zigzag. En los diferentes poblados no varía la posición de las franjas y sí en cambio el tejido de la urdimbre y la distribución de los colores: en San Pedro Jicayán y Zacatepec-Chayuco predomina más el rojo; y el “posahuanco” de Ixtlayutla carece del morado: sólo tiene rayas rojas en fondo azul.

Las mixtecas se adornan con collares de azabache, coral y plástico, y con aretes de filigrana de oro. Se parten el cabello en dos, se lo enrollan en la cabeza y se lo anudan en la frente. En Pinotepa Nacional se lo enredan con una trenza postiza y forman así un rodete alto. Durante las bodas sustituyen la trenza por cordones de lana negra que terminan en flecos de artisela que les caen encima de los hombros —en Huazolotitlán es más grande la masa de cordones entrelazada con el pelo—. Las “revestidas” acostumbran cortarse el cabello y rizárselo.

Hasta 1960 las madres de Jamiltepec se encargaban de que sus hijas, entre los cinco y doce años, abandonaran la indumentaria no indígena. A pregunta expresa de Susana Drucker sobre los motivos de su conducta, respondieron: la muchacha “de vestido” no se casa —con un mixteco, se sobreentiende—; o se niega a hablar con su madre, es decir, se avergüenza de sus orígenes y hasta de su lengua materna. Añadieron también que si una mujer abandona el huipil y enredo tradicionales, “la gente habla mucho”. Y estas respuestas prueban el relevante papel de la mujer en la conservación de la cultura mixteca, su tarea de hermanar a individuos para que sean connacionales —expresión de O. Bauer, que reúne “con” y *natio, nationis*, camada.

Clase y atuendo

El consumo mundial del vestido industrializado —la moda—, orientado por la publicidad, adquiere sorprendentes funcio-

nes y poderes de manipulación, observa Barthes: su retórica aparentemente inocente decreta qué es obsoleto y actual, o adecuado e inadecuado. Además resulta premonitoria —sabe lo que se usará en la próxima estación— e imperativa —ordena mediante frases desprovistas de justificación como, por ejemplo, “obviamente en la tarde usará traje sastre negro”—. Asimismo, este aparato publicitario libera de imputaciones a los industriales y comerciantes del ramo —“en esta temporada, las jóvenes prefieren las faldas largas”. El enorme consumismo está orientado mediante engaños: para evitar que sea obvia la manipulación, en su publicidad las firmas comerciales ocultan que ellas están imponiendo un atuendo para cada actividad y para cada lugar y tiempo de su realización —hora del día y estación—, por medio de “ganchos” como el “traje para toda ocasión”, como la prenda “durable” —“la gabardina de esta estación puede ser guardapolvo en la siguiente”— y con el vestido-juego, no utilizable, que se exhibe en el espectáculo o desfile de modas como una obra de arte.

De cómo se viste la persona sacamos en claro, o al menos intuimos, quién es rico, quién pretende serlo y quién es pobre, así como quién pertenece a una población central, esto es, privilegiada, comparada con las marginadas o periféricas. En *Down and Out in Paris and London*, George Orwell describe de manera tipificadora las reacciones de un burgués que, luego de abandonar su abrigo, se pone el atuendo de un obrero. Por un lado teme que al hablar se note la incoherencia entre su ropa y su manera de expresarse, o que la policía lo arreste como a un vagabundo. Por otro lado, siente la camaradería de sus “semejantes” cuando un buhonero, al que ha ayudado a levantar un barril, le dice “gracias compañero”, término que nunca le había sido dirigido.

En oposición a la gente que obedece la moda jerarquizadora, los mixtecos, mayoritariamente campesinos y artesanos, evitan las fricciones de una competencia clasista, que resulta en potencia etnocida, y se solidariza en contra de las adversidades que trae consigo la sobreexplotación, además de inculcar a sus niños el temor a la envidia provocada por la acumulación de riquezas. Por lo mismo, las mujeres poseen un máximo de cuatro sábanas y un par de huipiles y “posahuancos”, no más. Asimismo, al igual que muchos pueblos indígenas, han establecido mecanismos reguladores de la distribución y el consumo de la riqueza.

Otro dato relevante es que sólo discuten el asunto del vestido cuando se aproximan ceremonias como el matrimonio, las procesiones y la asunción de mayordomías; en cambio, los comerciantes y ganaderos “cruzados” y no indígenas en general prestan más atención a su apariencia: en 1960 quienes ostentaban más su elegancia o portaban “ropa de vestir” eran los “revestidos” o “arrazonados”, adjetivo que los ubicaba entre el “indio” y la “gente de razón” o humana.

Aclaro —dejando de lado la estricta sincronía o los marcos temporales fijados en este ensayo— que las actuales políticas para que la etnia funcione como una familia armó-

nica, o poco estratificada en clases,⁴ no prolongan situaciones propias del mundo prehispánico. Según vemos en el pictograma de la matrícula de tributos del *Códice Mendocino*, la indumentaria de cada clase estuvo estrictamente reglamentada. Las prendas usadas por la nobleza ostentaban un asombroso lujo en los adornos de sus taparrabos o *maxtlatl*, en sus mantas, sus tocados de plumas, sus "caites" (zapatos), cosidos con hilo de oro y en sus capas o *tilmatl*, guarnecidas con metales preciosos, conchas y perlas, sin contar sus pendientes, brazaletes, narigueras... Una anécdota ilustra la importancia clasista que los aztecas le atribuyeron al vestido: para presentarse ante el emperador Moctezuma, los grandes señores cambiaban sus finas ropas por otras de ixtle —fibra de agave—, como si fueran pobres o macehuales.

Pese a la antes mencionada observación comparativa de las tendencias a igualar o separar clases, es cierto que entre los mixtecos perviven algunas diferencias; por ejemplo, los que ocupan cargos portan sombrero de fieltro de ala ancha y bastón de mando e, igual que en cualquier sitio, las mujeres con mayores recursos económicos poseen collares de piedras semipreciosas —coral y azabache— y aretes de oro macizo, no de filigrana.

Género y atuendo

Como en casi todas las sociedades, la madre indígena transmite e inculca las costumbres grupales a sus hijos o, si se prefiere, carga con el mayor peso de la socialización. Desde épocas prehispánicas ella manufactura los trajes de su familia —confección que a veces inicia con la cosecha, limpia e hilado de algodón en el malacate—. Sus prácticas están destinadas a hermanar a sus descendientes con su "pueblo"; bajo la luz de esta misión cohesionadora, se entiende que las mexicas consideraran que eran tejedoras y costureras por la gracia de la diosa Xochiquetzal, y las mayas por la de Ixchel.⁵ Al nacer, las niñas recibían un simbólico huso, don divino, porque con el tiempo estarían obligadas a vestir a su familia y, si pertenecían a un pueblo sometido, a pagar el tributo con piezas textiles.

Además de estas normas genéricas, relacionadas con la elaboración del vestido, se halla el uso de éste. Listo datos sobre este punto. Hasta 1960, la niña de Jamiltepec era vesti-

da con enredo antes de que el niño utilizase cualquier traje regional. Las diferencias entre la indumentaria de mixtecos, "cruzados" y "revestidos" era menor entre los hombres que entre las mujeres. En el Barrio Grande de Jamiltepec, donde se acumulaba la mayoría de mixtecos, los padres y maridos eran los principales responsables del revestimiento femenino. Y tanto los padres cuanto las madres se resistían a enviar a las niñas a la escuela, o sea a que recibieran una ideología distinta de la de su comunidad y hasta contraria a ella, pues de otra manera serían presas de la transculturación o revestimiento.

Adicionalmente, la indumentaria de los indígenas mantiene de modo estricto las fronteras sexuales, mientras que la moda mundial, que las enfatiza retóricamente, ponderando la "femineidad", va introduciendo las prendas "masculinas" en el vestuario de la mujer —chaqueta, corbata, pantalón...—, hasta que anula los rasgos diferenciales mediante la moda unisexual, o incluso convierte a la mujer en un efebo mediante el *boy look*.

Abro un paréntesis con una inquietud: ¿por qué en las sociedades indígenas, hasta ahora tan rigurosamente patriarcales, el traje masculino es tan sencillo, poco elaborado y "sin gracia" en comparación con el femenino, excepto entre los huicholes contemporáneos?

Moral y atuendo

1. El *maxtlatl* o taparrabos ceñido a la cintura, con un cabo que cuelga adelante y otro detrás "para reparo de la honestidad", en frase de fray Bernardino de Sahagún, fue abandonado debido a las presiones moralistas de los conquistadores y frailes. Asimismo, los huipiles fueron cerrados en los lados y se insistió en que las mujeres se cubrieran los senos. Sin embargo, hoy en día las mixtecas de la costa aún trabajan en su hogar con los pechos desnudos.

Desde la década de los setentas, un número cada vez mayor de ellas ha hecho la concesión de cubrirse con un delantal de pechera fabricado con tela comercial, contrariando así sus tradiciones centenarias. Sin embargo, ellas tuvieron, y de alguna manera aún tienen, una actitud distinta respecto a la desnudez, porque se bañaban en pozos a la orilla del pueblo y en caminos transitados, ignorando la presencia de las demás personas.

2. En Jamiltepec, las mujeres emplean el huipil "de tapar", tela a modo de capa que les cubre de la cabeza a la cintura. El día de su boda no meten los brazos en las mangas de esa prenda, una de las cuales les queda al frente y otra atrás de su cuerpo. O, sin hacer caso de las mangas, lo cruzan al frente, asegurándolo debajo del brazo. Cuando mueren las amortajan, colocándoles las mangas como lo indica el mismo corte del huipil.

Esta mera descripción de hechos va señalando los niveles en que las mixtecas aceptan la moral contemporánea y se rebelan contra ella. No obstante, si de comparaciones se

⁴ Comparación que me fue sugerida porque en el concepto de "familia" extensa incluimos gran cantidad de personas unidas por una vaga relación de parentesco y porque los mixtecos actúan como si su comunidad fuera su familia cuando resuelven ante las autoridades locales los conflictos de la pareja.

⁵ Para complementar esta información, recordemos que en el siglo XVI los españoles introdujeron en la Nueva España el lino y el cáñamo, la lana, la seda, algunos tintes y las cardas, las ruecas y los telares de pedal. Asociada con estas innovaciones técnicas, vino la participación de los hombres en los procesos productivos de los textiles y tejidos.

trata, hemos de convenir en que, inversamente a la moda de la tanga sin portabusto, que en Europa ha ido imponiendo tolerancia y haciendo posibles prendas que en el pasado eran impensables, las mixtecas han acatado reglas morales que les eran ajenas.

Estética, edad, ritual y vestuario

1. En cualquier parte del mundo existe el traje de diario y el de fiesta. Las mixtecas se ponen huipiles y enredos especiales o de "grandes ocasiones" durante los bautizos, bodas y entierros. Y durante el carnaval, el mixteco que danza representando a una mujer lleva puesto el mejor "posahuanco" y huipil de boda del pueblo.

2. La "escritura de moda" señala como modelo ejemplar la juventud —"siempre joven", "aún bella", se lee—; las mujeres después de los cuarenta años deberían —dictamina— dejar de usar cortes y colores que "ya no las favorecen".

Entre los indígenas, por el contrario, la vejez adquiere prestigio: es signo de sabiduría, pero el vestido es uniforme para todas las edades —si bien entre los mixtecos de la costa la vestimenta del niño tiene una importancia secundaria, porque muchas veces va desnudo.

3. La apariencia física está relacionada, además, con las apreciaciones estéticas centradas en los ejes "bello" y "feo", que influyen en la selección del traje: mientras las "indias" del lugar afirman que el huipil y enredo tradicionales son más bonitos que los vestidos comerciales que cubren todo el cuerpo, las "cruzadas" afirman que estos últimos les gustan más.

Conclusiones

Las comparaciones entre comportamientos culturales opuestos aquí efectuadas sugieren que:

a) El vestuario es como un sintagma compuesto de significantes y de significados, incluyendo en éstos a sus funciones teóricas, prácticas y estéticas. Aquél impone una serie de limitaciones que muestran tanto la libertad cuanto las sujeciones ideológicas de quien lo porta.⁶

b) Cuando se violan demasiado los paradigmas o modelos formales que limitan las posibilidades de la prenda y que, consiguientemente, tienen incidencia en ella, se genera otra nueva —los cambios podrían alterar, por ejemplo, un huipil para convertirlo en blusa—; si no influyen, se trata de meras variantes que enriquecen el vestuario de una cultura.

c) Los cambios de detalles que no ponen en peligro la estructura de un tipo de prenda antigua, celosamente conservada, ni su diseño principal ni sus funciones, como ocurre

con los "posahuancos" y huipiles mixtecos de la costa, manifiestan la continuidad histórica, las afinidades e influencias culturales fuertes entre poblaciones del presente y la posibilidad de que algunas de éstas desciendan de una sola organización étnica del pasado.

d) El vestuario puede ser indicativo de un sentido de identidad o copertenencia. Entre muchos indígenas de México lo es.

e) La presencia o ausencia de una prenda utilizada en todo el mundo, que adaptativamente llamaré uno de los "rasgos pertinentes" (Barthes: 146), puede revelar secretos históricos como la rebelión a las imposiciones clasistas, ideológicas, genéricas, estéticas y morales.

f) El relativamente poco significativo cambio de las formas, los diseños y las funciones —y secundariamente de los materiales y los coloridos— de los trajes puede deberse a las necesidades cohesionadoras de la etnia en su lucha histórica por su supervivencia, igual que las grandes variaciones de la industria del vestido propician el consumismo homogeneizador de las culturas.

Terminaré enfatizando que la indumentaria de los mixtecos de la costa es una prueba más de la capacidad de resistencia indígena a las tendencias masificadoras o etnocidas, esto es, de la lucha de cada etnia por mantenerse como una población de "hermanos". Y esta conducta suya en favor de las organizaciones económicamente iguales y diferenciadas en sus culturas es un mensaje que enriquece a la humanidad entera. ¡Ojalá sepamos escucharlo! ♦

Bibliografía

- Barthes, Roland, *Sistema de la moda*, trad. Joan Viñoly i Sastre y Michèle Pédanx, revisión bibliográfica Joaquim Romaguera i Ramió (Col. Comunicación Visual), Gustavo Gili, Barcelona, 1978.
- Drucker, Susana, *Cambio de indumentaria. La estructura social y el abandono de la vestimenta indígena en la Villa de Santiago Jamiltepec* (Col. de Antropología Social, 3), Instituto Nacional Indigenista, México, 1963.
- Lechuga, Ruth D., *El traje indígena de México. Su evolución desde la época prehispánica hasta la actualidad* (Col. Panorama), Panorama Editorial, México, 1983.
- Mompradé, Electra, y Tonatiúh Gutiérrez, *Historia general del arte mexicano. Indumentaria tradicional indígena*, Hermes, México, 1976.
- Osborne, Lilly de Jongh, "Costumes and Wedding Customs at Mixco, Guatemala" en *Notes on Middle American Archaeology and Ethnology*, Filadelfia, 1945, 2(28):148-152. Ensayo fechado en febrero de 1945.
- Orwell, George, *Down and Out in Paris and London*, Berkeley Publishing Co., Nueva York, 1933.
- Schevill, Margot Blum, *Evolution in Textile Design from the Highlands of Guatemala*, drawings by Caroly Shapiro (The University of California-Lowie Museum of Anthropology, núm. 1), University of California-Lowie Museum of Anthropology, Berkeley, 1985.

⁶ El clima es un condicionante que limita las telas y formas del vestido, pero no las determina.

Azar, arte y computadoras

Las matemáticas y el caos



JOSÉ ANTONIO DE LA PEÑA

Pequeños cambios, grandes consecuencias

[Jacques] *Mi capitán solía decir: "Dada una causa, un efecto le seguirá; de una causa débil, un efecto débil; de una causa momentánea, un efecto de un momento; de una causa intermitente, un efecto intermitente; de una causa que termina, un efecto que se detiene."*

[Amo] *Pero me parece que siento dentro de mí mismo que soy libre, de la misma forma que siento que pienso.*

[J.] *Mi capitán decía: "Sí, en este momento que no quieres nada; pero, ¿querías caerte de tu caballo?"*

[A.] *¡Y bien! si quisiera, me caería.*

[J.] *¿Con gusto y sin vacilar?, ¿como al entrar por la puerta de una casa?*

[A.] *No exactamente; pero, ¿cuál es la diferencia, si cayendo del caballo demuestro que soy libre?*

[J.] *Mi capitán diría: "¿Qué!, ¿no te das cuenta de que sin mi provocación no se te hubiera ocurrido nunca romperte el cuello? Soy por tanto yo el que toma del pie y te arroja de la silla..."*

Diderot: *Jacques le fataliste et son maître*

La nariz de Cleopatra: si hubiera sido más pequeña, el aspecto entero del mundo habría cambiado.

Blaise Pascal: *Pensées*

En 1958, Isaac Asimov escribió un cuento que retomaba la clásica historia del Doctor Fausto vendiendo su alma al diablo. El doctor Marshall Zebatinski, un físico más bien mediocre, con un empleo de segunda categoría en un laboratorio norteamericano, se lamenta de no ser un científico de renombre. Un desconocido le ofrece cumplir su deseo anhelado si sólo cambia una letra de su nombre: la Z por una S. Tras grandes esfuerzos y dificultades con la burocracia, el físico de la historia logra convertirse formalmente en Marshall Sebatinski. Unos meses después recibe el ofrecimiento de un puesto de primer nivel en una importante universidad, volviendo realidad sus sueños.

Por supuesto, hay una parte oculta para Zebatinski. La petición de cambio de nombre pareció sospechosa a la burocracia: entenderían que quisiera cambiar su extraño nombre por otro más sencillo como Smith (que también se escribe con S), pero sólo una letra, era para pensarse. Informado de esta situación, el FBI toma cartas en el asunto y comienza a investigar. Rastreado el apellido, sus agentes en la Unión Soviética descubren que en los últimos meses varios físicos que trabajaban en el mismo campo (aparentemente sin importancia) de Zebatinski han desaparecido. La conclusión no tarda en llegar. La Unión Soviética ha descubierto una importante aplicación de los estudios de estos científicos y los ha reclutado para un proyecto importante. Los Estados Unidos deben contratar en sus mejores centros a los expertos en esta área para no quedar atrás en los posibles nuevos avances. Las investigaciones en los Estados Unidos y de espionaje del FBI descubren los preparativos de guerra de la Unión Soviética y logran evitar la tercera Guerra Mundial.

En el desenlace de la historia, nos enteramos de que el "demonio" que visitó al ahora doctor Sebatinski es en realidad un extraterrestre que había hecho una apuesta con un amigo: tenía que conseguir que sucediera algo trascendental en la tierra (evitar su destrucción por una guerra, por ejemplo), haciendo sólo una pequeña cosa sin importancia aparente (el cambio de Z por S). Reconociendo su derrota, el extraterrestre perdedor hace a su amigo una segunda apuesta; propone deshacer lo conseguido y lograr la destrucción del planeta por medio de otra acción menor. La apuesta es aceptada y el cuento termina.

Lo que la historia nos muestra es que en ciertas ocasiones, pequeñas modificaciones de las circunstancias pueden acarrear importantes cambios. Vista la historia desde la perspectiva de Zebatinski, es una afortunada casualidad que las universidades se interesen repentinamente por su campo de trabajo. En realidad no hubo ninguna casualidad. Su pequeña

acción consistente en modificar su nombre desencadenó una serie de cambios cada vez de mayor importancia; cada paso era perfectamente controlado por las leyes de los intereses norteamericanos y soviéticos en juego. En matemáticas diríamos que estamos frente a un fenómeno de *inestabilidad exponencial*.

Tendemos a suponer que pequeños cambios en las circunstancias que rodean a un fenómeno o situación que acontece en la realidad acarrea pequeñas consecuencias. Si empujamos con la mano un automóvil en el momento que arranca, esperamos que el efecto sea mínimo e insignificante, no que el coche salga de su curso y vaya a estrellarse a la acera de enfrente. Pero las cosas no son siempre tan simples. En meteorología se sabe que la magnitud de una perturbación atmosférica se duplica cada tres días, en caso de que nada se interponga en su desarrollo. Esto quiere decir que si en este momento agito un abanico, la perturbación atmosférica que produzco (ciertamente no muy grande), se verá multiplicada por dos en tres días y por $2^{10} = 1\ 024$ veces en un mes. Dentro de un año se verá multiplicada 10^{36} veces, lo que probablemente será sentido como un ciclón en alguna parte del planeta. Este efecto, conocido como el *efecto mariposa*, resulta un tanto extraño a nuestra experiencia. En realidad, no tenemos que cuidarnos de estornudar para no producir tornados en otros países. Esto es así por varias causas. Por una parte, hemos dicho que la perturbación se duplicaría en tres días de no haber nada que se interponga en su camino, y por supuesto, hay muchas mariposas, estornudos y tornados que sí lo hacen. Por otra parte, no poseemos los recursos que nos permitan medir el efecto que tendrá dentro de varios días o meses la perturbación atmosférica que producimos. Sin embargo, en circunstancias especiales y aunque no nos demos cuenta de ello, un pequeño cambio de *Z* por *S* puede salvar al mundo... o destruirlo.

Si queremos ver más de cerca el fenómeno de la inestabilidad exponencial, proponemos al lector el siguiente juego de salón. Puede participar cualquier número de jugadores y se requiere solamente una hoja de papel, lápiz y una regla graduada. En la hoja se tiene dibujado un triángulo equilátero y al comenzar cada jugador marca un punto dentro del triángulo. En el primer turno del juego, cada jugador marca el punto que se obtiene de duplicar la distancia entre su punto original y el vértice más cercano del triángulo. En el siguiente turno, se repite el procedimiento

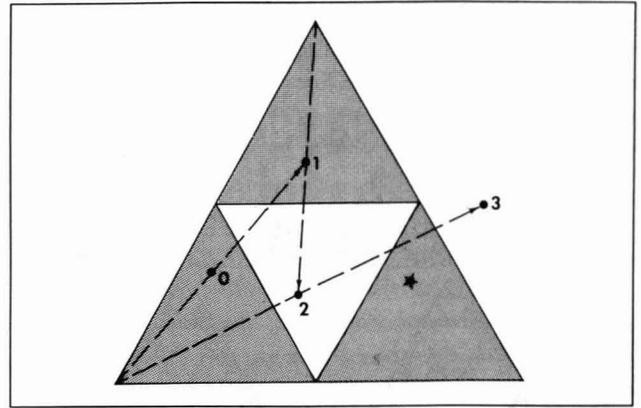


Figura 1

duplicando la distancia entre el punto obtenido en el primer turno y el vértice más cercano del triángulo. Y así sucesivamente. Gana el jugador que tarde más tiempo en sacar un punto del interior del triángulo (figura 1). Si el lector practica un poco este juego descubrirá que puede participar con puntos muy cercanos entre sí, uno de los cuales requiere de muchas jugadas para salir del triángulo, mientras que el otro está fuera después de un par. Tenemos aquí un ejemplo de un proceso donde pequeñas alteraciones de la posición inicial nos llevan a grandes consecuencias (no hay que apostar a ganar en este juego). Sin embargo, el juego de ninguna manera está regido por el azar; por el contrario, está determinado por una sencilla regla matemática. ¿Hay alguna manera de ganar siempre en este juego? Sí, de hecho hay una cantidad infinita de puntos ganadores, esto es, puntos que sin importar cuántas jugadas se hagan, siempre se quedan dentro del triángulo. Pero al mismo tiempo hay muy pocos de estos puntos en comparación con la cantidad de puntos perdedores: si elegimos un punto al azar, ¡la probabilidad de que sea un punto ganador es cero! En la figura 2, vemos cómo obtener los puntos ganadores: de un triángulo equilátero hay que eliminar el triángulo invertido que se forma al unir los puntos medios de los lados de aquél; de esta forma tenemos tres triángulos sobrevivientes. Luego eliminamos los triángulos formados con los puntos medios de los tres triángulos sobrevivientes del primer paso. Con esto nos quedan nueve triángulos cada uno de los cuales tiene lados que equivalen a la cuarta parte de los del triángulo original. Luego... continuamos este proceso hasta el infinito.

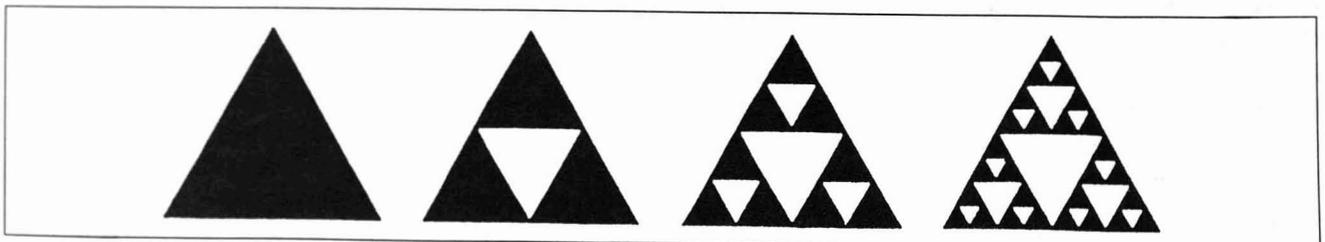


Figura 2

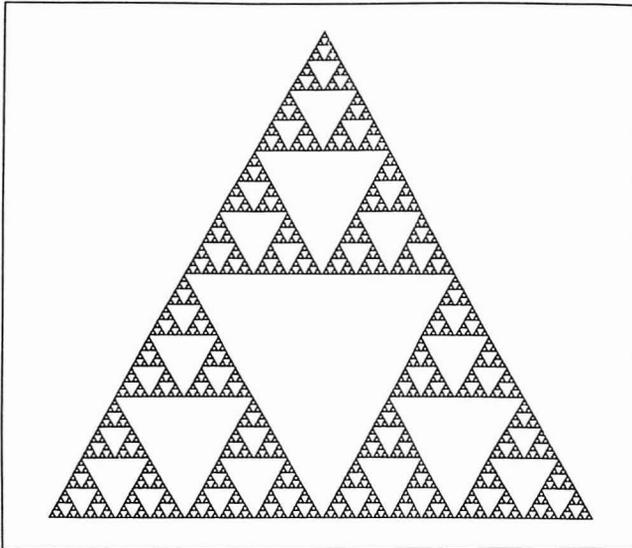


Figura 3

Lo que nos queda, se conoce como la criba de Sierpinski y aunque realmente no se puede dibujar se parece a la figura 3, donde los puntos ganadores del juego se encuentran en las áreas negras.

Como veremos después, hay muchas más fuentes de inestabilidad exponencial de las que en principio esperamos. Algunas las sospechamos intuitivamente, por ejemplo, el comportamiento (caótico) de la economía. En este sentido recordamos la última predicción de E. F. Hutton, una importante firma en Wall Street, el 19 de octubre de 1987, momentos antes de la caída de la bolsa: "la visibilidad y el impulso que llevan las ganancias deberán seguir propulsando el mercado a nuevas alturas". (Por supuesto, hay muchos ejemplos locales de este tipo de declaraciones.)

Un rápido vistazo al desarrollo de la noción de caos. De la intuición matemática a las computadoras

Una causa muy pequeña que escapa a nuestra percepción determina efectos considerables que no pueden escapársele a nuestra vista, y entonces decimos que el efecto se debe al azar.

Henri Poincaré: *Ciencia y método*

Desde hace tiempo se sabe que estudiar los fenómenos exponencialmente inestables resulta una tarea difícil. El texto citado anteriormente fue escrito en 1908. En ese tiempo, científicos como el matemático Poincaré y el físico James Clerk Maxwell se daban cuenta de que había fenómenos tan especialmente sensibles a los cambios de las condiciones iniciales que era más fácil para la gente pensar que las consecuencias visibles eran producto del azar. La investigación matemática indicaba, por el contrario, que sistemas gobernados por leyes físicas pueden manifestar cambios de manera irregular y difícil de predecir; una situación que ahora se denomina de *caos*.

Mucho del trabajo de Poincaré se centró en comprender fenómenos cuyo comportamiento era caótico. Un ejemplo notable de inestabilidad que Poincaré estudió es el movimiento en el espacio de tres cuerpos que se atraen mutuamente. Fue en este problema que Poincaré advirtió que la mecánica newtoniana dejaba amplio espacio a la impredecibilidad, y que la cuestión de la estabilidad de un sistema no podía determinarse estudiando las series divergentes asociadas a la solución de las ecuaciones de movimiento. A pesar de sus esfuerzos, Poincaré no logró demostrar que el sistema solar se encuentre en movimiento caótico. Si bien este problema no ha sido aún resuelto, se sabe que una variación de un metro de la posición de la tierra puede ocasionar que al cabo de cien millones de años se modifique esta posición hasta en un millón de kilómetros. Esto nos habla de que probablemente la órbita terrestre sea inestable (pero también muestra que todavía no tenemos por qué preocuparnos).

El método de Newton para calcular soluciones de ecuaciones polinomiales es bien conocido por estudiantes de carreras científicas. Dada una ecuación como $x^2 + x = 6$, sabemos que tiene dos soluciones que son fáciles de calcular: 2 y -3. Supongamos por un momento que no conocemos la solución 2 pero deseamos obtener una aproximación por el método de Newton. Comenzamos por una aproximación, digamos $z_0 = 1$; con ella calculamos la segunda aproximación como el resultado de sustituir z_0 en la expresión $x^2 + x + 6/2x + 1$, ésta es $z_1 = 2.63$. Repitiendo el proceso obtenemos: $z_2 = 1.86$, $z_3 = 2.38$,... y así hasta obtener una aproximación con el grado de precisión deseado. Alrededor de 1880, el matemático inglés Arthur Cayley notó que había problemas con la aplicación del método de Newton: algunas aproximaciones no parecían converger, otras se mantenían oscilando entre ciertos valores que no eran soluciones de la ecuación y en otros casos las iteraciones daban números que parecían completamente aleatorios. A principios de siglo, los matemáticos franceses Julia y Fatou, mostraron que en realidad el comportamiento de las sucesivas aproximaciones por el método de Newton era sorprendentemente complicado. Pero no fue sino hasta la llegada de las computadoras cuando toda la complejidad del problema se puso de manifiesto. En la figura 4, vemos en diferentes tonalidades las regiones del plano complejo en que los números convergen en cada una de las diferentes raíces de la ecuación $x^4 - 1 = 0$.

En 1963, un meteorólogo del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Eduard Lorenz, estudió un sistema de ecuaciones diferenciales que describen flujos de aire en la atmósfera. El sistema es de una sencillez pasmosa; en tres dimensiones tomaría el siguiente aspecto:

$$\frac{dx}{dt} = -ax + ay$$

$$\frac{dy}{dt} = bx - y - xz$$

$$\frac{dz}{dt} = z + xy$$



Figura 4

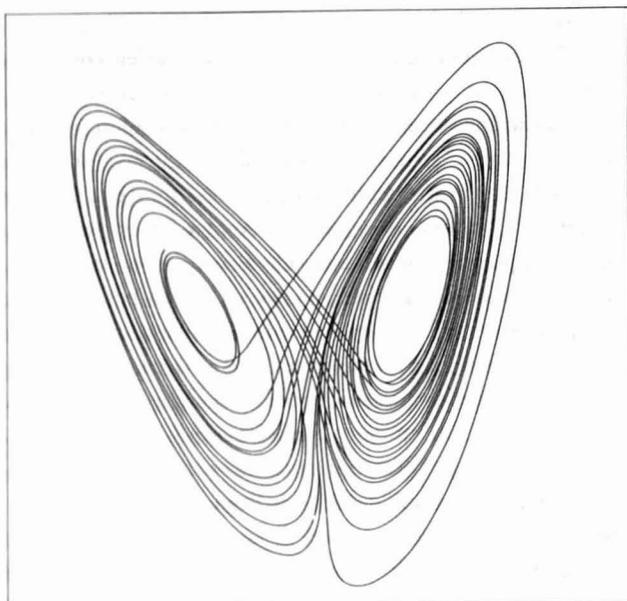


Figura 5

Dada una solución de la ecuación para el tiempo $t = 0$, podemos seguir la trayectoria de las soluciones en el tiempo. Típicamente lo que resulta es similar a la figura 5, que se conoce como un *atractor de Lorenz*. Aquí tenemos toda la fenomenología del problema del estudio del clima: al pasar la trayectoria por determinados puntos, lo mismo repite un ciclo casi igual al que venía dando, que realiza un repentino giro y se aleja para girar alrededor de otro centro.

Antes del advenimiento de las computadoras, para estudiar un sistema de ecuaciones como los que describen la dinámica de un fluido se contaba con algunos métodos que en ocasiones resultaban tremendamente laboriosos. Para visualizar el desarrollo del sistema en el tiempo, podían obtenerse soluciones

parciales que sólo son válidas en intervalos pequeños de tiempo (para intervalos largos se pueden calcular las soluciones sólo para los llamados sistemas integrables). Con la llegada de las computadoras fue posible comenzar a resolver las ecuaciones por métodos numéricos que antes hubieran requerido de vidas enteras para llevarse a cabo. Con ello, hacer simulaciones del movimiento de los sistemas (aire, agua, planetas...) se ha convertido en una actividad cotidiana para muchos especialistas. Por otra parte, el estudio de objetos matemáticos como las aproximaciones por el método de Newton, los conjuntos de Julia y otros han tomado una nueva dimensión al pasar de ser objetos teóricos a ser objetos visibles. Las computadoras asumen en estos casos el papel de un poderoso microscopio que puede acercarnos y amplificar el objeto matemático estudiado, sin importar qué tan pequeña sea la región que nos ocupe.

Arte, caos y autosimilitud

Las nubes no son esféricas, las montañas no son conos, las costas no son circulares y los relámpagos no viajan en líneas rectas.

Benoit Mandelbrot

En 1984, durante una visita a una universidad alemana, me tocó en suerte ver una exposición de cuadros producidos por computadora por un grupo de matemáticos alemanes (los ahora famosos H.-O. Peitgen, R. Richter y colaboradores). No siendo nuestra área de trabajo los sistemas dinámicos, ni yo ni las personas que me mostraron la exposición sabíamos con precisión de qué se trataba (desde el punto de vista matemático). Esta exposición circuló por las bibliotecas de universidades alemanas por algunos meses y poco después comenzó a ser solicitada por museos de arte. En efecto, algunos de los cuadros eran extraños, pero visualmente muy atractivos; otros representaban paisajes de tierras y lunas en una forma muy realista. Al poco tiempo, los *fractales* y sus imágenes generadas por computadora eran conocidos y apreciados por los más diversos públicos en todo el mundo.

La noción central que subyace al concepto de fractal es la de autosimilitud. Veamos una nube en el cielo. Seguramente tiene una forma complicada y un perfil distinguible. Observemos ahora sólo una pequeña porción de la nube. Sin duda la forma de este "pedazo de nube" es diferente a la de la nube completa, pero sin duda también nos percatamos inmediatamente que se trata de una nube. Lo mismo sucede con una montaña: una porción de una montaña, si bien es diferente y distinguible de la montaña original completa, es "parecida" a ella. Y esto pasa con las costas de los continentes en la tierra, los relámpagos en el cielo, el perfil de los árboles del bosque. Esta importante observación fue primeramente formulada por Benoit Mandelbrot en 1975 mientras trabajaba para los laboratorios de la IBM. Su libro: *La geometría fractal de la naturaleza* ha influido en muchas formas el pensamiento científico de los últimos años.

Parte de los dibujos generados por computadora de la exposición alemana desarrollaba en pequeñas regiones del plano complejo la apariencia que toma el llamado *conjunto de Mandelbrot*, que se obtiene estudiando la convergencia de una función cuadrática, en forma parecida a como se hace con el método de Newton. Otra parte de los cuadros usaba iteraciones de otras funciones igualmente simples para obtener las apariencias de tierras, nubes, aguas en planetas y lunas extrañas. El que ambos tipos de cuadros se obtengan con los mismos métodos se debe al hecho de que los fenómenos caóticos presentan aspectos de autosimilitud: si acercamos un microscopio (estos es, si usamos nuestra computadora a manera de microscopio) a una región fronteriza de los diagramas obtenidos por medio del método de Newton, o en el conjunto de Mandelbrot, veremos que la imagen obtenida es parecida (aunque sin duda no igual) a la imagen original. Lo mismo que sucede con las nubes y las montañas.

La idea de autosimilitud ya había sido explotada en el arte. Como lo hace notar Douglas Hofstadter en su libro *Gödel, Escher y Bach*, las nociones de repetición controlada y la autorreferencia son elementos centrales en muchas de las obras musicales de Bach (basta pensar en los cánones y las fugas) y en los grabados de Escher. Un aspecto que me parece interesante es que este libro fue escrito en 1979, años antes que comenzara la gran moda de los fractales.

El problema de la conciencia en las computadoras

¡Oh, Dios!, si hay un Dios, por favor salva mi alma, si tengo un alma.

Ernest Renan: *Prière d'un sceptique*

En el párrafo anterior aparece como de pasada el nombre del matemático austriaco Kurt Gödel. A grandes rasgos diremos que su contribución más importante fue demostrar que ningún sistema lógico de axiomas que sea consistente puede ser completo. Dicho de otra manera, dada una máquina computadora cualquiera (real o imaginaria), siempre habrá preguntas de aritmética que la máquina no pueda contestar. Para la demostración de su teorema, Gödel construye afirmaciones matemáticas que hacen referencia a sí mismas (y aquí el porqué de que su nombre aparezca junto con el de Escher y Bach en el libro mencionado). El Teorema de Gödel es una pieza clave del pensamiento lógico actual y ha tenido importantes repercusiones en filosofía y teoría del conocimiento. Baste decir que su demostración derrumbó en forma definitiva la esperanza que los matemáticos habían guardado, desde los tiempos de la Grecia clásica, de que las matemáticas pudieran axiomatizarse, es decir, que se pudiese encontrar una serie de postulados básicos, a partir de los cuales y siguiendo las reglas de la lógica, se derivaran todos y cada uno de los teoremas de las matemáticas.

Pero, ¿hay alguna relación entre el Teorema de Gödel y nuestras consideraciones sobre el caos? Sí; la hay. El Teorema de Gödel permite construir un "caos perfecto": por medio de

propiedades de los números enteros se puede definir una sucesión de números binarios $(a_n)_n$, de forma que independientemente del valor que han tomado las cifras a_1, \dots, a_n , el número a_{n+1} de la sucesión tiene 50% de probabilidades de ser 0 y 50% de probabilidades de ser 1 (esta sucesión fue definida por G. Chaitin). Esto significa que a pesar de estar perfectamente determinada esta sucesión por propiedades aritméticas, el siguiente número de la sucesión no puede anticiparse por mayores cálculos que se realicen. Por supuesto, esta sucesión es, en la práctica, incalculable.

El Teorema de Gödel está vinculado al vago problema metafísico resumido en la siguiente pregunta: ¿pueden las máquinas pensar? Más claramente: ¿puede construirse un dispositivo automático que sea inteligente?; ¿que tenga conciencia? Este problema fue planteado desde muchos años antes de la construcción de las primeras computadoras. Las discusiones se empantaban en las definiciones de lo que se entiende por inteligencia, por pensar, o por tener una conciencia. Con la intención de acabar definitivamente con este nivel de discusiones, el matemático inglés Alan Turing, en 1950, propuso el siguiente juego: una persona debe interrogar a *A* y *B*; uno de los sujetos interrogados es un ser humano; el otro, una máquina. ¿Puede el interrogador distinguirlos? (por supuesto, las preguntas pueden contestarse por escrito y no hay ninguna obligación de decir la verdad).

La enorme ventaja de este enfoque es: no me interesa saber lo que es la inteligencia, me basta saber si puedo distinguirla cuando la tengo enfrente. El argumento de Turing establece que la distinción entre la máquina y el hombre no es posible (en principio, pues aún no se ha llegado a este nivel en las computadoras construidas). Es decir, no hay razón para pensar que no pueda construirse una máquina capaz de imitar completamente la conversación, comportamiento y, aun, la expresión de las emociones de un ser humano. Si una máquina así existiera, ¿qué evitaría que pensáramos que tiene conciencia?

Al parecer hay una opinión más o menos generalizada que acepta la posibilidad de que lleguen a existir máquinas que imiten y mejoren cualquiera de las funciones desarrolladas por el ser humano. Estos robots serán entes pensantes que evolucionaron a partir de un sustrato de metales y chips, de la misma manera como pensamos que evolucionaron los seres humanos a partir de un sustrato de aminoácidos. Las funciones básicas de crecer, alimentarse y reproducirse serán llevadas a cabo en forma distinta de como las efectúa la especie humana, pero sin duda se realizarán. En lo que parece que el acuerdo no es unánime es en lo que se refiere a la conciencia de estos robots. La conciencia, entendida como el sentido de ser, de tener una identidad.

Varios argumentos sólidos en favor y en contra de si las máquinas tendrán conciencia pasan por el Teorema de Gödel. Roger Penrose, en su más reciente libro *Shadows of the Mind*, argumenta que las computadoras no pueden tener conciencia. Su argumento se vale de una versión del Teorema de Gödel que se refiere a la imposibilidad de construir un algoritmo (esto es, una máquina) que pueda decidir si dada otra

máquina cualquiera y un problema, esta segunda máquina puede resolver el problema. Su conclusión es que los matemáticos humanos no usan ningún algoritmo para determinar la verdad matemática. Hasta aquí todo está claro. Después, su argumento continúa para negar la posibilidad de conciencia en las máquinas, al menos en la forma en que las concebimos actualmente.

Es interesante notar que Gödel mismo observaba (en una conferencia en 1951 —citado por Hao Wang en 1974—) lo siguiente:

1) La mente humana es incapaz de mecanizar todas sus intuiciones matemáticas.

2) Hasta donde ha sido demostrado, es posible que exista una máquina que demuestre teoremas y que sea equivalente a la intuición matemática, pero que nunca pueda demostrarse que esto es así.

En primer lugar observemos que la primera afirmación está en completo acuerdo con los argumentos de Penrose. La segunda afirmación parece contradecir los argumentos (matemáticos) que Penrose ofrece en su libro. Me parece que la solución de este problema está en lo siguiente: el argumento de Penrose señala que todo lo que puede ser teóricamente demostrado por un matemático humano, debe ser demostrado por una máquina equivalente; la aseveración del punto 2 de Gödel permite suponer que hay afirmaciones verdaderas (y en principio demostrables para un ser humano), que en la práctica no pueden ser demostradas (y por lo tanto, tampoco pueden serlo por el equivalente mecánico). Este enfoque permite dejar abierta la posibilidad de la conciencia en las máquinas.

Para mecanicistas como Turing la conciencia es simplemente una consecuencia de la existencia. Si quitamos el cuerpo (el *hardware* del ser humano) y los pensamientos (el *software*), ¿qué queda? Para el mecanicista, no queda nada; lo que algunos llamarían conciencia (o alma), es una consecuencia implícita de la interacción y funcionamiento del cuerpo y la mente. Tal vez, dice Penrose, es el caos lo que dará la respuesta al misterio de la conciencia.

Los dados y Dios

Lo que realmente me interesa saber es si Dios tuvo la posibilidad de elegir durante la creación del mundo.

Albert Einstein

[Mortal] Te pido, Dios mío, que si tienes una onza de piedad por esta criatura sufriente, me absuelvas de tener libre albedrío.

[Dios] ¿Rechazas el más grande don que te he dado?

[M.] ¿Cómo puedes llamar a esto que me fue impuesto, un don? Si tengo libre albedrío, no fue mi elección. Nunca elegí libremente si quería tenerlo.

R. Smullyan: *Is God a Taoist?*

La discusión de la conciencia de las máquinas parece habernos llevado un poco lejos de nuestro asunto central y a campos

especulativos. Sin embargo, el asunto de la conciencia de las computadoras está en el centro de varias preguntas importantes: ¿pueden las estructuras volverse más complejas indefinidamente? ¿pueden crearse estructuras automáticas cuya complejidad, cada vez mayor, las haga seguir leyes propias, como en el mundo biológico o en las sociedades humanas?

Conforme crece nuestra comprensión de los fenómenos de la naturaleza, todo parece indicar que el comportamiento de sistemas (naturales) de un cierto nivel de complejidad es caótico (o fractal en el sentido de Mandelbrot). Luego, es claro que nuestro entendimiento de los mecanismos del pensamiento y la conciencia tendrá que pasar por su comprensión como fenómenos caóticos. Por supuesto, una mejor captación de estos fenómenos nos llevará a reconsiderar las diferentes posiciones sobre la conciencia humana y el libre albedrío.

Aquí uno se topa con el eterno problema de cómo puede el libre albedrío coexistir con un universo determinista. Probablemente, la solución es que el libre albedrío está en la conciencia (en los sentimientos) de la persona, no en los "ojos de Dios". En tanto una persona se siente libre, es libre. Como Dios lo explica (a través de la pluma de Raymond Smullyan, del que tomamos la cita) en su diálogo con el Mortal:

Te preguntas por qué elegí crearte con libre albedrío. Nunca se te ocurrió pensar que un ser pensante sin libre albedrío no es más concebible que un objeto físico que no ejerce atracción gravitacional... Tal vez piensas que tengo una brocha con la cual doto a algunos seres de libertad y a otros no. No, el libre albedrío no es un "extra"; es parte de la esencia misma de la conciencia.

Probablemente la explicación de la libertad interna del individuo está en la naturaleza caótica de sus procesos internos. Aunque hubiese una teoría que predijera perfectamente lo que va a hacer (y querer), nadie podría calcular esto con eficiencia y hacer el pronóstico a tiempo. Si Dios lo puede saber, es un asunto que no es claro para nosotros; después de todo, Dios no puede hacer cosas imposibles.

Cuando Einstein decía que no creía que Dios jugara a los dados con el universo, no sabía lo profundamente equivocado que estaba. La naturaleza se comporta precisamente como jugando a los dados (el juego de dados es un ejemplo paradigmático de caos: claramente los dados se rigen por unas cuantas leyes físicas que sin embargo son tan sensibles a las condiciones iniciales del sistema que hacen altamente difícil la predicción del resultado). De hecho, es posible que una computadora extremadamente rápida pudiera registrar los datos de las condiciones del juego y predecir con alguna eficiencia los resultados que arrojaría un juego de dados; por tanto, es posible suponer que Dios también podría hacerlo. Por ello, proponemos mejor pensar que Dios maneja el universo siguiendo el valor de los términos de una sucesión construida por Chaitin de acuerdo al Teorema de Gödel. En este caso creemos que ni Dios puede predecir el resultado. ♦

El viaje



ENRIQUETA OCHOA

Éramos sólo un átomo
disparado a la deriva
desde el pulso de Dios.
Éramos el compás inalterable
con que palpita el universo.
Fuimos fuego,
el agua que nos apagaba,
el aire batiendo la luz.
En los infinitos océanos del misterio
el viaje se iniciaba.
Arrastrada por el viento
iba la simiente en vísperas
que en un instante dado
desalojó la atmósfera
y principió su travesía de millones de años.
Cruzó constelaciones, remolinos de sombra,
nebulosas.
Recorrió los ciclos de las edades
y fue la tortura quieta de la piedra.

Pobló de algas marinas
los rastros de la aurora;
fue manto de yerba azul, helecho, tronco
ramajes navegando en las alturas...,
instintiva criatura;
toda esa amalgama que se pliega
en los estratos de la tierra,
hasta que una lechosidad cristalina
llenó la bolsa fetal
donde fructificó la esencia
y nació el hombre.
Se le impuso la verticalidad
le desdoblaron la memoria
y fue la mañana de nupcias
entre el tiempo y el espacio.

El hombre palpitaba
como un follaje tierno.
Habíamos, al fin, realizado el viaje.

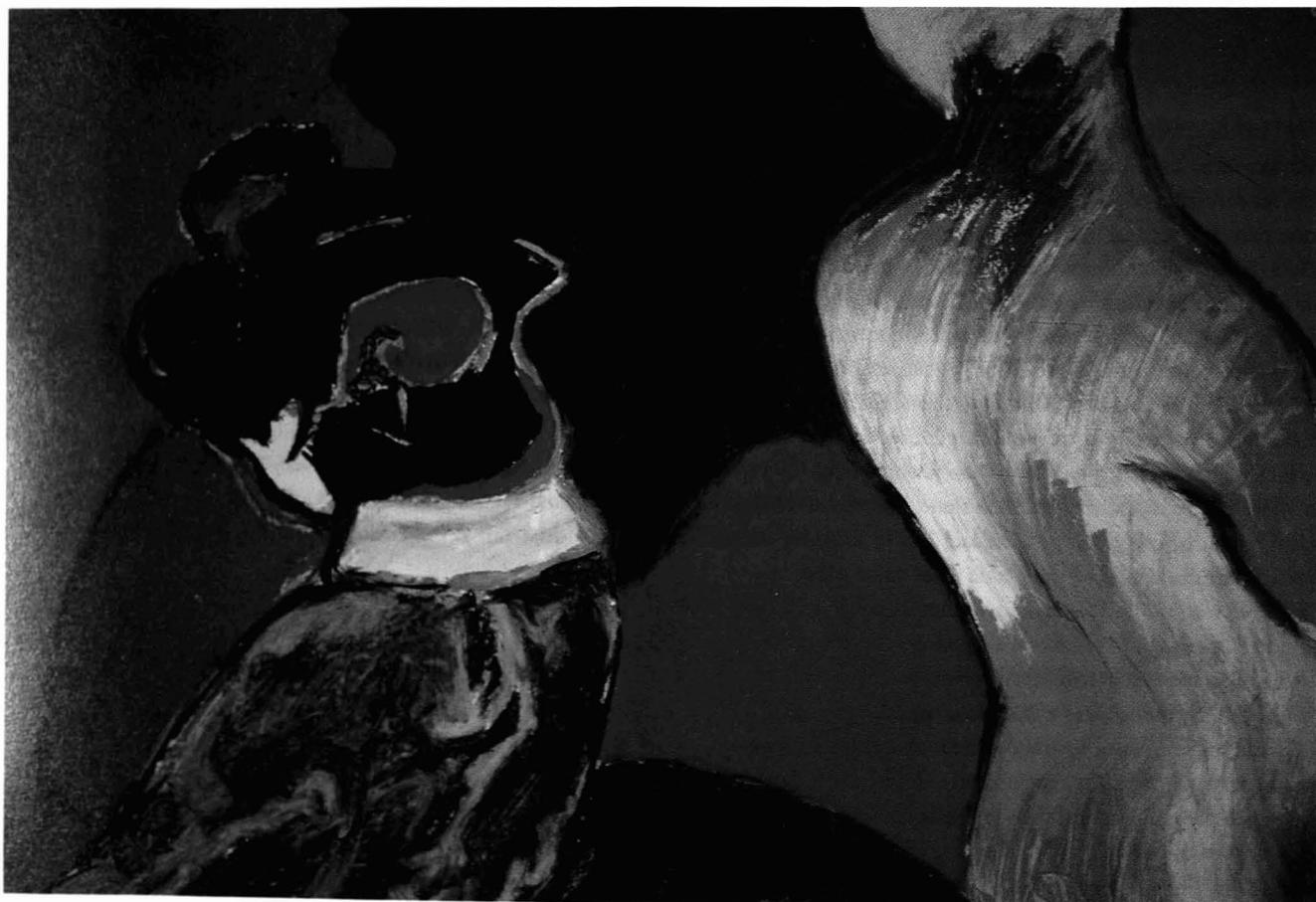
Lo infinito cotidiano en la pintura de Námiko Prado Arai



ELIA ESPINOSA

Trato de crear un mundo a mi medida, íntimo, rodeado de paredes que contienen el infinito, lleno de elementos suspendidos en la nada y que en vertiginosas posiciones tratan de encontrar su lugar en el espacio.

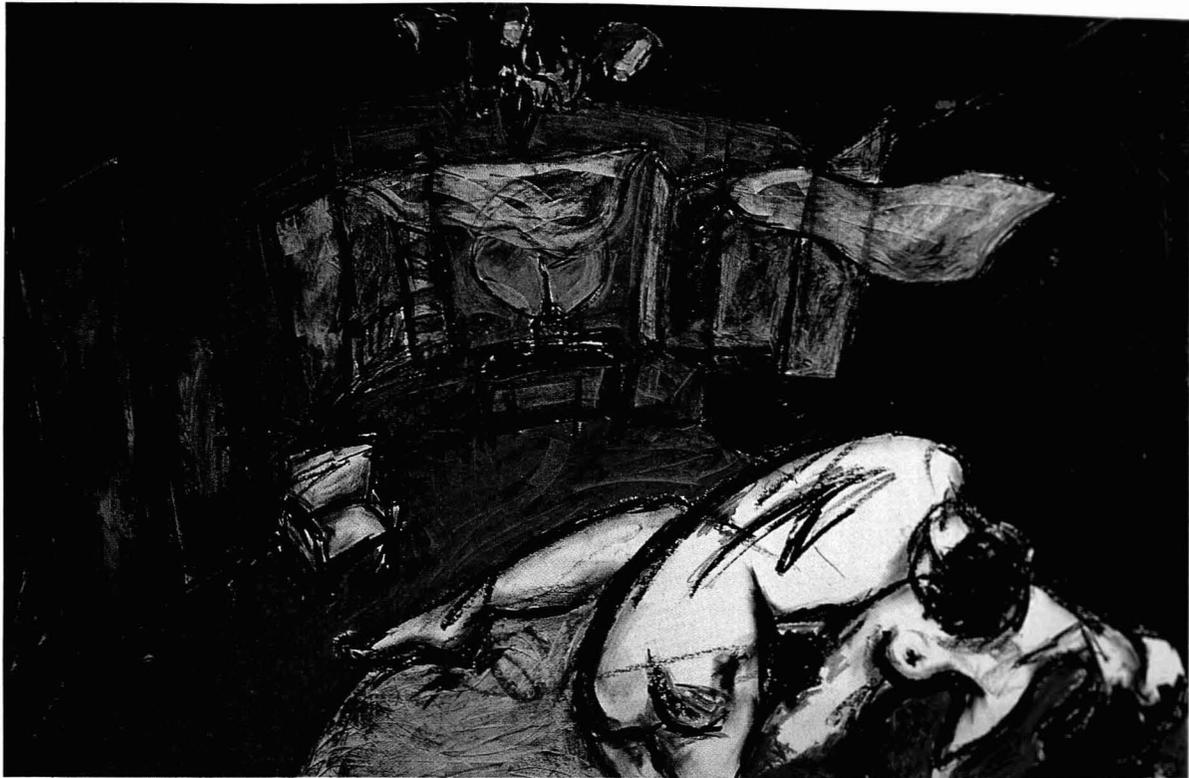
N. P. A.



Autorretrato contemplativo, 1993, pastel al óleo/papel 70 x 100 cm

La pintura de Námiko Prado Arai nace de la intensa desarticulación del torrente vital cotidiano y de una densa intimidad que dice gritando lo que contiene y genera.

Habitan sin sosiego su obra desde un botón atravesado por hilo y aguja, hasta el cuerpo-fragmento que se supone el absoluto, porque es la máxima referencia de comparación material entre el yo lógico y el yo turbulento, sin medida ni límites, y la realidad.



Sueño de una noche de verano, 1992
pastel al óleo/ papel
70 x 100 cm

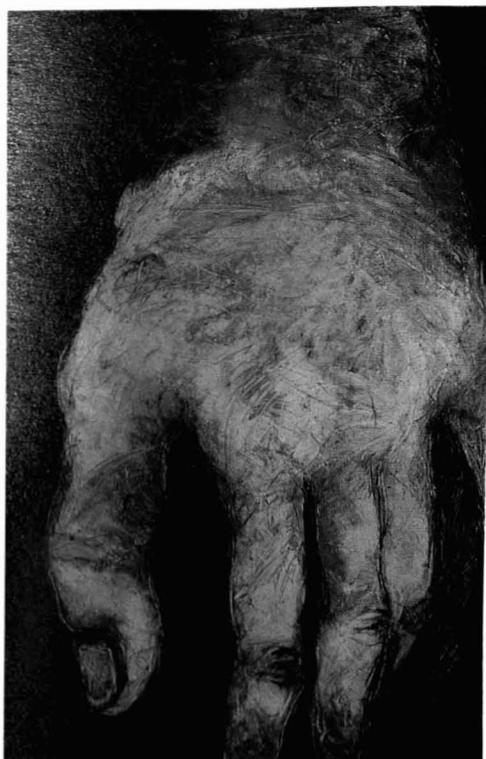
La no quietud, la fragmentación, la abolición de todo lo que quisiese ser total, proviene de la energía de las sensaciones, las emociones y, por tanto, los impulsos que, en su mundo, domeñan la logicidad del intelecto; sensaciones-torrente, emociones-vértigo desbordan el hilo interno de vida e inundan el impulso creador. No queda otra que parcelar, separar, hacer que, en el caso de Námiko, los microcosmos trasciendan los cuatro lados de la superficie a pintar, haciéndonos soslayar “lo que continúa más allá” aunque no lo veamos. Convierte la superficie o dispositivo en un portador de extraordinarios y, a la vez, comunes resquicios de la existencia en lo doméstico inmanente. He ahí los polos opuestos inseparables que guardan la estructura, expresividad y nivel plástico de su obra, cuya oscilación entre tintes de realismo y abstracción geométrica e informalismo, deriva de su fragmentación dramática.

El espacio es espacio-movimiento sin origen único. En él nacen y mueren insinuaciones de formas naturalistas y una síntesis proclive a la geometrización dinámica. Como en el futurismo, sus espacios brotan de la concatenación de los elementos en la superficie. Es espacio múltiple y significativamente muy rico. Cada fragmento lo genera, pero él termina siendo el medio de simbiosis gracias al cual vive la totalidad de cada obra. Surge congregando, congrega gestándose. No le importa esencializar e individualizar. En él todo adquiere la misma jerarquía; una cualidad destinada a ser valor plástico.

A la fragmentación en movimiento que inunda los planos de la artista, vienen como anillo al dedo las ondulaciones, el escorzo, el uso de diagonales, la distorsión cóncava y convexa, la espiral en ascenso o sólo giratoria y otros recursos del barroco, asimilado con libertad. No se excluyen de ese proceso las inmediaciones soterradas hirvientes de emociones e impulsos que el expresionismo tradujo magníficamente a la plástica y al pensamiento.

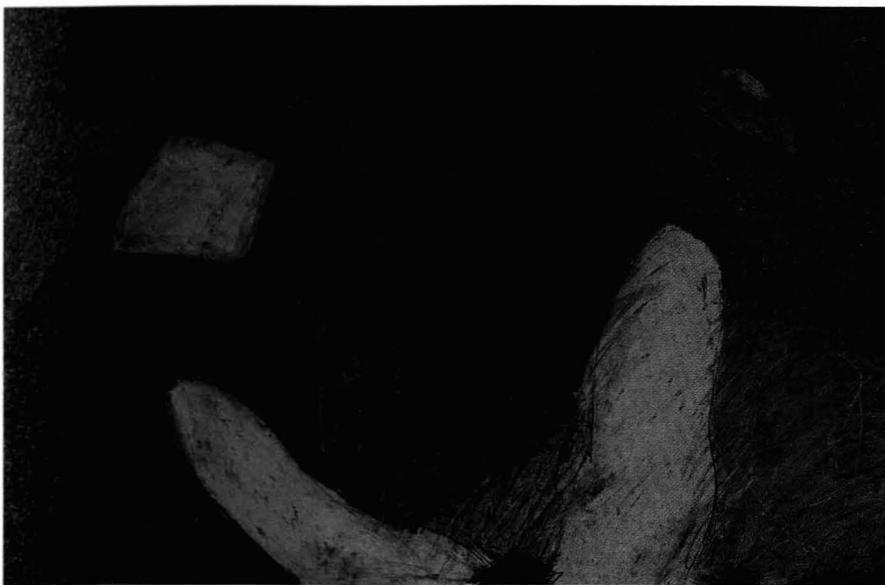
El cuerpo nunca aparece erecto, en todo su apogeo. Su totalidad es sugerida por la fuerza representativa de sus partes. Es centro o componente de un todo, horizonte entre el nivel plástico y la carga humana dramática que inunda esa pintura. Puede mostrarse de frente, desde la cintura hasta casi los tobillos, ser solamente una mano que ocupa la superficie, o ser torso, pubis, piernas o cabeza que “fuetea” bruscamente hacia adelante. Puede ser cabeza única, flotando con violencia, apenas en asomo al plano, por los márgenes del cuadro, recurso que acentúa la sensación de corte de continuidad, o subraya el afán de dar un indicio de la necesaria inestabilidad estructural que determina la composición de las obras. *La mujer, la artista, La mano de artista* y algunos de sus *Autorretratos*, denotan esas características.

Aparte de su significado dramático, el cuerpo también contribuye, en audaz manejo sintético, a ensanchar, cerrar, volver en sí mismo al espacio. En *Sueño de una noche de verano*, Námiko lo maneja en blanco y negro, lo encorva distorsionándolo en favor de la expresividad y la realización plástica, cromática y estructural; la pareja en coito ofrece su convexidad a la curva, también convexa, del plano superior del cuadro (el techo). Las ventanas están abiertas, las cortinas vuelan impregnadas de la conmoción de los cuerpos unidos en la parte inferior de la



La mano de artista II, 1993, pastel al óleo/papel, 100 x 70 cm

Televisión íntima, 1994, pastel al óleo/papel, 70 x 100 cm



obra. Sobreviene un cataclismo visual por la composición, el color y el manejo de curvas que hace inevitable el recuerdo del Matisse fauvista y de aquél de estructura sintética, lineal, grácil, cubierta con colores planos puros o complementarios. Palpita también la rapidez curva, sin embargo estática, de los hallazgos del futurismo.

En otras obras de esta artista con asomos de gran madurez, pero todavía en ávida y certera formación (tiene treinta años), el meollo del proceso creador es el cuerpo barroco *huyente*, escorzado, en interesantes experimentos de movimiento y tensión. *Boceto de una obra de Tintoretto*, *Encuentro con mi madre en una taza de café* y *Autorretrato de otoño en París* van por ese camino. El primero sitúa dos escorzos, uno de los cuales escapa hacia un fondo abstracto de trazos negros y franjas de colores primarios en oposición, en las que predomina el rojo. Todo el ritmo cadencioso del escorzo que escapa hacia el "fondo" con el brazo derecho en alto, en actitud de alcanzar algo, y la armonía del otro, adyacente, contrastan con la fijación espacial horizontal que producen los colores; Námiko conoce los hallazgos de la pintura occidental en sus diversas épocas, y los pone al servicio de su investigación experimental de predominante acento trágico, por lo menos cuando aborda las posibilidades de proyección significativa del cuerpo; de su cuerpo. Asimismo, en *Encuentro con mi madre...* y *Autorretrato* logra una contención casi explosiva, gracias al desmembramiento en perspectiva, la fragmentación, la composición básicamente diagonal y el uso atinadamente violento de los colores complementarios.

Televisión íntima, *Biombo* e *Interior rojo* son obras en que Námiko se pinta sin negar sus particiones (¿desgarres?, ¿desesperaciones?, ¿ausencias?, ¿o qué?) y en las que el cuerpo está levemente coloreado por un rosa traslúcido, apenas "asomando" a la abstracción en rojo de la obra. Cuerpo femenino solo, abertura de piernas a las fauces de lo cotidiano, es decir, lo conocido porque se repite todos los días y que, aún así, es intensamente extraño y nos arrastra sin un orden de fondo.

Desnudo pleno, fase posterior del cuerpo, cintura abajo, la mujer dividida se clava (¿se asoma?) en el rojo, a su vez enmarcado por verdes muy negruzcos y sienas que lo matizan ricamente. Sirve de zona de contención de energía plástica que se tansfigura simbióticamente en pura intensidad. Es obvio que la pintora desea *expresarse* (así de literal y sencillamente dicho) pero como en todo investigador artístico dedicado con todo el ser y la reflexión a las artes visuales, gana en ella el afán de buscar casi totalmente en el nivel de lo estructural, lo plástico y lo pictórico en sí.

El espacio vertiginoso resultante de la sensibilidad, conceptualización y métodos con los que la artista trabaja, encuentra una máxima consecuencia en *Comiendo la mención honorífica*, en *Sofá consternado* y en *Resurrección de la naturaleza muerta*. Son verdaderos torbellinos en los que el espacio es abismo inmediato, terriblemente

cercano y extraño, y en donde las cosas se vuelcan en rebeliones entre sí y contra la propia naturaleza de sus dimensiones y esencia. Ahí, lo cotidiano es un *maelstrom* en cuya infinita inquietud los objetos se devoran —devorando el espacio, a su vez procreado y seccionado por los contrastantes colores primarios, complementarios y la presencia del negro, que enfatiza el sentido circular, la fuerza del conjunto y, ¿por qué no decirlo?, el artístico acabose.

En esos manejos violentos de la materia pictórica que refracta temas íntimos, Námiko es vecina de la pintura de Magali Lara, pintora abstracta de lo cotidiano-hiriente, aunque los

espacios en la obra de ésta tienden más a la división en plano superior y plano inferior, a lo medieval.

Opuestos por su quietud de forma y composición a esos *impromptus* pictóricos, figuran dos naturalezas muertas, con piña y con plátanos respectivamente, y dos interesantes *Cuarto de baño* y *Recámara* de, lo confirmando, clara y provechosa asimilación matisiana. Esta vez se trata del Matisse de *La danza* y, de nuevo, de aquél de las sobrias naturalezas muertas de dibujo esquemático y luminoso color plano, saturado o transparente, lejanas del entorno real y tan próximas al concepto musical y espiritual que el artista francés tenía de la pintura.

Así como Matisse producía la sensación de movimiento estático con sólo diferenciar los brillos, los tonos y propiciar el trastocamiento del espacio ilusorio-perspectivo del Renacimiento, Námiko provoca sus dinámicas virtuales en donde las frutas, "mesas", excusados, lavabos y camas flotan con toda la seguridad de su forma, sus texturas y sitio en el hábitat abstracto, a veces etéreo, de cada obra.

Haciendo un balance total de la producción de Prado Arai, es innegable que los atributos más importantes que posee son la conducción del espacio y el manejo del color. La dinámica tormentosa se ve frenada o acelerada por la energía cromática que destella especialmente en el manejo de los azules y, sobre todo, en el rojo, límite entre la acción y el reposo. Námiko lo utiliza con fines de orden compositivo o como intensificador dramático, hasta hacerlo el color constante de su pintura.

Tal vez deba a esos dos atributos, el espacio y el rojo, la sólida traducción de la vorágine cotidiana, externa e íntima, a vértigo estático. ♦



*La mujer,
la artista,*
1993,
pastel al
óleo/papel,
100 x 70 cm

*Auto retrato
de otoño en
París,*
1992,
pastel al
óleo/papel,
70 x 100 cm

El caos: un fenómeno persistente dentro de los sistemas dinámicos



XAVIER GÓMEZ-MONT

Un sistema evoluciona con orden si puntos cercanos de éste comparten el mismo "destino", es decir, si una pequeña variación en la condición inicial no afecta de modo sensible la evolución de esos puntos. Un sistema evoluciona con caos si puntos arbitrariamente próximos del mismo tienen "destinos" por completo diferentes. El caos es persistente si permanece al producir pequeñas perturbaciones en el sistema original. La existencia de sistemas caóticos persistentes en la naturaleza y en la matemática es un hecho.

Muchos sistemas comprenden una gran parte donde la dinámica evoluciona con orden y, a la vez, otra con caos. Predecir el comportamiento con precisión resulta posible en la parte donde hay orden; en cambio hay una alta probabilidad de equivocarse si se desea hacer un pronóstico respecto de la parte caótica. Esto exige que entendamos la dinámica caótica como un todo, no como el destino individual de sus puntos.

En este artículo explicaremos cómo se modela el movimiento y luego mostraremos un sistema caótico donde se aprecia claramente el caos.

1. La modelación del movimiento

El gran triunfo de Isaac Newton (1642-1727) consistió en mostrarnos la manera de modelar matemáticamente el movimiento. La idea es muy sencilla: *para describir el movimiento basta conocer la "tendencia de este movimiento" en cada uno de sus puntos.*

Ilustremos con un ejemplo tal noción. Supóngase que se conoce la velocidad del viento en la península de Yucatán en un momento dado y que el viento se mantiene soplando de forma constante durante una hora. Luego de soltar un planeador sobre Cozumel, queremos saber su trayectoria durante una hora. En la figura 1 describimos un "campo de velocidades": las flechas indican la dirección y la magnitud

de la velocidad de la partícula ubicada en la base de la flecha. Las líneas continuas describen la trayectoria de diferentes planeadores al salir de distintas posiciones al fluir ante este campo de velocidades. El sistema dinámico es el fluir del aire, que tiene la velocidad especificada por el *campo de velocidades* dado.

A partir de lo establecido por Newton, conocer las velocidades del viento en cada punto de la península de Yucatán es información suficiente para describir cómo fluye el aire en la zona. De hecho, es una forma muy compacta de describir todo el flujo de aire, al especificar tan sólo la velocidad en cada punto. Pero esta "poca información" es suficiente para poder deducir de ella todo el flujo.

La potencia de las matemáticas radica en su poder de abstracción: un fenómeno que entendemos muy bien, si abstraemos su esencia, lo vamos a entender igualmente bien, así como otros hechos enmarcados dentro de tal abstracción. Es decir, si en lugar de la península de Yucatán, decimos que U es un "espacio" (el valle de México o unas variables de naturaleza económica, ecológica, física, etcétera), allí un "campo de velocidades" nos señala cuál es la "tendencia" de los puntos de U a moverse. Esta tendencia de movimiento o campo de velocidades da origen a un flujo, el cual consiste en la "evolución" de los puntos $p(t)$ respecto al tiempo, de tal forma que tengan por velocidad el campo de velocidades considerado. Este flujo en U es el *sistema dinámico*, el cual queda especificado por el campo de velocidades en U . Hay tantos sistemas dinámicos como campos de velocidades. *El destino de un punto consiste en los valores de su evolución $p(t)$ para tiempos t muy grandes (que tienden a infinito).*

La clave para modelar el movimiento entonces consisten en que un "campo de velocidades" da origen a un "fluir" y con este flujo estamos modelando la evolución temporal de los puntos.

Veamos ahora cómo los sistemas dinámicos contienen de hecho tanta información, que necesitamos deshacernos de gran parte de ella para conservar exclusivamente lo "esencial"

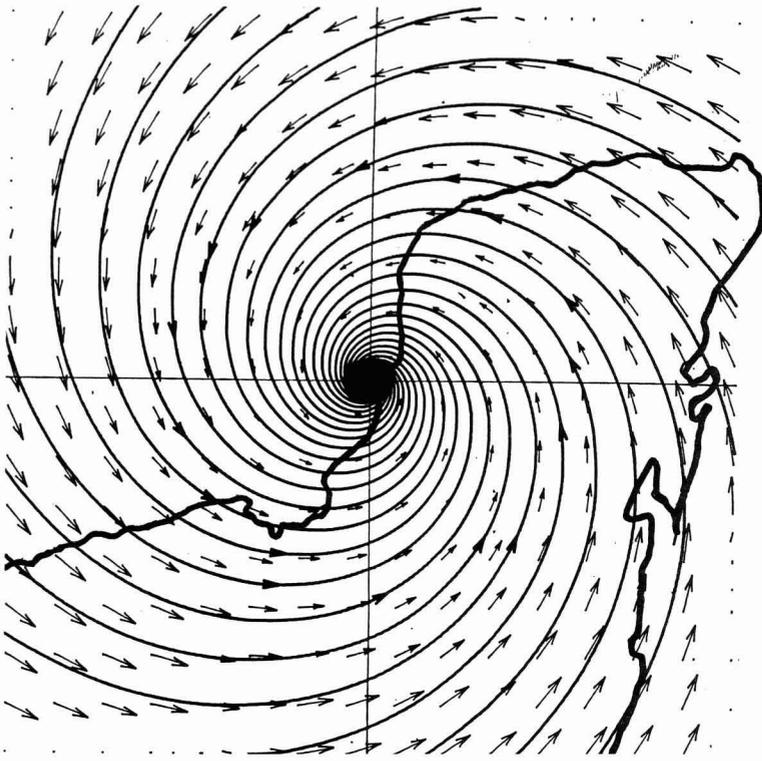


Figura 1. Campo de velocidades y algunas trayectorias del flujo en la península de Yucatán

del movimiento. Para esto, vamos a introducir un punto de vista "cualitativo" en la matemática (¡que es la reina de lo cuantitativo!).

Hay varios hechos sorprendentes que resaltan de un análisis de la figura 1:

1) *Las distintas trayectorias (curvas continuas en la figura 1) no se intersecan.* Es decir, no hay colisiones de trayectorias: dos moléculas, al fluir por la península de Yucatán, nunca van a coincidir en un mismo punto. Este hecho notable resulta válido en general: las trayectorias descritas por un sistema dinámico nunca coinciden en un mismo punto, lo cual constituye un requisito exigido a un modelo acorde con el "determinismo de la ciencia". El conocimiento de la ley de evolución con un determinado condicionante inicial es suficiente para conocer la evolución en todo tiempo. De hecho si dos de aquellas trayectorias se intersecaran, una partícula localizada en tal punto de intersección tendría la opción de seguir cualquiera de las dos, pero ¿quién le ayuda a escoger? Una piedra, al caer por gravedad, no tiene opción: cae y obedece la ley de la gravedad. Nunca duda, nunca tiene oportunidad de escoger. Uno sigue la ley, y punto. Esto es el determinismo de la ciencia y matemáticamente se refleja en el hecho geométrico de que las distintas trayectorias de un sistema dinámico ¡jamás se intersecan!

2) *El sistema dinámico comprende dos partes: la descripción geométrica de las trayectorias del movimiento —las curvas continuas de la figura 1— y el "itinerario" que nos revela en qué parte de la trayectoria nos encontramos en un tiempo t .* La primera información permite saber por dónde va uno a pasar

saliendo en una trayectoria determinada y la otra a qué hora ocurrirá. Para acentuar la diferencia entre ambas partes, pensemos que en lugar de un planeador nuestro sistema dinámico representa trenes que van recorriendo unas vías férreas. Según la observación anterior, toda la península de Yucatán está cubierta por "vías férreas" que nunca se intersecan o bifurcan. Por cada vía circula un trenecito con un "itinerario" determinado. El sistema dinámico comprende tanto la descripción geométrica de las vías férreas como la colección de todos los itinerarios de la totalidad de trenes que recorren las distintas vías.

Al darnos cuenta de la riqueza de la información contenida en la figura 1 —vías, itinerarios,...— y al observar la imagen, advertimos que la información "esencial" consiste en que todas las vías férreas tienen como destino final la "Estación central ojo del huracán". La información esencial del sistema dinámico de la figura 1 la constituye el hecho de que todas las trayectorias tienden al único "punto de equilibrio" del sistema.

La primera simplificación en que puede incurrirse consiste en ignorar los "itinerarios" de los trenes y sólo considerar las vías. Esta pérdida de los itinerarios más bien nos aligera la tarea de describir el sistema

dinámico, pues uno sólo se interesa en comprender el papel de cada vía férrea, la diferencia de cada una respecto a las otras y el modo en que todas ellas en conjunto forman la totalidad de U . Éste es un *problema geométrico de cómo las vías de tren descomponen el espacio U donde está definido el sistema dinámico.* En este punto conviene recordar la aportación del matemático francés Henri Poincaré (1854-1912), quien introdujo el enfoque cualitativo al afirmar que tan sólo interesa ver la descomposición por vías férreas como las ve un topólogo y no como las considera un geómetra. *En el mundo del topólogo el espacio U y sus vías férreas pueden deformarse como si fueran de un material elástico, pero no se pueden romper, rasgar o pegar.*

Por ejemplo, el sistema dinámico de la figura 1 es "cualitativamente equivalente" a cualquier otro en el cual haya tan sólo una "estación central" y todas las vías concluyan al llegar a esa terminal. Para un topólogo la única información relevante es que las vías tienden a ir a la estación y no le interesa saber la localización precisa de las vías, cómo se están doblando y mucho menos el itinerario del trenecito que viaja sobre ellas.

Una propiedad de un sistema dinámico definido en U por el campo de velocidades v es persistente si aquélla es válida para los sistemas dinámicos obtenidos en campos de velocidades cercanos a v . Propiedades no persistentes resultan muy difíciles de observar en la naturaleza debido a que pequeñas variaciones del sistema las hacen desaparecer. *Observamos tan sólo lo persistente.*

Comprender cualitativamente un sistema dinámico consiste en comprender la imagen del espacio U y su descom-

posición en vías férreas desde la perspectiva de un topólogo, en un mundo elástico. Dos sistemas dinámicos son *cualitativamente el mismo* si sus vías férreas resultan topológicamente en la misma descomposición del espacio U . Un sistema dinámico es *estructuralmente estable* si su descomposición cualitativa en vías férreas es persistente, es decir si para todo campo de velocidades v' cercano a v las dos descomposiciones en vías férreas son cualitativamente la misma (topológicamente, en un mundo elástico). En este caso, la estructura de las vías férreas es tan fuerte, hay tanta cohesión entre todas ellas, que ligeras perturbaciones en el campo de velocidades no rompen estructura tan fuerte.

Por ejemplo, la figura 1 representa un campo estructuralmente estable, pues un atractor como el dibujado sólo puede deformarse en otro atractor global. Es decir: un huracán no desaparece, tal vez se mueva el ojo, pero para desaparecer primero tiene que disminuir su intensidad.

Decimos que un sistema dinámico definido en el espacio U fluye con orden si es estructuralmente estable y podemos dividir U en un número finito de piezas, de tal forma que el destino de los puntos de cada pieza sea el mismo. Es decir, sólo hay un número finito de “destinos” —puntos de equilibrio y movimientos periódicos— a los cuales tienden todas las otras vías y esta partición es persistente ante pequeñas perturbaciones del campo de velocidades. La clasificación cualitativa de estos sistemas se reduce a data combinatoria finita y es posible considerarlos como “bien entendidos”.

Si la dimensión del espacio U es 2, entonces los sistemas dinámicos que fluyen con orden son casi todos; sin embargo, a partir de dimensión 3 ya hay sistemas tales que ninguna pequeña perturbación fluye con orden. ¿Cómo será un sistema estructuralmente estable que no fluya con orden? ¿Ha de tener una dinámica complicada e indestructible!

2. Sistemas dinámicos caóticos

Los sistemas dinámicos son modelos matemáticos compatibles con el “determinismo de la ciencia” y sorprende que aparezca aquí la palabra caos. ¿Cómo entró el caos en la matematización misma del determinismo de la ciencia? *La razón de la presencia del caos es que el tiempo es infinito.*

Considerado un sistema dinámico definido en el espacio U , una zona Z de U tiene *dinámica caótica* si el destino de los puntos que la constituye es muy sensible a la condición de partida y hay una abundancia de diferentes destinos. La primera condición puede expresarse diciendo que “no hay compañerismo en Z ”, es decir, dados dos puntos en Z , sin importar cuán cercanos resulten, en un momento de su evolución se separan una magnitud macroscópica. La combinación de falta de compañerismo y abundancia de destinos claramente justifica el nombre de caos. En los sistemas con orden de la sección anterior no hay caos, pues tan sólo hay un número finito de diferentes destinos.

La dinámica caótica en Z es persistente si al perturbar ligeramente el campo de direcciones v que define la dinámica a v' hay un subconjunto Z' donde la dinámica de v' es cualitativamente la misma que la de Z . El caos persistente es el que observamos en la naturaleza, pues el caos no persistente no vive suficiente tiempo como para ser susceptible de visualización.

El siguiente sistema dinámico con caos persistente es el más sencillo posible. Para tratar de simplificarlo al máximo, presentaremos como ejemplo un sistema dinámico con tiempo discreto, y no con tiempo continuo, como hemos explicado hasta ahora. Esto quiere decir que, en lugar de que el tren efectúe su recorrido con tiempo continuo, tiene paradas cada determinado tiempo. *La ley de evolución ahora es una función $f: U \rightarrow U$ que señala cuál es el punto donde p se transforma en $f(p)$ después de un proceso de evolución. La dinámica se obtiene al aplicar repetidas veces la f , en un proceso que denominamos “iterar”. El “destino” de un punto p es su evolución en tiempos muy grandes —tendiendo a infinito.*

Lo único que vamos a necesitar de las matemáticas es el concepto de que “todo número tiene expansión decimal”. Sea $I = [0, 1]$ el segmento en los números reales que se encuentran entre 0 y 1. Los puntos de I los podemos representar en su expansión decimal $0.a_1a_2a_3a_4\dots$, donde cada a_i es un dígito 0, 1, ..., 9. Dos números en I están cercanos si en su expansión los primeros dígitos son iguales. La cola de un número consiste en los últimos dígitos de la expansión. Claramente podemos encontrar puntos muy cercanos que tengan colas muy distintas: coinciden en su primer millón de dígitos y luego las expansiones son radicalmente distintas. En el ejemplo que vamos a dar, el destino de un punto aparece determinado por su cola, así que va a haber por todos lados puntos que compartan el mismo destino —tienen la misma cola, pero los primeros dígitos son distintos— y, a la vez, puntos cercanos tendrán destinos completamente distintos —coinciden en los primeros dígitos y no en la cola—. Claramente hay un verdadero caos en la evolución de este sistema, pues medimos cercanía por los primeros dígitos y el destino por la cola de la expansión.

Nuestro ejemplo se apega a la ley de evolución $f: I \rightarrow I$ definida por

$$f(0.a_1a_2a_3a_4\dots) = 0.a_2a_3a_4a_5\dots$$

Es decir, que en la expansión decimal eliminamos el primer término, recorriendo todo lo demás. Es fácil ver que los puntos $[0, 0.1]$ entre 0 y 0.1, cuando les aplicamos f , cubren todo el intervalo I —pues se obtienen de nuevo todas las expansiones en decimales—. De modo parecido, cualquier intervalo de la forma $[0.5, 0.6]$ pues al eliminar el primer término —en este caso el 5— volvemos a obtener todas las expansiones decimales. Entonces, esta función f cubre 10 veces el segmento I . La transformación nos la podemos imaginar así: expandimos el intervalo $[0, 1]$ por 10, para obtener el intervalo $[0, 10]$ y ahora recubri-

El corazón de una reina



MARIO ENRIQUE FIGUEROA

Sin duda el gato negro había trepado desde el viejo tronco cercenado a la barda y de ahí al sobrado del ventanal de mi estancia. Ignoro qué lo había hecho subir, pero maullaba temeroso porque desandar el camino le resultaba difícil. Cuando abrí la ventana retrocedió con los pelos de la nuca erizados. Y en seguida descubrí en el jardincito del apartamento de abajo a su dueña, llamándolo angustiada con los brazos en alto, mientras todos sus demás gatos caminaban en torno a sus tobillos.

—Califa, ven; Califa, ven.

Sus movimientos, su agitación, dejaban parte de sus senos a la vista.

—No lo asuste, vecino, no lo asuste.

El gato, con su lustroso pelo negro bajo el sol, semejava una pequeña pantera acorralada. Yo lo llamaba inútilmente "bicho, bicho" frotando la punta de los dedos medio y pulgar; mi vecina insistía en su nombre, utilizando una y otra mano como visera para protegerse de los reflejos del sol. Y conforme estiraba un brazo y luego el otro, yo veía el reacomodo de sus senos sin brasier entre la abertura de la bata. Así, Califa miraba a su dueña como avergonzado de encontrarse en esa posición que disminuía ostensiblemente su orgullo; a mí calculando mis intenciones, receloso, sin ocultar su disposición a defenderse.

Le pedí a mi vecina que tuviera calma. En la cocina corté unos trozos de bistec y regresé a la ventana: los fui arrojando en el sobrado, de manera que el gato se acercara a mí según los iba devorando. La estrategia parecía tener éxito y mi vecina casi aplaudía de gusto. Sin embargo, al colocar un pedazo justo entre los dos, Califa se agazapó y estiró una garra intentando jalarlo, sabiendo que si lo cogía con el hocico yo podría atraparlo. Miró con desdén mis ojos y el trozo de carne cruda antes de recular de nuevo.

"Pinche gato", murmuré, en tanto abajo su dueña gemía al borde las lágrimas. Tras meditar unos segundos me dije que lo más indicado era que ella subiera a mi apartamento y

lo atrajera en mi lugar. Se lo propuse. Entonces miró sobre mi cabeza y descubrí que el matrimonio del siete —una pareja ya entrada en años— observaba la escena desde hacía rato. Sólo en ese momento fui consciente de que el marido de mi vecina estaba de viaje; de que mi esposa y mis hijos habían ido a pasar la Semana Santa al rancho de mi suegra. Y esas ausencias era algo que los mudos espectadores no podían ignorar.

Comprendí el dilema. Pero mi vecina y yo, también de súbito, asumimos lo curioso y vagamente promisorio de la situación. Nos miramos traspasando la cortés simpatía con que nos saludábamos al coincidir de modo casual en el estacionamiento, en el corredor del edificio. Y un suave relajamiento de sus labios aceptó, adelantó al resto atribulado de sus facciones en la determinación de rescatar a Califa del trance en que se hallaba. Un segundo más tarde la vi entrar en su apartamento seguida por la cohorte de gatos maulladores.

Sólo tardó el tiempo necesario para sustituir la bata por un vestido informal de color blanco. Al subir la escalera ya la esperaba a un lado de la puerta abierta. Las sonrisas casi tímidas de nuestras caras me parecieron exageradas en dos personas que rondaban los cuarenta años.

—Me apena molestarlo, vecino, pero últimamente Califa ha estado muy nervioso.

—No se preocupe, por favor. Pase, inténtelo usted.

Entró evitando pisar la esquina visible de la alfombra verde, cubierta casi en su totalidad por el sofá, los sillones, la mesita de centro. Se dirigió al ventanal y asomó el cuerpo. Yo, sin cerrar la puerta, me mantuve a cierta distancia para no entorpecer la acción. Ello me permitió corroborar que a sus piernas largas y delgadas nada más les faltaba, para satisfacer mi gusto, un poco de volumen en las pantorrillas.

Califa todavía se hizo un rato el remolón, pero ante los cariñosos llamados de su dueña por fin se acercó y dejó rescatar del sobrado por las manos conocidas, no sin antes apoderarse del último trozo de carne que le había ofrecido.

El gato acomodó su negra, tersa pelambre en los senos de mi vecina, quien lo acariciaba y besaba. Me acerqué a ellos y el animal se puso otra vez a la defensiva. Ella lo tranquilizó con sus mimos exagerados, mirándome a veces de soslayo. Califa comenzó a ronronear satisfecho, a entrecerrar los párpados.

La invité a sentarse, a tomar una taza de café. Se disculpó. Tenía cosas que hacer.

—Además, usted sabe, los vecinos... —dijo, mirando el techo, el hueco de la puerta—. Su esposa no está, mi marido anda en viaje de negocios...

El tono con que dijo las últimas palabras remeció la manera en que me había sonreído desde su jardincito bajo la atenta, nada pudorosa observación de los vecinos del siete: ahora pegarían las orejas a su puerta entreabierta para escuchar: “Es usted muy amable, gracias, hasta luego”, palabras dichas por ella al salir de mi apartamento en un tono de voz deliberadamente alto. Luego descendió con cuidado los escalones llevando a Califa en brazos.

Cerré la puerta y sentado en el sillón escuché un rato —próxima o distante— esa voz de mi vecina recriminando, llamando cariñosa, haciendo reclamos a sus numerosos gatos. Oyéndola pensé en su marido, el voluminoso estadounidense, agente de ventas, que todos los fines de semana la deja sola con sus gatos. También en su frágil hija de quince años —nacida antes de su actual matrimonio— que hacía dos había muerto durante una excursión escolar porque olvidó la inyección que le permitía controlar su diabetes.

Cogí el teléfono y marqué el número de Juan Manuel para corroborar nuestra cita. Estaba en lo dicho. Ya salía de su casa. Si no lo encontraba en la cantina estaría en la librería de Polo Duarte. De acuerdo. Cerré la ventana, busqué las llaves del auto y bajé al estacionamiento. Mientras calentaba el motor comencé a disfrutar —imaginándola— la ciudad semidesierta. Era Sábado Santo y conducir por las calles en días como ése puede convertirse en una experiencia conciliadora.

Desde atrás del pequeño mostrador a la entrada de su librería, Polo estiró su mano derecha. La estreché observando su sonrisa, la de los labios, pero también la de los ojos con su invariable nostalgia sobrenando el amistoso saludo. Después su mirada me guió hacia donde se encontraba Juan Manuel, en lo alto de una escalera, hurgando en los estantes. Algo que Polo sólo permitía a sus amigos.

Nos acodamos en el mostrador y atendimos pacientes los afanes de Juan Manuel. A nuestras espaldas, encima de la Alameda Central, la tarde de pronto se nubló. Le pregunté a Polo cómo iba el negocio. Con su mesurada animosidad me respondió que no podía quejarse. En cuanto al libro que yo le había encargado, me dijo que lo tendría la próxima semana. Finalmente Juan Manuel, advertida mi presencia, inició un trabajoso descenso cargado con una considerable pila de libros.

Lo ayudamos al pie de la escalera. Mientras Polo anotaba autores, títulos y precios, sonreía, acaso compartiendo los placeres que ya se prometía Juan Manuel hojeando los libros.

Invitamos a Polo a beber una copa, pero esperaba a un cliente, nos alcanzaría en cuanto se desocupara. Con los libros bajo el brazo recorrimos los diez pasos que separaban la librería de la cantina.

—Un tipo sensacional este Polo— dijo Juan Manuel.

Antes de empujar con el cuerpo la puerta giratoria, miré con recelo el peñado nubarrón que cubría el cielo. Colocamos en la mesa de uno de los reservados los libros. Juan Manuel les dirigió una mirada que parecía pedirles esperar un poco, nada más un poco. Ezequiel se acercó a saludarnos y le pedimos un par de vodkas con agua quina. En seguida Juan Manuel adelantó su rostro hacia mí.

—Ya está todo listo para empezar la película... el mar, la mujer embarazada, la interrogación precisa y a la vez mudable, infinita, sobre la presencia casi prescindible del hombre, sobre el amor y la vida, sobre el posible sentido de un sacrificio y la cabrona necesidad de estar siempre abierto a la resignación, al adiós.

Yo veía en sus facciones la conocida pero siempre extraña mezcla de endurecimiento y ternura, de soledad moteada con destellos de lejanas esperanzas. Se apoyó en el respaldo cuando Ezequiel trajo nuestros vasos. Bebimos al mismo tiempo. Encendí un cigarrillo y Juan Manuel encimó de nuevo su cuerpo en la mesa. De acuerdo con su carácter no quería ceder demasiado a las expectativas de su proyecto inmediato, pero advertí que su vida gastaba entonces días de tranquila euforia. Su rostro y sus palabras me hicieron experimentar una alegría triste.

—Bueno, ya te sabes de memoria el guión... dime, cómo van tus cosas.

Al principio, por eso deseaba verlo, le hablé de mi novela, de que me gustaría fuera el primero en leer el manuscrito; también de ese cariño distante o distanciamiento cariñoso que sentía desde hacía unas semanas por mi esposa. Sin embargo, de pronto, entre dos tragos, me descubrí hablándole de mi vecina, de Califa y sus otros gatos, de las miradas y sonrisas que una hora antes habían engarzado nuestras situaciones de esposa y marido solitarios durante ese fin de semana.

Juan Manuel me observó sin pausas unos segundos. Dio un prolongado trago a su bebida. Y habló:

—La primera vez que de verdad gocé el cuerpo de una mujer fue a lo largo de toda una noche. Nos abrazábamos, bebíamos, dormitábamos y otra vez a enlazar los cuerpos. Seis o siete veces lo hicimos esa noche. Al amanecer, cuando mi miembro se retrajo de entre los labios de su sexo, el glande me dolía con intensidad, pero de una manera muy placentera. Se lo dije a mi compañera (la acababa de conocer y al principio de esa noche pensé que no volvería a verla) y ella sumergió y alivió mi miembro en una cacerolita con agua tibia. Lo hizo con cuidado, amorosamente. Esa mujer fue después mi esposa, hasta que...

Juan Manuel sonrió enigmático sin dejar de verme. Después chocó su vaso contra el mío.

—Hasta que apareció el mar y la mujer —completé yo—, la idea de la mujer embarazada en el mar, su libertad y todo lo demás.

—Si una vez ya diste lo que podías o debías, nada puede impedirte darlo otra vez, o dar algo diferente, uno nunca sabe, al surgir otra presencia.

—No creo que la nueva presencia, en este caso, prometa demasiado, por lo menos no tanto como parece suponer.

—En este momento lo ves así porque anticipas culpas o remordimientos. Eso limita la percepción que tienes ahora de lo nuevo. No seas cobardón y explora sin prejuizar. No coartes por anticipado las posibilidades, pocas o muchas, de lo nuevo.

—Pero...

—Y no creas que soy cínico o te pido que lo seas. En ese caso te aconsejaría, nada más, que te tiraras el lance y dieras vuelta a la hoja. Pero (y esto quizá sea lo más importante) a lo mejor se te está presentando la oportunidad de definirte ante tu propia esposa, que por otra parte ya debe estar percibiendo algo de lo que mencionaste. Salud.

Pedimos más vodka. Por un rato miramos personas y objetos: a quienes bebían en la barra o pasaban junto a nosotros; a las botellas alineadas en diversos niveles ante el infaltable espejo. Pensé objetar algo más, pero era evidente que Juan Manuel ya había dado vuelta a la hoja. Sin mayores preámbulos se puso a hablar de los libros comprados en la librería de Polo.

De entre los volúmenes viejos y polvosos, encuadernados a la rústica, Juan Manuel seleccionó aquella tarde la *Vida de Marco Bruto* para ponderar las excelencias de la prosa española, aparte de las mujeres y el cine, su mayor debilidad. Disertó con largueza, leyó algunas páginas. Sin embargo, sólo a ratos pude seguir sus laudes o escuchar la maestría discursiva de Francisco de Quevedo y Villegas, a través de Plutarco.

La mañana luminosa con Califa trepado en el sobrado de mi ventanal, trocada en tarde nublada y lluviosa, no eran para mí sucesos y cambios acordes con lo que decía y leía Juan Manuel. Cierzo, habíamos bebido cinco o seis vodkas, pero sobre todo había algo perentorio en el progreso de la noche y la lluvia en la ventana. Algo que en definitiva se refería a mi vecina, los gatos y las ausencias. La de mi esposa inusual; la de su marido previsible, aunque era Sábado Santo. Lo imaginé, enorme y obsequioso, visitando las tiendas de abarrotes en alguna ciudad de provincia.

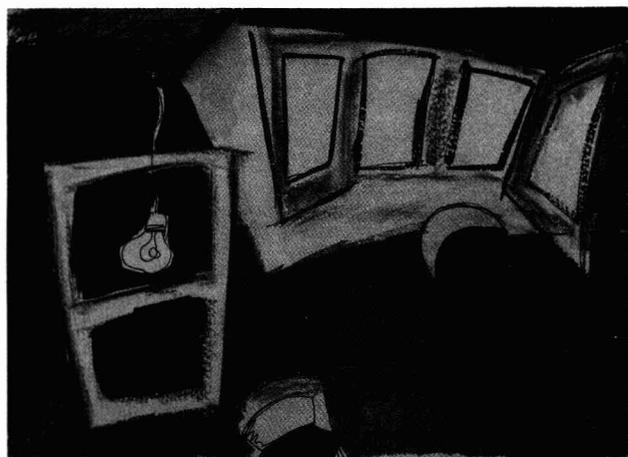
Juan Manuel cerró el libro, lo depositó cuidadoso sobre los otros. Su rostro, ceñudo y amable a la vez, me pareció inmerso en una placidez ligeramente encendida. Me propuso marcharnos. Se veía satisfecho. Le respondí que bebería un trago más y levanté la palma de mi mano derecha cuando intentó sacar dinero.

—De acuerdo, yo me voy. Nada más no te embriagues. Recuerda que ésta puede ser tu noche de los gatos en el sobrado caliente, o de los gatos calientes en el sobrado.

Se rió con fuerza y ayudado por Ezequiel salió a la noche húmeda transportando su tesoro literario. Por mi parte agre-

gué no uno sino tres vodkas más a mi indecisión. En algún momento Ezequiel se sentó frente a mí y preguntó a mi rostro (con seguridad ensimismado) qué pasaba. Le sonreí reconocido por su gesto solidario, moviendo negativamente la cabeza. Y su pregunta me decidió a pedir la cuenta, abandonar la cantina, trepar a mi coche para regresar a casa.

Cerré el portón del estacionamiento y recargado en el cofre de mi auto observé la alternancia de luces en las ventanas de mi vecina. La recámara, la cocina, el baño. Se encendían o apagaban ubicando sus desplazamientos, relatándose sus quehaceres. La sucesión describía una vida de mujer que comencé a sentir muy próxima, familiar casi. Aquel pausado ir y venir que yo adivinaba escoltado por los gatos, reanimó el suceso que nos había acercado por la mañana. Mi vientre



acumuló un acceso sanguíneo que me provocó una lenta erección.

Entré al corredor del edificio. Me detuve al pie de la escalera, mirando arriba el negro número cuatro en la puerta de mi apartamento. Con el pie izquierdo en el primer escalón y las manos en la baranda, me asomé a ver el número uno en la del fondo. Escuchaba la voz de mi vecina, los maullidos de los gatos, el arrastre por el piso de las pantuflas, que se detuvieron proyectando la sombra de dos tobillos en la línea de luz bajo la puerta.

Antes de caminar transcurrieron unos segundos dilatados en mi mente por girones de ideas, sospechas y premoniciones, que suspendieron su aleteo, su tendencia a vincularse y plasmar una certidumbre, cuando mi vecina apareció en el umbral rodeada por el tufo previsible. Un metro escaso separaba nuestros cuerpos. Los gatos me miraban o se frotaban contra sus tobillos. Ella sonreía como la novia, la esposa que recibe la presencia esperada con un poco de enfado por la tardanza y otro poco de tolerancia cariñosa.

—Hola.

—Qué tal.

—¿Puedo entrar? Sólo un momento. Hay algo que me intriga... por qué Califa...

Antes de franquearme la entrada verificó el vacío silencioso del corredor. Me indicó el sofá y ella se acomodó en un sillón cercano, cruzando las piernas bajo la bata.

—Te ves un poco... cansado. ¿Dónde andabas?

—Estuve con un amigo, en una cantina.

—Claro. Bueno, ahí tienes a Califa. Lo conozco y creo que ya te acepta.

—¿Por qué habrá trepado hasta mi ventana?

—A ratos está muy inquieto —repitió, resbalando sin molestia mi duda intrascendente. Y agregó, mirándome con alguna avidez a través de una sonrisa calculadora:

—Te escuchamos llegar, te esperábamos.

—¿Me esperaban?

—Sí —parpadeó, desviando un instante la mirada— mis gatos y yo.

—Quizá en ese momento debí marcharme. Su respuesta hizo obvia mi natural sorpresa, a la vez que acercó más a una extraña y todavía renuente certidumbre la intuición, la sospecha que había acompañado mis pasos hasta la puerta de su apartamento.

De pronto varios gatos corrieron hacia la recámara oscurecida y con la puerta entreabierta. Y con la misma premura instintiva que los atrajo, regresaron como auyentados para seguir frotándose contra los muebles y nuestras piernas. Califa incluso trepó al sofá y restregó su costado en la manga de mi chamarra.

Mi vecina los miraba y acariciaba alternada, cariñosamente, vigilando sonriente sus breves incursiones en el jardincito iluminado. Sólo uno permanecía echado en la alfombra roja: tranquilo, perezoso, grande y esponjado en su pelaje gris.

—Ella es Sultana —me informó al notar que la observaba—. Se parece a mí, es como yo. Se siente la reina... Perdón, ¿quieres beber algo? Tengo un poco de coñac y tequila.

—Coñac, gracias.

Mientras servía las copas tras una barra pequeña al lado de la puerta, pasé varias veces la mano izquierda a lo largo del lomo un gato amarillo. Sentía en la palma sus vértebras arqueadas y el placer que le ocasionaba al golpear suave su cola erecta. Antes de regresar apagó la luz del techo y la estancia quedó iluminada sólo por una lámpara de pie.

Me ofreció una de las copas y ahora, al sentarse, acomodó las piernas flexionadas en el sillón, bajo su cuerpo. Sorbimos las bebidas —ella tequila— y en seguida nuestros ojos se encontraron adelantando su reto ambiguo, mi frágil residuo de duda y reserva.

Califa saltó hacia ella y arrastró con las patas una punta de la bata. La mitad de su muslo derecho apareció, quedó expuesto a mi mirada, al tiempo que animal y mujer se hacían arrumacos, se lamían y besaban, frotaban narices. Había dejado la copa en el brazo del sillón y sostenía con ambas manos el cuerpo del gato. Yo posé la misma mano acariciante sobre la pierna desnudada.

Mi lenta caricia pareció inadvertida al principio. Mi vecina y Califa siguieron mimándose. Yo deslicé la mano por la pierna hasta la cadera, bajo la bata, que arrodillándome

empecé a desabotonar, seguro de que no ocultaba ninguna otra prenda. Y emergieron los senos, grandes, un poco caídos, de floración no muy extendida y pezones ya rígidos.

Dejó reposar en su cuello a Califa mientras su rostro asumía una expresión de placidez y abandono. Era como si el gozo proviniera de la lengua del gato en su cuello, en su oreja, más que de mi mano copando y mis dedos sobando el seno que me transmitía los latidos de su corazón. Con las manos unidas en su vientre, acaso deliberado anticipo de la abertura de su sexo, procuraba levantar ambos pechos con sus brazos, para recuperar su no muy lejana firmeza. Tenía los párpados entrecerrados y una sonrisa apacible que parecía animada —me dije— por alguna brisa de mar, aunque la cortina de la puerta que daba al jardincito no se movía.

Pero la situación exigía eludir todo prolegómeno y dejé caer de golpe mis pantalones y mis calzoncillos: separé sus rodillas, monté sus muslos en mis hombros, aprisioné sus caderas para atraer hacia mí los pliegues de su vientre que ella procuraba contraer aguantando la respiración.

Vi resbalar su cabeza por el respaldo del sillón, a cuyo borde trepó Califa. Lo miré. Desde su lugar observaba atento lo que sucedía entre su dueña y yo. A pesar de lo que mi vecina me había anunciado al entrar, el brillo de sus pupilas me insinuó algún recóndito designio. Eso no impidió que mi sexo atinara en su inicial penetración. Mi vecina cerró un momento del todo sus párpados, aunque su cara conservó la soñadora dejadez que parecía ignorarme.

Los gatos —blancos, amarillos, pardos— husmeaban excitados nuestros humores, rondando por la alfombra y desde los brazos del sillón. Se paseaban sobre mis tobillos, encima del cuerpo de ella. Me volví al sentir una garra suave, una lengua rasposa y unos lentos colmillos en mis nalgas: Sultana también participaba.

Sin embargo, no debí descuidar a Califa al emprender por fin mi acometida: cuando incliné mi cuerpo sobre ella, sentí el instantáneo zarpazo en mi nuca. Ante mi manotazo huyó para entrar en la recámara oscurecida: en su precipitación terminó de abrir la puerta y entonces vislumbé una imagen difusa —mitad sombra, mitad figuración— justo en el momento de ocultarse.

Ella, mi vecina, adivinó por mi expresión lo que acababa de descubrir. Intentó atraer de nuevo el rostro que la miraba comprendiendo, con la sospecha recalando aún asombrada en la certidumbre que mi mente había postergado.

—No hagas caso, ven, déjalo, no está celoso en realidad...— decía con los párpados nuevamente entrecerrados y voz queda.

Pero mi miembro ya colgaba flácido fuera de su sexo. Me incorporé y ajusté mis pantalones sin dejar de contemplarla con más ternura que enojo o rencor. Me dirigí a la puerta explorando con dos dedos la herida apenas sangrante que me había provocado Califa.

Antes de salir me volví a mirar por encima del respaldo del sillón las piernas desnudas que ella abría y cerraba mientras los gatos tumultuosos la husmeaban y lamían. ♦

Física, causalidad, determinismo, azar y caos



RAFAEL PÉREZ PASCUAL

Desde la antigüedad se ha pensado en encontrar causas de los fenómenos y acontecimientos que nos rodean. Los debates al respecto han influido de muy diversas formas en el pensamiento, en particular en el de filósofos y científicos.

Uno de los modos de explicar las cosas o los acontecimientos es el de las causas finales o finalistas. Por ejemplo, si digo que los objetos caen cuando los dejamos libres porque su estado natural es el estar en el suelo o ligarse íntimamente con la tierra, estoy adoptando una explicación finalista, estoy buscando una causa en el fin del movimiento de ese objeto: la causa por la que las piedras caen está en la búsqueda de su estado natural junto a la tierra.

Aristóteles nos dice en su *Física*, libro segundo, capítulo ocho:

...la acción por la búsqueda de un fin está presente en las cosas que vienen a ser y son por naturaleza.

Es más, cuando una serie llega a completarse, todos los pasos precedentes van en busca de ello. Así es en la acción inteligente, como en la naturaleza; y como en la naturaleza, lo es en cada acción, si nada interfiere. Ahora la acción inteligente lo es en la búsqueda de un fin; entonces en la naturaleza de las cosas también es así.

Es claro entonces que la naturaleza es una causa, una causa que opera en función de un propósito.

Sócrates le dice a Cebes en los *Diálogos* de Platón:

...si una persona me dice que el florecer de los colores, de la forma o de cualquier otra cosa similar es la fuente de la belleza... yo sostengo, y de eso estoy seguro en mi propia mente, que nada hace a algo bello excepto la presencia y participación de la belleza en sí... es por la belleza que las cosas bellas se hacen bellas... y es sólo por la grandeza que las cosas grandes se hacen grandes y mayor se hace lo grande, y es por la pequeñez que lo pequeño se hace menos.

Así, las concepciones finalistas se establecieron y dominaron, en gran medida, el pensamiento.

Otra forma de observar la realidad, sin dejar de tener una postura causal, consiste en la búsqueda de secuencias de causa y efecto, esto es la explicación de algún fenómeno en una causa que lo antecede y determina. El color de los reactivos en el tubo de ensayo se torna rojo, porque la reacción química produce una sustancia que absorbe la luz de todos los colores excepto la roja.

Según Hume el conocimiento, para ser científico, debe establecer la causa de las cosas y de acuerdo con Bacon la filosofía natural debe dividirse en dos partes: la física, que inquiriere sobre las causas materiales y eficientes, y la metafísica, que examina las causas formales y finales.

La causalidad, de una forma u otra, está presente en el pensamiento científico. Sin embargo, como nos señala Bacon, los científicos tienden a desechar las causas finalistas, ya sean éstas de origen teológico, como lo son para Aristóteles, o parte de la lógica, como lo resultan para Platón.

El pensamiento científico ha buscado causas y efectos, pero no podemos simplificar al grado de identificar lo científico con lo causal, ni siquiera desde la perspectiva de una causalidad no finalista. Podemos preguntarnos siempre por la causa de la causa, y no hay duda de que, si bien esto ha inspirado a muchos, no por ello constituye el paradigma último de la ciencia.

En relación con Galileo, Salvati ya señalaba en el diálogo de *Las dos nuevas ciencias*:

El presente no parece ser el tiempo adecuado para investigar las causas de la aceleración del movimiento natural sobre las que se han expresado numerosos filósofos... Ahora, todas esas fantasías, y otras también, podrían ser examinadas, pero en realidad no vale la pena. En el presente el propósito de nuestro autor (Galileo) es únicamente el de investigar y demostrar algunas de las propiedades del movimiento acelerado —cualquiera que pueda ser la causa de esa aceleración— entendiendo

por tal aquel en el que el *momentum* de su velocidad se incrementa después de partir del reposo en proporción simple al tiempo...; y si encontramos que las propiedades que demostraremos se realizan en los cuerpos en caída libre y en los acelerados, concluiremos que la definición asumida incluye al movimiento de los cuerpos que caen y que su velocidad se incrementará con el tiempo y la duración de su movimiento.

Varias décadas después, en el prefacio de los *Principia*, Newton nos dice:



...la mecánica racional será la ciencia de los movimientos resultantes de cualquier fuerza, y de las fuerzas requeridas para producir cualquier movimiento, ambas cosas propuestas y demostradas con precisión... Ofrezco este trabajo como los principios matemáticos de la filosofía, ya que la parte principal de la filosofía parece consistir de esto —a partir de los fenómenos de los movimientos investigar las fuerzas de la naturaleza, y partiendo de esas fuerzas demostrar los otros fenómenos. Las proposiciones generales de los libros primero y segundo se dirigen a este propósito.

Más adelante, en la definición ocho, señala:

...aquí me propongo sólo dar una noción matemática de esas fuerzas, sin considerar sus asientos o causas físicas... el lector no debe imaginar que con esas palabras pretendo definir la clase o la forma de cualquier acción, las causas o las razones físicas de ello, o que yo les atribuyo fuerza, en un sentido cierto y físico, a ciertos centros —que sólo son puntos matemáticos...

Finalmente Newton establece sus “Reglas para razonar en filosofía” en el libro tercero de los *Principia*:

Regla 1. No debemos admitir más causas de las cosas naturales que aquellas que, para explicar su apariencia (su fenomenología, diríamos), sean ciertas y suficientes.

Regla 2. A los mismos efectos naturales debemos, hasta donde sea posible, asignar las mismas causas.

Regla 3. Las propiedades de los cuerpos que no admitan intensificación o reducción de grado (se refiere a cosas como la inercia) y que se encuentren en todos los cuerpos al alcance de nuestros experimentos se deben considerar como propiedades universales para cualquier cuerpo.

Regla 4. En filosofía experimental debemos ver aquellas proposiciones inferidas por inducción general a partir de los fenómenos como precisas o casi precisas, a pesar de cualquier hipótesis en contrario que pueda ser imaginada, y ello hasta que ocurra otro fenómeno por medio del cual podamos hacerlas más precisas o concebirlas como susceptibles de excepciones.

Así se va llegando a un paradigma científico que, si bien no niega la causalidad, no cifra en el establecimiento de causas, y mucho menos en el de causas últimas o finalistas, su principal propósito. La mecánica newtoniana no se propone buscar o establecer la causa de la inercia y entiende a esta última como una propiedad universal de los cuerpos establecida por inducción general a partir de la observación y experimentación. Esa noción y otras hipótesis relativas a propiedades universales similares —las famosas segunda y tercera leyes de Newton— nos permiten deducir los fenómenos del movimiento de los cuerpos a partir de las fuerzas y construir teorías generales de éstas —como la Ley de Gravitación Universal del propio Newton— con base en las particularidades de algunos fenómenos.

Con Newton y su mecánica la filosofía natural se hace física y la búsqueda de causas últimas se convierte en filosofía o metafísica. Esto no quiere decir que para la física los fenómenos no tengan causas, pero sí que su examen de la concatenación de causas y efectos termina al establecerse teorías generales, como la mecánica o la electrodinámica, donde pierde sentido físico continuar con el causalismo; mediante ellas, en cambio, resulta posible alcanzar un entendimiento general, preciso y sustentado en la experimentación, para contemplar, entender y extender toda la fenomenología pertinente. Por eso Spinoza se aventura a afirmar que “...la naturaleza no persigue un fin: todas las causas finales no son otra cosa que ficciones humanas”. También se lamenta de la existencia de aquellos que “...no cesan en preguntar la causa de las causas, hasta que finalmente caen en la voluntad de Dios, refugio de la ignorancia”.

Con el advenimiento de la ciencia moderna, fundada en el paradigma de la mecánica newtoniana, pareciera que se pierde algo —ya Virgilio decía: “Feliz aquel que posea la habilidad de entender de la naturaleza sus ocultas causas”—. En realidad se gana, puesto que esa ciencia nos ha permitido, a fin de cuentas, adentrarnos mucho más en el conocimiento de la

naturaleza que mediante aquellas fantasías —en palabras de Galileo— de las que, por ahora, no vale la pena ocuparse.

La mecánica newtoniana nos trajo, como si pretendiera compensar las aparentes pérdidas, la afirmación o consolidación de otra gran figura del pensamiento: el determinismo. El hecho de que la mecánica permita, a partir de sus principios generales y universales, deducir cuantitativa y matemáticamente el movimiento futuro de los cuerpos con base únicamente en el conocimiento de su estado en un instante cualquiera del tiempo, nos induce a pensar en la determinación de los fenómenos y en su posible deducción racional, tal como lo prevé la famosa afirmación de Laplace:

Una inteligencia que, en cierto instante del tiempo, conociera las fuerzas que animan a la naturaleza y la situación de todos los elementos que en ese momento la integran, y si fuera además capaz de someter todos esos datos a análisis, comprendiendo en la misma fórmula los movimientos de los más grandes cuerpos del universo, y aquellos de los más diminutos átomos: nada le sería incierto y tanto el futuro como el pasado se harían presentes ante sus ojos.

Notemos que causalidad y determinismo son conceptos muy distintos, aunque relacionados en formas complejas. Puedo imaginar una causalidad no determinista: por ejemplo, una misma causa puede, intervenga o no el azar, producir efectos diversos. Puedo imaginar también que esa situación de los elementos que constituyen el universo en un determinado instante, aunque en efecto determine todo su futuro y su pasado, no obedezca a causa alguna. Es posible, en fin, realizar muchos otros ejercicios, pero lo cierto es que el determinismo newtoniano penetró en la ciencia y se impuso como paradigma.

Ahora bien, el verdadero debate se impone, en este contexto, entre el determinismo laplaciano y el concepto de azar e incluso el del libre albedrío. ¿La participación del azar en la naturaleza es real o las cosas que nos parecen azarosas poseen tal apariencia únicamente debido a nuestra ignorancia? Con la mecánica puedo deducir el movimiento de los astros con gran precisión, pero ello se debe a que conozco las leyes de su movimiento y he podido establecer sus posiciones y velocidades con gran exactitud por medio de la observación astronómica. Cuando se trata, en cambio, de las moléculas de un litro de un gas, sólo puedo hablar de probabilidades, de irreversibilidad, de entropía, ya por la intervención de la casualidad, ya por el papel del azar, ya por la ignorancia e incapacidad de conocer el estado de cada una de esas moléculas y de efectuar el análisis reclamado por Laplace en este caso.

Durante siglos la fórmula newtoniana nos ha orillado a pensar en el determinismo y a excluir el azar y la casualidad. La propia revisión de los conceptos newtonianos a que condujeron, al principio de este siglo, la relatividad y la mecánica cuántica, reafirmó en realidad las ideas newtonianas si se va al fondo de ellas.

Cuando Einstein establece el principio de relatividad y se ve obligado a modificar las leyes de Newton en función de la pertinencia de las de Maxwell, no hace otra cosa sino aplicar, como el gran genio que era, las reglas de la filosofía natural establecidas por el descubridor de las leyes de gravedad casi trescientos años antes.

La mecánica cuántica introduce elementos polémicos más profundos en torno a la cuestión del determinismo y de la participación del azar en la naturaleza. En ella no podemos ya hablar del estado preciso de los objetos naturales. Está



intimamente establecida en su formulación la imposibilidad de conocer con exactitud propiedades de un objeto como su posición y su velocidad, pues únicamente podemos concebir distribuciones de probabilidad de los valores de dichas propiedades.

Esto no significa que con la mecánica cuántica dejemos atrás el determinismo, ya que si bien sólo podemos hablar de distribuciones o —para ser un poco más precisos— amplitudes de probabilidad, para calcular estas últimas resulta perfectamente posible establecer las ecuaciones necesarias y, así, determinarlas en el tiempo aunque, por su propia naturaleza probabilista, no establezcan con precisión newtoniana el estado de un objeto —incluso tal concepto de estado pierde sentido al ser inherente a la mecánica cuántica la idea probabilista.

Si bien es claro que la mecánica cuántica no desecha el determinismo, sí pone en duda los principios causales y asigna a la casualidad o al azar un papel importante. Esto con beneplácito de muchos y molestia de otros como Einstein,

quien expresa su opinión al respecto con la célebre afirmación de que Dios no juega a los dados. También hay quienes encuentran en la mecánica cuántica, en su determinismo no estrictamente causal y, en especial, en el llamado colapso de la función de onda, una solución al problema del libre albedrío en el contexto de la ciencia determinista. (Si el buen Galileo calificaba de fantasías de las que no valía la pena preocuparse a los esfuerzos de búsqueda causal, podemos imaginar los calificativos que asestaría ahora a estas ideas.)

Por otro lado no debemos pensar que los debates o interpretaciones encontradas a que conduce la mecánica cuántica le restan valor científico, pues se trata de una teoría bien fundada experimentalmente, esclarece un sinnúmero de fenómenos físicos y sus predicciones han resultado congruentes con multitud de hechos experimentales. Hasta la fecha, no acusa contradicciones que obliguen a revisarla o generalizarla.

En las dos últimas décadas, en el debate sobre el determinismo se han introducido la causalidad, el azar y un nuevo elemento llamado caos o caos determinista.

El determinismo newtoniano o laplaciano se sustenta en la formulación de las teorías físicas como ecuaciones diferenciales o, más ampliamente, como sistemas dinámicos. Con estos objetos matemáticos podemos expresar las leyes o principios físicos y aplicarlos a situaciones generales o concretas y deducir la evolución de los sistemas físicos.

Desde principios de siglo se comenzó a observar una serie de propiedades que dificultaban la explicación de un gran número de sistemas dinámicos, pues sus soluciones mostraban complejidades insospechadas en los sistemas ya resueltos. Por diversas razones la naturaleza de los escollos no resultó clara hasta hace poco tiempo; en gran medida la capacidad de cálculo de las modernas computadoras ha revestido gran importancia para superar los problemas, aunque también han constituido un factor importante para ello la maduración de muy diversas ideas y técnicas de la matemática moderna y el creciente interés por estos temas.

El asunto se relaciona con lo que llamamos condiciones iniciales, es decir el estado de un sistema en un instante determinado. Recordemos la inteligencia superior invocada por Laplace, que requiere conocer la situación de todos los elementos integrantes del universo, o sea el conjunto de las condiciones iniciales del universo. Desde luego aquí estamos hablando de un sistema delimitado y suficientemente conocido por nosotros, como puede ser el sistema planetario o cualquier otro de los que cotidianamente consideramos en el estudio de la física o de sus aplicaciones. Pues bien, puede demostrarse que, considerado un sistema dinámico bien definido y unas condiciones iniciales, se puede determinar el comportamiento total del sistema para todo el futuro y el pasado del sistema. Naturalmente en ello radica el sentido determinista de las teorías físicas sustentadas en ecuaciones diferenciales.

Esto es un teorema y no ha cambiado, pero no dice nada sobre el comportamiento de los sistemas dinámicos ante

pequeños cambios en las condiciones iniciales. Imaginemos un sistema dinámico, por ejemplo el que se utiliza para estudiar el movimiento de un planeta en torno del sol. Sabemos que, en ciertas condiciones iniciales —en nuestro ejemplo la posición y la velocidad del planeta en un cierto instante—, podemos, al resolver el sistema de ecuaciones, conocer la posición y velocidad del planeta en cualquier otro tiempo futuro o pasado.

Ahora bien, ¿qué ocurre si pensamos en una situación muy similar, en el sentido de que comenzamos con unas condiciones iniciales muy parecidas pero distintas de las anteriores? Es posible predecir que la evolución de los dos sistemas será similar y que, al diferir sólo un poco en un cierto tiempo, diferirán sólo un poco en tiempos futuros. Esto es lo que ocurre en los sistemas que llamamos integrables —como el de nuestro ejemplo del planeta alrededor del sol—, únicos que podían ser estudiados con las herramientas matemáticas y computacionales existentes hasta hace unas décadas. Mucha gente pensaba que, puesto que los sistemas susceptibles de estudio se comportaban de esa forma, los demás también lo harían

Sin embargo, no ocurre así: hay sistemas cuyos estados futuros divergen muy pronto, al grado de separarse por completo después de relativamente poco tiempo, pese a comenzar en condiciones iniciales cercanas. Seamos más precisos: en los sistemas del primer tipo la separación entre dos soluciones cuyas condiciones iniciales apenas difieren crece proporcionalmente al tiempo transcurrido, mientras que en los del segundo tipo esa separación crece exponencialmente con el tiempo.

Veamos un ejemplo de lo que esto significa. Tomemos el número dos. Un crecimiento proporcional al tiempo sería, por ejemplo, que lo multiplicáramos por dos veces el número de segundos transcurridos; así, después del primer segundo valdría cuatro, después del segundo valdría ocho, después del tercero doce, después del cuarto dieciséis, después del quinto veinte, después del sexto veinticuatro y así en adelante. En el caso de un crecimiento exponencial, en vez de multiplicarlo por dos veces el número de segundos, cada segundo lo duplicaríamos; así, el dos después del primer segundo valdría cuatro, después del segundo valdría ocho, después del tercero valdría dieciséis, después del cuarto treinta y dos, después del quinto sesenta y cuatro, después del sexto ciento veintiocho y así sucesivamente. Se advierte con claridad la diferencia; aún más, después de, digamos, cien segundos, tendríamos en el primer caso cuatrocientos y en el segundo una cifra expresable sólo mediante treinta dígitos.

Cuando un sistema presenta esa divergencia exponencial resulta, en la práctica, impredecible, pues cualquier pequeño error cometido al establecer las condiciones iniciales crecerá de modo incontrolable hasta que los cálculos dejen de corresponder por completo con la realidad. Incluso mínimas inexactitudes de cálculo inevitables al emplear números provistos por lo general de una cantidad infinita de cifras decimales producirán resultados carentes de sentido, ya que

habrán de separarse en forma exponencial del verdadero comportamiento del sistema. Por lo demás, estos sistemas dinámicos no son pocos o raros, sino la inmensa mayoría de los existentes. No los conocimos antes porque no los podíamos resolver o estudiar y, por tanto, los ignorábamos o presumíamos que no diferían en gran cosa de los otros.

Otra propiedad de estos sistemas se deduce fácilmente de la divergencia exponencial. Imaginemos por ejemplo el movimiento de un planeta en un sistema en el que hay dos soles —en nuestra galaxia hay multitud de estrellas dobles, así que no es un ejemplo ficticio—. Pensemos que el planeta permanece en una región relativamente pequeña del espacio situado alrededor del sistema. Supongamos también la presencia de otro planeta cuyas condiciones iniciales difieran un poco de las del primero, pero que también permanece dentro de un espacio finito en torno a los dos soles. ¿Cómo pueden divergir las órbitas de esos planetas exponencialmente sin que se separen de manera indefinida, puesto que ello los alejaría de la vecindad de sus soles? El fenómeno sólo puede explicarse si se conciben órbitas que se enredan en formas muy complejas, similares a las trayectorias de los ingredientes durante el proceso de mezcla cuando se amasa el pan. En efecto, se trata de órbitas sumamente complicadas que semejan las irregularidades del ruido o de algo que recibe impulsos azarosos; de hecho, en ciertos aspectos resulta imposible distinguirlos de los procesos aleatorios. De aquí que a estos sistemas se les llame caóticos, aunque, por ser en realidad del todo deterministas, a sus propiedades se les asigna el aparentemente contradictorio nombre de caos determinista.

En el debate entre determinismo, causalidad, azar y necesidad se ha encontrado otro elemento, el caos determinista, que nos obliga a preguntarnos cuestiones tan importantes como la posibilidad de diferenciar los resultados de un proceso realmente estocástico y los producidos por un sistema caótico, o, incluso, a cuestionar la existencia misma del azar, ya que en el plano operativo podría ser indistinguible del caos dinámico. Desde luego las propiedades de estos sistemas son, a pesar de su complejidad y aparente irregularidad, susceptibles de estudio matemático y esto ha abierto todo un campo de nuevas investigaciones, tanto matemáticas como físicas, de gran importancia y con enormes perspectivas de desarrollo.

Todavía falta por abordar un punto general en el sentido de las relaciones entre la teoría del caos dinámico y la mecánica cuántica: la ecuación determinista que gobierna la evolución de los sistemas cuánticos —esto es de las amplitudes de probabilidad— no puede presentar el fenómeno del caos en ningún caso, ya que es lineal, mientras que las ecuaciones de la mecánica clásica, las de Newton, sí son capaces de hacerlo, pues son no lineales. De ello resulta que, desde el punto de vista clásico, tenemos un determinismo totalmente causal, insuficiente en la práctica para efectuar la predicción a largo plazo, mientras desde la perspectiva cuántica contamos con un determinismo predecible, pero implícitamente



probabilista. Desde luego, al considerar, como debe ser, una teoría, la clásica, como un límite de la otra, surgen contradicciones y problemas de gran interés e importancia hoy en proceso de investigación, llamados en conjunto caos cuántico.

La introducción del caos determinista ha abierto perspectivas de desarrollo en las ciencias físicas y matemáticas, pero también de otras muchas. Innumerables fenómenos que parecían, por su irregularidad o apariencia azarosa, intratables en el contexto de una formulación determinista, son ahora concebibles dentro de las posibilidades del análisis matemático y en especial de la teoría de los sistemas dinámicos. Esto reviste especial interés en las ciencias biológicas, las neurociencias y las ciencias sociales, en particular las económicas. ♦

Nota bibliográfica

La lectura de volúmenes de la colección Great Books of the Western World, editada por Encyclopaedia Britannica, han constituido una gran ayuda.

Recomendamos la lectura del libro de David Ruelle *Chance and Chaos*, editado por Princeton University Press.

También el libro de Stuart A. Kauffman, *The Origins of Order*, editado por Oxford University Press, ha resultado de utilidad.

Para una revisión técnica y general puede leerse el libro *The Science*, así como muchos de los innumerables libros y artículos publicados recientemente sobre estos temas. El lector encontrará también abundantes programas de computadora que ilustran estas cuestiones.

De la vida en el limbo



MARÍA BARANDA

Teniendo bien mirada a su merced por mucho,
perdida en el revés del mundo en el 500,
la Santa en penitencia grita
que pueda ser de fuerza su grandeza, bailando
en este reino sin escrúpulos. Teresa
es soberana en su magnificencia y con su voz
de pájaro en su preñez avisa: "Escribo
abierta, volando al aire y con jacintos,
de golpe me doy cuenta que estoy viva."
Y de misterios puros se tiñó su lengua,
su resplandor fue aquel fecundo encuadre
con sus trenzas, sus mejillas ardiendo
en jeroglíficos y en éxtasis
los ángeles agradecidos
lamieron el temor en su flaqueza.
"Señor, lo que pasó
pasó, ahora muéveme hasta el gozo
y con tus alas determina quién
será por mí aquel letrado único
de corazón ensimismado
que de provecho diga
en oratorio ¡Perra,
hagamos juntos este mundo!"

Alejandra Pizarnik: el lenguaje como pareja de tango

JESÚS GÓMEZ MORÁN

A ya sabe quién

Abro el libro de amarillas páginas. El escenario está prácticamente vacío. De fondo el sonido de un bandoneón saliendo quizá de una ventana abierta. Sólo una mesa. Una mujer en una silla con los ojos cerrados. Por eso no ve cómo empantanadas en la hoja las perras negras en minúsculas, o mejor dicho, simplemente las cachorras juegan mordándose los rabos.

I. Liminar

En el ámbito musical autóctono de Argentina, el tango es el género más difundido y logrado. Como vehículo de expresión ha servido, entre una gran variedad de propósitos, para la difusión del lunfardo, que más que una realización del caló folclórico argentino es otro idioma dentro del español. Respetando las reglas de construcción castellana, ha derivado en la constitución de un léxico completo que no intenta cubrir los huecos de referencias a la realidad con palabras nuevas que el español no tenga contempladas, sino sustituir la ya existentes con el giro novedoso de otra: hacer una casa en miniatura dentro de la mansión de la lengua española. El éxito de esta variante del idioma está sin duda en el arraigo y la identificación que da a los individuos que la manejan, los cuales han llevado su necesidad expresiva hasta un férreo radicalismo: ponerle máscara a la máscara, porque la primera es correcta pero no precisa. Como lo proclama el dicho, "no es igual pero es lo mismo" (y respecto a la poesía acontece algo similar, pero en otro nivel, como se verá más adelante).

Sin embargo, la justa precisión desde la Torre de Babel jamás se ha vuelto a conseguir, y la conciencia de este fenómeno lingüístico ha forjado la visión de varias generaciones de escritores en la Argentina, para quienes español, lunfardo y silencio son intercambiables parejas de tango a fin de elegir la

mejor. Y entre ellas, hubo una escritora que se arriesgó a asumir tal condición mutable del lenguaje para desoladamente vivir en medio de imágenes multiplicadas. Alejandra Pizarnik: "He tenido muchos amores —dije— pero el más hermoso fue mi amor por los espejos" ("Un sueño donde el silencio es de oro").

II. Alejandra Pizarnik y Julio Cortázar

El investigador Davi Arriguchi en *O escorpião encastrado*¹ concluye que Julio Cortázar en *Rayuela* ha llevado la aventura del lenguaje a tales vuelos que, de acuerdo a la dicotomía saussureana, el significante se ha tragado al significado.² En Cortázar este hecho es resultado de una búsqueda sin concesiones hacia una salida que ordene este caos disfrazado. En cambio en Pizarnik es el arribo a un paisaje en ruinas. Para el primero es la ocasión propicia de reconstruir la realidad a partir de cero. Para la segunda es el retorno (maléfico) al lugar de origen donde indagar por los elementos que sustentan un mundo personal, y verlos derruidos: choza de paja que sólo conserva su esqueleto de madera porque las palabras ya no remiten a lo que en algún tiempo significaban.

Las fuerzas del lenguaje son las damas solitarias, desoladas, que cantan a través de mi voz que escucho a lo lejos. Y lejos, en la negra arena, yace una niña densa de música ancestral. ¿Dónde la verdadera muerte? He querido iluminarme a la luz de mi falta de luz. Los ramos se mueren en la memoria. La yacente anida en mí su máscara de loba. La que no pudo más e imploró llamas y ardidos.

("Fragmentos para dominar el silencio")

En ambos modos escribir es un homenaje al fracaso, y la poetisa asume el papel de Pandora destapando una caja muy

¹ *Op. cit.*, p. 10.

² Ferdinand de Saussure, *Curso de lingüística general*, primera parte, cap. 1, pp. 103-104.



alejada de aromáticas esencias: "Cuando a la casa del lenguaje se le vuela el tejado y las palabras no guarecen, yo hablo."

El lenguaje aparece entonces como la problemática a desarrollar en la poesía de Pizarnik. Sin embargo la crítica especializada, intentando rastrear posibles influencias, ha destacado al surrealismo como característica central de su discurso poético,³ cuando, a pesar de que no trato de negar tal presencia, éste (el surrealismo) bien podría ser resultado de esta conciencia sobre el desfase que muestra la realidad y el modo de aludirla a través de los signos lingüísticos, punto al que me abocaré desde dos perspectivas: primero desde una visión periférica, y después desde un acercamiento medular.

III. El poema como problema

La construcción de todo poema es similar a la de un puente: traza una conexión entre lo que se quiere decir y el cómo se dice, entre el comienzo del poema (con qué palabras se alzaría la voz) y el final del mismo (a dónde se quiere conducir al lector). Y como todo puente no se sostiene sólo por un lado.

Partiendo de lo anterior, la estructura de los poemas breves (en especial, aunque esta misma fórmula se repite en los poemas un poco más extensos) de Pizarnik entraña den-

tro de sí la resolución de un problema (cómo llegar a la otra orilla, cómo superar el abismo del silencio, o integrarlo al texto), o mejor dicho, de un planteamiento problemático, cuya respuesta o salida será posible si antes la escritora queda introspecta en dicha situación:

Esta lila se deshoja
Desde sí misma cae
y oculta su antigua sombra
He de morir de cosas así

(“Vértigos o contemplación de algo que termina”)

En “La de los ojos abiertos” concluye la autora (los subrayados son míos): “pero no *quiero* hablar / de la muerte”; en “Linterna sorda”: “palabra por palabra *yo escribo* la noche”; en “Comunicaciones”: “yo *esperaba*”. El “yo” romántico que pudiera aquí detectarse en realidad es subvertido por un “yo” psicológico al momento en que las cosas de afuera, eso que denominamos *realidad*, funciona para Pizarnik como un espejo, y lo que aparenta suceder fuera de la conciencia de quien habla acontece más bien, simultáneamente, dentro de ella: “Desnudo soñando una noche solar. / *He yacido* días animales. / El viento y la lluvia *me bombaron* / como a un fuego, como a un poema / escrito en un muro” (“Madrugada”), e incluso el pensamiento mismo, constituido una cifra del lenguaje y simulando un ente autónomo, atrapa y conduce a dicha conciencia del recuerdo hacia la pérdida:

la vida juega en la plaza
con el ser que nunca fui
y aquí estoy
baila pensamiento
en la cuerda de mi sonrisa [...]
pero quiero saberme viva
pero no quiero hablar
de la muerte
ni de sus extrañas manos

(“La de los ojos abiertos”)

Sin embargo la tesitura discursiva que Pizarnik mantiene a lo largo del texto evita todo desbordamiento sentimental, y aún más, lo permea de una sequedad recia que permite a cada poema convertirse en el vapor que despiden un hierro candente por la emoción, pero templado en el agua de una estructura lingüística sumamente contenida:

Yo no sé de pájaros,
no conozco la historia del fuego.
Pero creo que mi soledad debería tener alas.

(“La carencia”)

Una vez atemperada la expresión, el lenguaje puede entonces servir de almacén para los recuerdos:

³ Guillermo Ara, *Suma de poesía argentina (1538-1968)*, vol. 1, Crítica, p. 155 y Daniel Barros (comp. y prol.), *Antología básica contemporánea de la poesía latinoamericana*, pp. 51-52.

Arpa de silencio
 en donde anida el miedo.
 Gemido lunar de las cosas
 significando ausencia.

(“Memoria”)

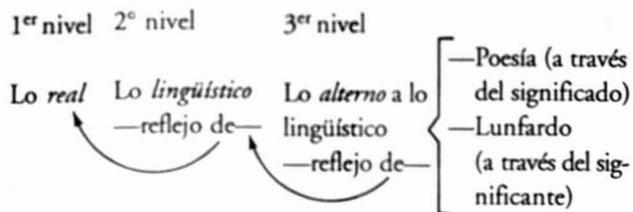
y volverse una posibilidad para retrotraer lo que se ha perdido irremediamente: “bosque musical // los pájaros dibujaban en mis ojos pequeñas jaulas” (“Antes”).

Pero tal posibilidad es mera ilusión: “¿Cómo se llama el nombre? // Un color como un ataúd, una transparencia que no atravesarás. // ¿Y cómo es posible no saber tanto?” (“En un otoño antiguo”), por lo que como resultante de la falta de aprehensión de la realidad a través de las palabras, se crea un efecto de espejos jugando con una imagen que, reflejada al infinito, en última instancia no parte de nada: “Te deseas otra. La otra que eres se desea otra. ¿Qué pasa en la verde alameda? Pasa que no es verde y ni siquiera hay una alameda” (“El hermoso delirio”), o se transforma en una inmersión dentro de un hoyo negro donde el final del viaje es el punto de partida: “[...] Mi caída sin fin a mi caída sin fin en donde nadie me aguardó pues al mirar quién me aguardaba no vi otra cosa que a mí misma.” El desvanecimiento de la realidad perseguida con las palabras es el panorama más desesperanzado a que nos conduce la poética de Pizarnik, al no alcanzar de las cosas del mundo más que su difuso reflejo.

Desarrollándose pues todo el drama de la poesía dentro del aparato lingüístico, he concebido una forma gráfica para ejemplificar cómo podría visualizarse esta problemática del lenguaje enfrentado a una realidad a la que designa, pero con la que no puede fundirse, empleando para ello los componentes del signo lingüístico:

ESPECTRO DE REFERENCIALIDAD

Niveles:



La aparición en este cuadro del lunfardo no intenta conectar o descubrir alguna determinante en la poética de Alejandra Pizarnik. Antes que esto, el objetivo que persigo es colocarlo como contrapeso en el interior de las realizaciones lingüísticas en el ámbito argentino (en específico, porque en las hablas de otros países iberoamericanos podríamos localizar también el mismo fenómeno de un caló particular, pero —como ya se explicó— considerablemente matizado en comparación): así como la poesía es una alternativa a lo establecido por la norma idiomática, y explora

las posibilidades de la misma (tensándola) para arribar hacia otra visión de las cosas procurando cambiar o desviar el sentido de las palabras, es decir el significado, el lunfardo por su parte hace lo propio con el otro elemento constituyente del binomio lingüístico y, manteniendo prácticamente incólume (si bien esto no es enteramente siempre así) el significado, lo que cambia o desvía es el significante, es decir, hace el *enroque* de una palabra por otra.

Conforme a esto, si habíamos sostenido que Pizarnik procura asentar dentro de sí lo que sucede fuera de ella, es momento de precisar esta afirmación. Más que reflejar a través del lenguaje un fenómeno exterior captado por la conciencia, lo que opera interiormente en su propuesta poética es una perforación: la imagen proveniente del mundo real, como un ácido, perfora el lenguaje y perfora incluso la construcción poética:

en esta noche en este mundo
 extraordinario silencio el de esta noche
 lo que pasa con el alma es que no se ve
 lo que pasa con la mente es que no se ve
 lo que pasa con el espíritu es que no se ve
 ¿de dónde viene esta conspiración de invisibilidades?
 ninguna palabra es visible

(“En esta noche, en este mundo”)

IV. Hazme una máscara (Dylan Thomas)

Como en un torbellino que todo lo confunde para hacer pie es necesario ir desmenuzando por pasos y tentativas el asunto,



así en el ruedo del lenguaje se dan una serie de simulaciones y certezas que tornan el ritual trágico: “una palabra tuya bastará para salvar mi alma...” Hagamos un poquito de historia. Antes de Saussure (porque la cuestión no se había analizado científicamente) las palabras se concebían integradas a las cosas. Eran insolubles de ellas. Pero después de descubierta su función enmascarante, ¿dónde vamos a ubicarlas?

Al respecto opina Alejandra Pizarnik: “las palabras / no hacen el amor / hacen la ausencia” (“En esta noche, en este mundo”). Sólo podemos nombrar lo que no se tiene (de ahí a considerar que no existe hay sólo un paso). Esto supuestamente contradice el espíritu original con el que fue ideado el lenguaje y nos lleva a una paradoja: el hombre *nomina* las cosas para diferenciarlas unas de otras, es decir las clasifica. Las palabras son un vestido que nos permite reconocerlas con una particularidad propia más (y que de momento aparece como la más importante): “esto es una *silla*”. Pero después nos hemos quedado solamente con los vestidos: “¿dónde está la *silla*?” El lenguaje pasó entonces de su función de señalar a la de comunicar. En términos filosóficos es quien convierte a las *cosas* en *objetos*.

Por tanto el lenguaje es el instrumento que facilita el manio-
brar con las cosas volviéndolas ideas, conceptualizándolas, y con la ligereza que les da consigue transportarlas con mayor efectividad de una conciencia a otra. De esta forma, la intención que persigue el proceso comunicativo es poner al oyente (lector) en el mismo sitio que el hablante (autor) para que vea la maravilla que está contemplando: un hecho concreto que se abstrae y se transmite al otro con la esperanza de que lo concrete o lo perciba igualmente. Nueva paradoja: a la vez lo consigue y no. Operación imperfecta como todo lo inventado por el hombre, la pretensión del lenguaje es idéntica a la de Víctor Frankenstein, el personaje de la novela de Mary Shelley. Igual que él, todo poeta intenta dotar de vida (en palabras) a lo inerte (en tanto ausente se halle), pero en su búsqueda, en su manipulación lingüística crea seres impuros, monstruos deformes en el sentido de que es imposible lograr que el oyente o lector concrete la imagen que las palabras le proyecten en su mente, del mismo modo como se refleja en la de quien procura comunicarla.

Pizarnik parece que tenía razón: no se puede dar vida con el lenguaje (igual que Dios) cuando él mismo estatiza y petrifica la realidad para volverla transmitible. Pero si en vez de mirar por el lado de lo perdido echamos una ojeada por el de lo ganado, la palabra no es un ejemplo del fracaso ni de la mentira; como lo asegura la autora: “todo lo que se puede decir es mentira” (“En esta noche, en este mundo”). Sin considerar el aspecto pragmático, el lenguaje (como el arte) no es la realidad (ni la naturaleza), pero gracias a su función *representativa* es la más efectiva aproximación que tenemos hacia ella.

En tal panorama, el poema es la manifestación artística suprema porque trabaja con el material comunicativo mejor logrado: la palabra. Su objetivo, la palabra perfecta, si bien es una pretensión imposible, del mismo modo antes descrito se cumple con la instancia aproximativa, pues si de principio sabemos que entre realidad y lenguaje hay un hueco, el poema se propone

asumir tal hueco y procura hacerlo habitable. Por ello sus alcances serán más importantes en tanto consigan enlazar a los hombres: poesía será aquello que *mejor* comunique. Y mejor no quiere decir “más” o (en cuanto a elaboración) “preciosistamente”. Simplemente es eso: “la palabra precisa, la sonrisa perfecta...” Un vuelo a la luna sin más transporte que la voz y el canto.

V. El lugar donde todo sucede

La estructuración de las palabras en un poema roza por un lado con la (divina) providencia azarosa. Un poema sin “la palabra precisa” presenta un boquete indisimulable. Su circularidad se logra con el encuentro, el feliz encuentro de la mujer esperada pero no buscada: el mismo sitio, la misma hora... Pero este azar no tiene nada que ver con la suerte, con lo impredecible. Si acaso con el destino. Cortázar ya lo había definido como un azar objetivo: se le espera porque uno transita por donde debe estar el objeto requerido, pero nunca se le busca porque entonces no se le encuentra. El azar pues representa el orden en medio del caos.

Y era tan natural cruzar la calle, subir los peldaños del puente, y entrar en su delgada cintura y acercarme a la Maga que sonreía sin sorpresa, convencida como yo que un encuentro casual era lo menos casual en nuestras vidas, y que la gente que se da citas precisas es la misma que necesita papel rayado para escribirse o que aprieta desde abajo el tubo de dentífrico.⁴

En consonancia con lo anterior, Alejandra Pizarnik (quizá al igual que César Vallejo) aprendió a lanzar las palabras del poema como piedras a la cara. Palabras que horadando heridas abren la puerta, disparan la luz para evitar que la poesía se encierre bajo llave, y así el propósito de escribir consista en, a través del lenguaje (porque no se nota que lo tenga), darle un sentido al mundo, y entonces “el deseo de la palabra” encarne en una realidad factible.

La misma Pizarnik en alguna ocasión dijo: “La poesía es el lugar donde todo sucede.”⁵ Inmersos como estamos en la era de la información *mass media*, lo que “sucede” llega a perder relevancia incluso respecto al hecho comunicativo. El sentido de transmitir y renovar la información, a través de los medios masivos, radica en convertir en noticia los asuntos más banales, y cuando se presenta un suceso de real importancia, por regla general la posesión de dicho informe, tan básico como un buen desayuno, resulta ser estéril en cuanto a que no conlleva una reacción ni una asimilación del hecho dado. La única acción se basa, no en considerar las repercusiones de lo sucedido, sino en reemplazarlo con la información de otro acontecimiento, aunque se halle vinculado con el anterior.

Por lo tanto el fenómeno de los medios masivos culmina en una información (si acaso), pero no en una comunicación,

⁴ Julio Cortázar, *Rayuela*, cap. 1, p. 11.

⁵ Guillermo Ara, *op cit*, p. 160.

cuestión que a pesar de su desplazamiento al privilegiarse otros vehículos más técnicos, o de lenguaje más asequible, sigue ostentando la palabra poética. Ya antes lo decíamos: poesía es lo que mejor comunica. Sin embargo, tocante al acceso posible a este tipo de comunicación, ha prosperado un grave malentendido: lo que comunica la poesía no es algo que esté antes o fuera de ella, sino algo que "sucede [...] dentro de la palabra".⁶

El oficio poético opera pues *con* las palabras y no *por medio* de ellas (es precisamente por este lado por donde conectamos a Pizarnik con Vallejo). En la narrativa, básicamente, las palabras, en su papel de significantes, remiten al lector a sus respectivos significados. En la poesía en cambio, el significado del significante es el propio significante (por eso, como los casos más representativos, entender a Vallejo y a Pizarnik implica,



antes que entender lo que dice, entender el porqué del cómo lo dice). La tensión eléctrica que el poeta experimenta frente a un motivo que lo impele a escribir, es cifrada dentro del poema, no con sus vocablos específicos, sino con una tensión eléctrica paralela dentro del lenguaje, al cual se le estira para que de forma alterna las palabras digan más y den más de sí, en comparación con lo que regularmente están acostumbradas.

De tal manera que el entendimiento es antes comprensión en un texto poético. Junto con las posibilidades del intelecto, su realización apela también a las posibilidades sensitivas del ser humano. Pulsar el idioma como un instrumento musical.

Exactamente lo mismo que en alguna charla explicaba el maestro Eliseo Diego sobre la problemática del traductor, y que también podemos extender para el poeta cuando quiere "poner algo en palabras", e incluso para el lector cuando intenta asimilarlas: traducir un poema (o como es la función del poeta, traducir el pensamiento al lenguaje) no es verter literalmente lo que se dice de un idioma a otro, sino trasladar la misma sensación, el mismo aroma que despiden en su versión original.

Con base en todo esto, mi descripción de la poesía de Pizarnik ha configurado la imagen del vapor que desprende un hierro candente al templarse con el agua fría, la cual es exactamente la misma, por ser a la inversa (aunque obviamente mejor escrita) que la de Octavio Paz en el prólogo al *Árbol de Diana*: "lucidez meridiana en una disolución de realidad sometida a las más altas temperaturas".⁷

Tal vez sea por ello que en las pocas fotografías de que se dispone, el rostro de Pizarnik aparece apenas delineado, o casi cubierto como el de las mujeres árabes, puesto que su verdadero rostro se oculta del otro lado de la luna y bajo las sombras de las piedras gigantes: "Por eso me doy en fragmentos, me hundo en el lenguaje y existo en las palabras" ("La donante sagrada").⁸

La mujer se ha parado y, aunque ya no hay música, también baila. Ahora está desnuda y el vestido que llevaba se deja conducir mansamente por los pasos que ella inventa. Las luces se apagan mientras las negras cachorrillas aplauden a rabiar la magnífica función. ♦

Bibliografía

- Ara, Guillermo, *Suma de poesía argentina (1538-1968). Crítica y antología*, Guadalupe, Buenos Aires, 1970.
- Barros, Daniel (comp. y prol.), *Antología básica contemporánea de la poesía latinoamericana*, Ediciones de la Flor, Buenos Aires, 1973.
- Cobo Borda, Juan Gustavo (comp. y prol.), *Antología de la poesía hispanoamericana* (Col. Tierra Firme), FCE, México, 1985.
- Croglano, María Eugenia (comp. y notas), *Antología de la poesía argentina. Siglos XIX y XX* (Col. Grandes Obras de la Literatura Universal, 122), Kapelusz, Buenos Aires, 1975.
- Jorge Becco, Horacio (comp.), *Poetas argentinos contemporáneos*, Extensión Cultural Dos Muñecos, Buenos Aires, 1974.
- Ortega, Julio (comp., prol. y notas), *Antología de la poesía hispanoamericana actual* (Col. La Creación Literaria), Siglo XXI, México, 1987.
- Paz, Octavio, *Puertas al campo* (Col. Serie Mayor, 5), Seix Barral, Barcelona, 1972.
- Pizarnik, Alejandra, *Breve antología*, prólogo y selección de Miguel Ángel Flores (Serie de Poesía Moderna, 93), Material de Lectura UNAM, México, 1980.
- , *Poemas*, Ediciones Equis, Buenos Aires, 1960.
- , *Zona prohibida: poemas y dibujos* (Col. Luna Hiena, 3), Ediciones Papel de Envolver, Universidad Veracruzana, Xalapa, 1982.

⁶ *Idem.*

⁷ Octavio Paz, *Puertas al campo*, p. 112.

⁸ Alejandra Pizarnik, *Zona prohibida*, p. 25.

Orden y caos en biología

La autoorganización como fuente de complejidad en los seres vivos



ELENA ÁLVAREZ-BUYLLA
LUIS MENDOZA
FRANCISCO VERGARA

¿Podría repetirse la historia de la vida?

La biología evolutiva contemporánea considera que la vida es *monofilética*—es decir, concibe a todos los seres vivos que han existido sobre la tierra provenientes de un ancestro común— y uno de sus objetivos principales consiste en descubrir la mayor cantidad posible de detalles del particular y único *orden* de aparición de las ramas en la aún desconocida reconstrucción filogenética enteramente natural.¹ La evolución puede entenderse como el nexo entre dos elementos: el primero es justamente el *patrón* de surgimiento de nuevas formas vivas a partir de otras más antiguas, mientras el segundo es el conjunto de *procesos* evolutivos mediante los cuales aparecen nuevas estructuras y funciones establecidas en las poblaciones naturales. Evidentemente, los procesos tienen como consecuencia la topología específica de las reconstrucciones filogenéticas. Por tradición, la enorme riqueza de las estructuras y funciones propias de los seres vivos ha sido vista como si existiera en una casi completa *armonía con el medio*; incluso una revisión superficial de los conceptos acerca de la vida defendidos a lo largo de una gran parte de la historia de Occidente permitiría afirmar que, al menos desde Aristóteles, para mucha gente ha resultado irresistible adoptar la suposición de que *todo lo vivo es como es y está donde está por adaptación*. Tal vez sobra decir que el descu-

¹ A pesar de lo esotérico que pueda parecer este enunciado, en realidad se refiere a algo muy sencillo. Los millones de características—morfológicas, genéticas, fisiológicas, etcétera— imaginables en los organismos que todo el mundo conoce pueden ser usadas para estimar cuán emparentadas se encuentran dos especies biológicas cualesquiera. Si esta comparación se hiciera entre absolutamente todos los organismos, vivientes y extintos, y no tuviésemos ninguna duda acerca de las relaciones ancestro-descendiente entre ninguno de los grupos comparados, estaríamos en presencia de “la reconstrucción filogenética natural”, la cual refleja el orden *exacto* en que han ido apareciendo las diferentes clases de seres vivos a lo largo de la evolución. Este ideal aún no existe y las clasificaciones biológicas con las que contamos son en menor o mayor medida artificiales.

brimiento del mecanismo mediante el cual surgen y se fijan las adaptaciones de los organismos es precisamente la gran contribución de Darwin a la historia de la ciencia. Un famoso zoólogo británico ha llegado al extremo, no hace mucho tiempo, de considerar básicamente terminada la tarea de encontrar los *procesos* que han generado y generarán el *patrón*, aunque todavía nos llevará algún tiempo añadir notas al calce a la obra comenzada por Darwin y Wallace (Dawkins, 1987).

El *orden* al que aquí estamos refiriéndonos es, entonces, esa “armonía con el entorno”, que de manera intuitiva percibimos en la naturaleza, en instancias tan evidentes como la aparentemente perfecta adecuación de la estructura del ojo humano respecto a la función que cumple—ejemplo clásico que tomamos de *The Origin of Species*—. Sin embargo, no debemos olvidar que a) *la aparición de estructuras y funciones, nuevas y ordenadas, es un fenómeno posible en todos los niveles de la organización jerárquica de la vida*, desde los genes hasta los taxa supraespecíficos, pasando por las células, los individuos, las poblaciones y las especies, y que b) *los eventos sucedidos en cualquiera de los niveles de esta jerarquía inciden de manera directa en los fenómenos observables en niveles superiores de la misma*.

Algunos de los episodios que conocemos de la historia de los seres vivos ilustran con mucha claridad que *las preguntas fundamentales de la biología se refieren justamente a los factores determinantes de la aparición, conservación y pérdida de elementos morfofuncionales que interactúan de manera coordinada en los sistemas vivos a lo largo de la evolución y dan origen así a nuevos tipos de organismos*. No todas ellas están respondidas; por ejemplo, si los primeros procariontes y protistas que aparecieron sobre la tierra estaban “perfectamente adaptados”, ¿por qué razón ha habido al menos diecisiete eventos diferentes de transición hacia la multicelularidad (Buss, 1987)? ¿Por qué no nos quedamos todos siendo organismos unicelulares? Más aún, ¿por qué sólo tres de los grupos en los cuales ocurrieron

tales transiciones —los que generaron a los hongos, las plantas y los animales— adquirieron la habilidad de formar agregados multicelulares que se diferencian en tipos celulares particulares, o sea la capacidad de formar embriones?

Sigamos con las preguntas. Una vez establecido el desarrollo embrionario como una estrategia estable y abierta para siempre la posibilidad de crear nuevos tipos de células, ¿por qué después de un periodo de lentos cambios morfológicos que duró unos ochocientos millones de años a partir de la aparición de los primeros eucariontes, hubo una súbita y extraordinaria diversificación de los planes estructurales de los animales, evento conocido con el gráfico nombre de explosión del Cámbrico —hace unos seiscientos millones de años—, en el que aparecieron unos veinte phyla que no dejaron absolutamente ningún descendiente al posterior periodo geológico (Gould, 1980)? Además, ¿por qué dicha temporada de innovaciones masivas en los patrones morfológicos de los seres vivos fue seguida por una estabilidad prolongada hasta nuestros días?

Por último, ¿podrían los episodios aquí recordados, y todos los demás que hemos dejado de lado por el momento, suceder *otra vez*? Si la vida apareciera en otro planeta diferente del nuestro en las mismas condiciones iniciales de la tierra, ¿la sucesión de los eventos evolutivos sería la misma? Creemos que el intento por responder esta última pregunta es especialmente importante porque, *si se descubre que en algún lugar de la jerarquía ecológico-genealógica* (Salthe, 1985; Eldredge, 1985) *existe una tendencia hacia la autoorganización y el aumento de la complejidad, la selección natural dejaría de ser vista como la fuente primordial de orden en el mundo vivo,² y muchas estructuras y procesos calificados a priori como adaptativos comenzarían a verse no sólo como el producto de limitaciones y moldeos ambientales, sino también de restricciones históricas, genéticas y embriológicas* (Brooks y Wiley, 1988; Kauffman, 1993).

Contestar este tipo de interrogantes no es tarea fácil, pero lograrlo significaría, como decíamos, cumplir uno de los objetivos más importantes de la biología. Parece pues evidente que, para comenzar dicha labor, es necesario elaborar aparatos conceptuales y metodológicos en extremo con-

² La mayoría de los científicos que trabajan dentro del paradigma neodarwinista afirman que *la fuente más importante de orden en los organismos y sus relaciones es la selección natural*. De ninguna manera pretendemos afirmar que esta fuerza evolutiva y su consecuencia, la adaptación, son irrelevantes para explicar la compleja organización de lo viviente. Sólo hemos querido hacer énfasis en que definitivamente no todos los elementos estructurales y funcionales de la jerarquía de niveles de organización biológica que parecen *acomplamientos perfectos* pueden ni deben ser explicados como productos exclusivos de dichas causas, y hemos tratado de revisar las posibles alternativas que una serie de novedosas aproximaciones teóricas y datos empíricos han permitido vislumbrar para explicar esos mismos interesantes fenómenos. Los puntos de vista críticos más importantes sobre estos aspectos particulares y en general sobre el *status* de la teoría evolutiva contemporánea pueden encontrarse en Gould, 1980; Raff y Kaufman, 1983; Eldredge, 1985; Edelman, 1988; Brooks y Wiley, 1988; Kauffman, 1993; Zuckerkandl, 1994, y Berry, 1995.

gruentes que funcionen como una guía y una inspiración para el trabajo experimental y de campo en biología evolutiva.

Breve historia de la aplicación en biología de los cuerpos formales para explicar el orden de lo vivo

Los biólogos teóricos se han preocupado por buscar explicaciones físicas y elaborar cuerpos formales que nos sirvan para describir y entender el origen y mantenimiento de la complejidad biológica. En este ensayo nos referiremos a los tres principales desde los cuales se ha analizado la fenomenología de la complejidad en los seres vivos. Estos cuerpos teóricos se diferencian entre sí por la manera en que se concibe a un ser vivo: como un sistema termodinámico, como un sistema caótico o bien como un sistema autoorganizativo.

El primer intento de descripción formal del orden biológico involucró el uso de la entropía, término acuñado por Rudolf J. E. Clausius en 1865 para referirse a la cantidad de energía disipada por un sistema. Posteriormente, Ludwig Boltzmann proporcionó una interpretación física de los cambios de entropía de un sistema en relación con el número de posibles microestados propios del macroestado donde se encuentra el sistema. Por ejemplo, de acuerdo con una descripción probabilística del aumento de entropía, si nuestro sistema es un gas ideal compuesto de partículas idénticas, los microestados serían las diferentes combinaciones de la posición espacial, la masa y la velocidad de las partículas, y el macroestado estaría definido por la temperatura, volumen y presión del gas (las variables T, V y P, respectivamente). Ahora bien, una característica importante de los sistemas termodinámicos es que su entropía siempre aumenta —nunca disminuye— conforme avanza el tiempo; este enunciado es una de las versiones más empleadas de la Segunda Ley de la Termodinámica.

La interpretación probabilística del aumento de la entropía ha sido popularizada como un aumento en el “desorden” del sistema. Así, el incremento del orden presente en los seres vivos —ya sea durante el desarrollo ontogenético o a través de la evolución— ha tratado de verse como un proceso en el cual la entropía disminuye con el tiempo. Esto, sin embargo, parece contradecir el segundo principio de la termodinámica. Para evitar la contradicción, Ilya Prigogine desarrolló una teoría termodinámica generalizada que permite estudiar sistemas que intercambian materia y energía con el medio (Prigogine, 1972; Prigogine y Stengers, 1984), en los cuales sí puede haber una disminución de la entropía en algunas de sus partes. En dicha formulación se describe a los seres vivos como estructuras disipativas —que gastan energía—, en estado estacionario —cuya estructura no cambia con el tiempo—, fuera del equilibrio termodinámico —con diferente temperatura, presión, etcétera, que el medio.

El intento más moderno y sólido dentro de esta línea argumentativa es el de Brooks y Wiley (1988). De acuerdo

con ellos, la aproximación termodinámica para explicar el orden está del todo justificada porque los organismos vivos —en particular sus genomas— están sujetos a las restricciones de la Segunda Ley de manera similar a como lo está el flujo de energía en cualquier sistema físico. Para ellos, “si la evolución es una consecuencia axiomática de ciertos procesos biológicos que siguen la Segunda Ley, entonces las teorías actuales acerca del proceso evolutivo necesariamente están incompletas porque son teorías acerca de causas próximas” (Brooks y Wiley, *op. cit.*, p. xi). Más aún, esta hipótesis, en la cual figuran con un papel prominente los conceptos de entropía e información, proporciona una conexión entre los procesos biológicos y las leyes físicas, mostrando que no existen leyes de aplicación exclusiva en el ámbito biológico, además de que brinda una manera de demostrar la plausibilidad de un cambio evolutivo no por completo azaroso e internamente dirigido.³

Si bien la descripción termodinámica de los sistemas biológicos parece ser un excelente modo de aproximarse a entender el orden en la naturaleza, en todos los niveles, este enfoque tiene limitaciones importantes. La más obvia es que la teoría de la termodinámica considera el comportamiento de cantidades enormes de partículas idénticas ideales. Por lo tanto, los criterios que debe cumplir un sistema para considerarlo termodinámico —energía total y número fijo de partículas, partículas ideales rígidas que pueden estar en cualquier parte del sistema, etcétera— difieren radicalmente de los aplicados para considerar a un sistema como biológico —donde intervienen procesos como la reproducción y la réplica de información, los intercambios de materia y energía con el medio, la selección natural, la deriva y el flujo génico, etcétera—. Además, como ya hemos indicado antes, el orden biológico en general se refiere a la presencia de diferentes elementos morfofuncionales en los sistemas vivos, que interactúan de manera coordinada en el contexto de los procesos evolutivos y generando la biodiversidad. Ante esto, la idea de desorden como sinónimo de entropía se viene abajo fácilmente.

De acuerdo con Berry (1995), autor de una de las críticas más importantes formulada a la hipótesis Brooks-Wiley, la entropía no es una medida de orden o desorden, sino una medida del número de microestados que pertenecen a un macroestado en el cual se encuentra un sistema. Precisamente en este mismo trabajo, Berry llega a la conclusión de que “no existe una

conexión directa entre eventos evolutivos tales como la especiación y los cambios en la entropía termodinámica; (del mismo modo) la irreversibilidad de la evolución no es una consecuencia de la irreversibilidad termodinámica” (Berry, *op. cit.*). El uso incorrecto de la entropía como sinónimo de desorden se puede ilustrar con un ejemplo sencillo tomado del trabajo antes citado. En una solución (macroestado #1 del sistema agua-sal) sobresaturada de tiosulfato de sodio, éste se cristaliza de manera espontánea (macroestado #2 del sistema agua-sal). Esta cristalización implica un aumento del orden espacial, ya que las moléculas de solvente y soluto se separan físicamente. Al mismo tiempo, sin embargo, este proceso espontáneo se acompaña de un aumento de la entropía del sistema. Ello se debe a que al macroestado #2 corresponde un mayor número de microestados posibles que al macroestado #1. Esta diferencia en el número de macroestados se debe ante todo a la gran cantidad de combinaciones de posición espacial y velocidad de las moléculas de agua, cuando la sal se halla en un estado cristalino, ya que, en solución, las moléculas de agua quedan pegadas a los iones de sal formando puentes de hidrógeno, mientras que, al cristalizarse la sal, las moléculas de agua tienen mayor movilidad. Así, en conclusión se puede decir que el dar interpretaciones laxas a términos que han sido formalmente definidos puede llevar a contradicciones o sinsentidos.

La hipótesis Brooks-Wiley es, sin duda, una contribución importante a la tarea de encontrar un marco conceptual integrativo que permita resolver los retos intelectuales planteados por los fenómenos evolutivos. Sin embargo, es un hecho que las discrepancias entre los sistemas termodinámicos no biológicos y los biológicos indican la necesidad de diseñar nuevas estrategias para el estudio de estos últimos.

En años recientes se ha encontrado en los *sistemas dinámicos no lineales* una formalización alternativa para describir los sistemas biológicos, con especial énfasis en las llamadas *dinámicas caóticas*. El estudio matemático de los sistemas dinámicos se remonta a los trabajos de Henri Poincaré de finales del siglo pasado. Pero no fue sino hasta 1960 cuando Stephen Smale atrajo la atención sobre las dinámicas caóticas como una descripción adecuada de ciertos fenómenos naturales, como las turbulencias. El auge de la computación ha estimulado desde entonces la publicación de infinidad de aplicaciones de dinámicas caóticas, hasta llegar a 1976, cuando Robert May realizó el primer estudio detallado de un proceso biológico caótico (May, 1976), analizando la llamada ecuación logística de crecimiento poblacional.

Como se puede ver, el campo de las dinámicas caóticas en sistemas biológicos es muy joven; pero ha atraído mucho la atención por dos razones principales: la primera es la posibilidad de generar dinámicas muy complicadas a partir de modelos muy sencillos y la segunda es la capacidad de formar patrones geométricos con una infinidad de detalles a partir de dinámicas muy sencillas (Gleick, 1987). En algunas áreas de la biología, como el caso de las dinámicas de poblaciones, ha habido desde hace mucho tiempo una importante producción de modelos matemáticos, muchos

³ En esta cita, los autores no se refieren a una teleología de lo vivo, sino a lo que les ha sido evidente en su labor como sistemáticos filogenéticos: los efectos de las restricciones históricas sobre los patrones de desarrollo, la morfología comparada, los patrones de especiación, la biogeografía y la ecología son ubicuos, y sin duda han moldeado el proceso evolutivo. Esto les sugiere la influencia de “una ley natural de la historia” (Brooks y Wiley, 1988, p. xiii). Tal vez su interpretación va demasiado lejos, pero lo que no deja de ser interesante es la convergencia con algunas de las conclusiones de los científicos que trabajan en el área de complejidad y en la interpretación evolutiva de los datos empíricos de la genética molecular del desarrollo contemporánea (como Kauffman y Zuckerkandl, respectivamente).

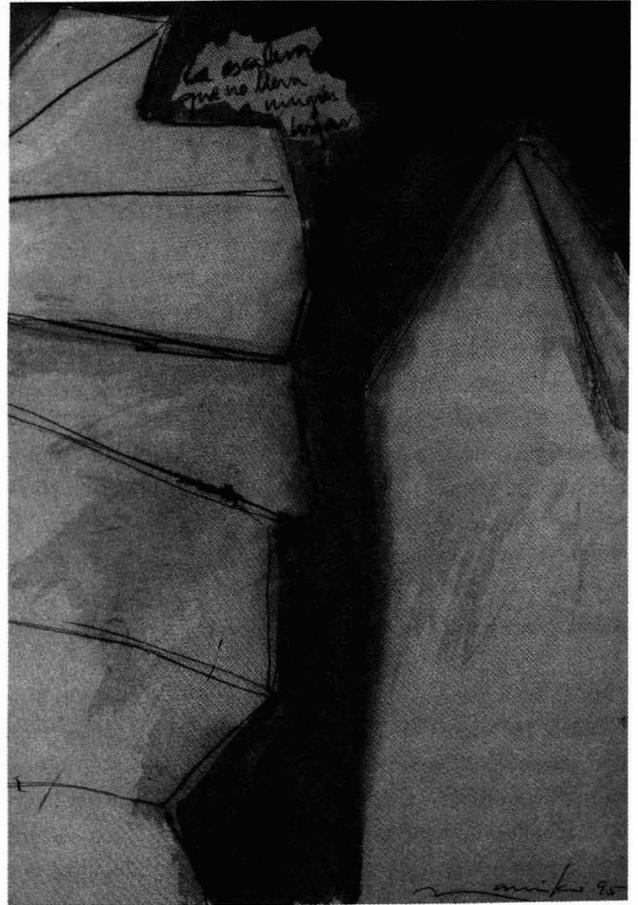
de ellos no lineales; este tipo de estudios permite establecer de manera inmediata, rigurosa y clara, si los modelos pueden dar lugar a dinámicas caóticas o no (véase, por ejemplo, Doebeli, 1994). Pero en contraparte, surge un problema cuando en vez de partir de un modelo matemático se cuenta con resultados experimentales, pues aunque los datos muestren dinámicas muy complejas, eso no es garantía suficiente de la existencia del caos formalmente definido; para ello es necesario estudiar las ecuaciones que dan lugar a las dinámicas. Por ello, si no se cuenta con un modelo matemático que reproduzca los datos experimentales, no es trivial ni claro el procedimiento para demostrar que alguna dinámica cumple con las tres características de las dinámicas caóticas: sensibilidad a las condiciones iniciales, presencia de mezcla y existencia de puntos periódicos densos (Peitgen *et al.*, 1992).

La introducción de la idea del caos en biología ha tenido dos vertientes. Por un lado, se ha insistido en describir ciertos procesos —oscilaciones en poblaciones, actividad eléctrica cerebral, etcétera— como caóticos y, por otra parte, se ha utilizado el término caos para describir el orden biológico como un "anticaos". Esto último es incorrecto, pues en tanto que una dinámica caótica se encuentra perfectamente bien definida en términos matemáticos, no lo está así el concepto de anticaos. Este último término se ha utilizado para describir el estado de algunos sistemas que muestran una organización compleja —y se encuentran en "el borde del caos"; (Kauffman, 1991, 1993)—. Esto representa varios problemas; primero, el caos con el cual se compara el anticaos es un desorden y no el caos definido en matemáticas; y segundo, tanto organización compleja, como orden y desorden, son términos aún no bien definidos, por lo cual su aplicación queda más bien al criterio de quienes estudian ciertos sistemas.

A pesar del problema de la falta de formalización, se han emprendido numerosos esfuerzos interdisciplinarios para encontrar las leyes que regulan la aparición, mantenimiento y evolución de los sistemas complejos. El nombre genérico con el que se denominan estos estudios es el de *teoría de sistemas complejos*, la cual es aún un área nueva y difusa (Waldrop, 1992). Vistos en conjunto, dichos estudios tratan como un tipo particular de organización a los sistemas complejos, independientemente de si son sistemas mecánicos, biológicos, sociales o de cualquier otro tipo. El interés central del estudio de la complejidad es *comprender cómo pequeños sistemas sencillos que interactúan entre sí en nivel local dan lugar a macrosistemas con dinámicas y estructuras globales muy complejas*.

Si bien hasta ahora no hay un consenso acerca de lo que constituye la complejidad en cualquier sistema imaginable, es posible hacer una clasificación de los niveles de análisis de los llamados sistemas complejos. De este modo, se puede hablar de complejidad espacial —definida por el número, tipos y jerarquías de los elementos y las relaciones entre ellos—, temporal —definida por dinámicas locales y globales, como sistemas autónomos o dinámicas de adaptación al medio— y funcional —definida por el número y tipo de funciones.

Existen, pues, muchos niveles de descripción para establecer la complejidad de un sistema determinado. De la multiplicidad de criterios posibles, uno de los más utilizados es el basado en el estudio de los *autómatas celulares*, estructuras matemáticas espacio-temporales sencillas que interactúan entre sí en nivel local. El estudio de las dinámicas originados por los autómatas revela que con ellos se pueden generar patrones espacio-temporales de cuatro tipos (Wolfram, 1984; Levy, 1992): *a*) aquellos que desaparecen con el tiempo, *b*) los que evolucionan hacia un tamaño finito fijo, *c*) los que crecen indefinidamente a una velocidad constante y *d*) los que crecen y se contraen irregularmente. Por las estructuras generadas y su capacidad de procesamiento de



información, las dinámicas del tipo *a* y *b* se consideran simples; las del tipo *c*, caóticas, y las del tipo *d*, complejas.

Una vez aclarada la noción de caos, podemos analizar otra de las ideas más empleadas en el área de sistemas complejos. Se trata del concepto de *autoorganización*. En la primera parte de este ensayo apelamos a una comprensión intuitiva de este término, pero no quisiéramos tratar este concepto de manera superficial; ahora diremos que este concepto implica la hipótesis de que la complejidad espacio-temporal de algunos sistemas es *inevitablemente* originada por las dinámicas e interacciones de sus componentes. Los sistemas autoorganizados tienen un nivel externo, que de hecho permite su reconocimiento como tal, y un nivel interno, que

incluye los mecanismos gracias a los cuales es posible la aparición de las propiedades autoorganizativas. El nivel externo —es decir, la manera de reconocer la autoorganización— no es fácil de definir, pero se puede decir que las principales características de los sistemas autoorganizativos son *la gran estabilidad ante las perturbaciones del medio en el cual se encuentran y su capacidad de aumentar su complejidad en escalas temporales relativamente cortas*.

El análisis de algunos sistemas autoorganizativos ha mostrado la presencia extensiva de retroalimentaciones y reforzamientos mutuos entre las diferentes partes de los sistemas. Un aspecto importante de estas retroalimentaciones es que existen tanto del tipo negativo como positivo. Las retroalimentaciones negativas proveen el mecanismo de homeostasis que mantiene estables a los sistemas. La presencia de estas retroalimentaciones negativas es característica de muchos sistemas de control; pero las retroalimentaciones positivas permiten a los sistemas autoorganizativos el aumento de su complejidad. Veamos algunos ejemplos.

Autoorganización biológica: genes y desarrollo

Una de las instancias más claras de la autoorganización biológica la representa el ciclo de vida del moho *Dictyostelium discoideum*. Este organismo tiene un periodo en el cual vive como una colonia formada por individuos unicelulares (amibas). Cuando los nutrientes del medio donde habitan se agotan, comienza para ellos una fase de agregación, debido a que algunas de las amibas de toda la colonia empiezan a secretar una molécula —el AMP cíclico, o cAMP— en el medio donde se encuentran. Esta señal causa dos efectos principales en cada una de las amibas que la reciben: primero, hace que éstas se muevan hacia la fuente de secreción de dicha molécula; y segundo, las amibas comienzan a producir y secretar la misma sustancia que las indujo a migrar.

Este ciclo de recepción-migración-secreción genera gradientes circulares de concentración de cAMP e induce a las amibas a agregarse en el punto de mayor concentración de esa molécula. Una vez agregadas las células, en lo que se denomina pseudoplasmodio, se tiene ya a un organismo multicelular. Este pseudoplasmodio comienza a migrar, en algún momento se detiene y empieza otra transformación morfológica. El pseudoplasmodio se diferencia ahora en un cuerpo

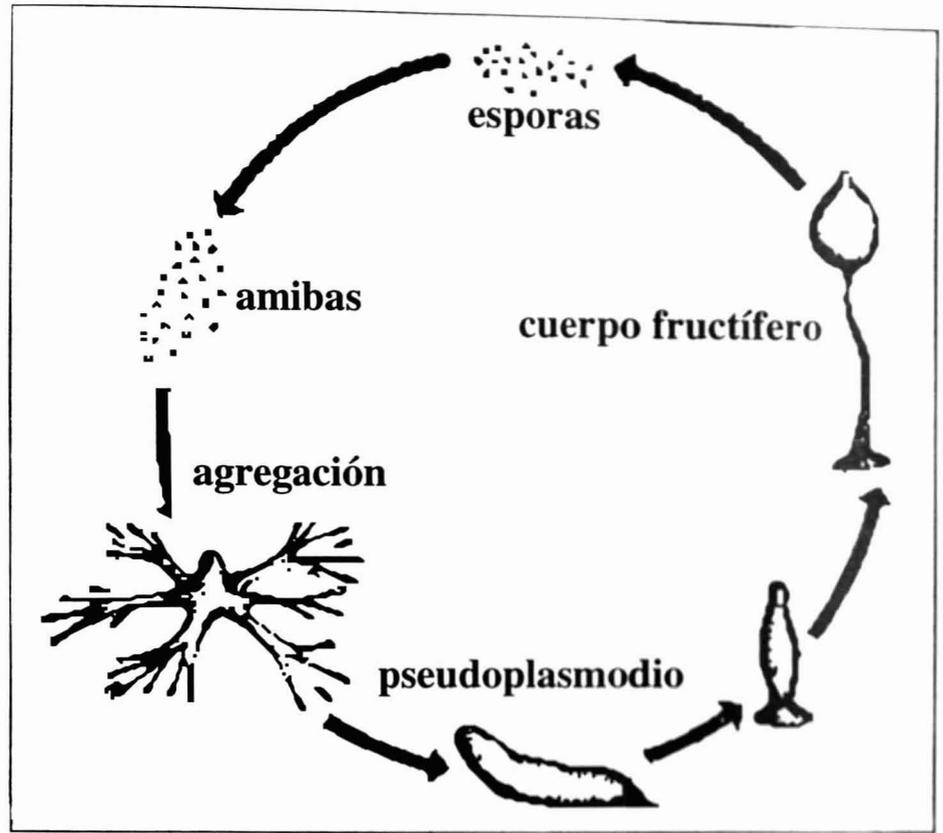


Fig. 1. Ciclo de vida de *Dictyostelium discoideum*

compuesto por un tallo y al final de él un cuerpo fructífero. Este último contiene esporas que, al dispersarse y encontrar un medio adecuado, forman nuevamente a las amibas generadoras de otra colonia de organismos unicelulares (Firtel, 1991; véase figura 1).

En este ejemplo se distingue claramente el surgimiento de un nuevo tipo de organización en *Dictyostelium discoideum*, que consiste en la transición de una forma unicelular a una multicelular. Este aumento en la complejidad es desencadenado por una señal externa (falta de nutrientes), pero todo el mecanismo es enteramente dependiente de dinámicas locales propias de cada una de las amibas (recepción-migración-secreción). En este caso específico, la señal que provee la retroalimentación positiva es el cAMP; mientras más de él se encuentra en el medio, más células lo recibirán y se producirá una mayor cantidad de dicha molécula. Con este breve ejemplo se muestra que interacciones locales simples entre muchos individuos, aunadas a mecanismos que involucren retroalimentaciones positivas, pueden dar lugar a un incremento en la complejidad del sistema, esto es, a una autoorganización. ¿Podrían dinámicas de tal estilo hallarse detrás de los múltiples eventos de aparición de la multicelularidad a los que hicimos referencia al principio del ensayo?

El siguiente ejemplo está relacionado de manera directa con otro de los escenarios evolutivos que empezamos a reconstruir al comienzo, y que definitivamente nos parece fascinante, más aún porque el uso de algunos elementos del estudio de los sistemas complejos suministra una excelente explicación de los mecanismos y procesos involucrados en él.

Uno de los modelos con una amplia aceptación para el estudio de las interacciones genéticas, que constituye una de las herramientas usadas en el área de sistemas complejos, es el de las redes booleanas. Una red de este tipo está compuesta por muchos elementos que interactúan entre sí, y cada elemento puede adquirir uno de dos estados diferentes en algún momento dado. Finalmente, si un elemento de la red se activa o inactiva, depende del estado en que se encuentren los elementos con los cuales tiene conexiones directas —para un amena introducción a este tema ver Kauffman, 1991.

Las redes booleanas son útiles para identificar algunas propiedades intrínsecas (autoorganizativas) en sistemas con alta o baja conectividad entre sus elementos. En particular, es interesante la interpretación que Stuart Kauffman ha dado a los parámetros N (número de elementos de la red) y K (número de interacciones de cada uno de los elementos de la red) de este modelo. Si se considera a N como el número de genes en una célula y a K como el número de interacciones (regulatorias) entre los genes, al estudiar las propiedades estadísticas de dichas redes se obtienen resultados por demás interesantes. Para comenzar, estas redes muestran dinámicas cíclicas, esto es, los patrones de activación-inactivación varían con el tiempo, pero en algún momento estos patrones se repiten. Además, una misma red puede tener más de una de estas dinámicas cíclicas, llamadas *atractores*.

Una característica importante de este tipo de estudios consiste en que, cuando cada elemento tiene una baja conectividad ($K = 3$), las dinámicas de las redes de regulación presentan una gran estabilidad y al mismo tiempo son complejas. Dichas dinámicas en las redes de regulación les permiten tener una gran flexibilidad para adaptarse rápida y exitosamente, pues las interacciones entre sus elementos forman una verdadera homeostasis —en una acepción no muy distinta de la empleada en fisiología.

Ahora bien, la presencia de distintos atractores en las redes de regulación mencionadas ha sido interpretada como la posibilidad de que existan patrones de actividad genética distintos dentro de un mismo genoma. Si se toma en cuenta, además, que tener diferentes actividades genéticas en células con genomas idénticos no es otra cosa que *la existencia de diferentes tipos celulares dentro de un organismo*, resulta que estos modelos de redes permiten estudiar la diferenciación celular. Los trabajos de Kauffman predicen que el número de tipos celulares distintos, existentes dentro de un mismo organismo, corresponden aproximadamente a *la raíz cuadrada del número de elementos de la red —es decir, del número de genes de ese organismo—*. Resulta que el pronóstico se cumple con bastante aproximación en algunos casos: si consideramos que los humanos tienen unos cien mil genes, el número de células calculado es de 370, en tanto que experimentalmente se conocen 254. Otras buenas aproximaciones se tienen para las bacterias (con uno o dos tipos celulares), las esponjas (de doce a quince) y los anélidos (que tienen cerca de sesenta tipos celulares).

Para terminar, quisiéramos indicar que en el campo del análisis de los orígenes de la complejidad de los seres vivos, los descubrimientos empíricos apuntan en una dirección muy similar a la teoría de los sistemas complejos. Nos referimos a los genes homeóticos, cuyo descubrimiento ha marcado uno de los episodios más importantes de los últimos años en biología. Estos genes codifican para una serie de factores de transcripción cuyas características, según se ha comprobado mediante la aplicación de una amplia gama de técnicas de biología molecular, están ampliamente conservadas en varias especies de animales usados de modo habitual como sistemas modelo. Esto es así al menos en tres dimensiones diferentes: a) en sus relaciones con los genes estructurales que regulan, b) en el sentido espacial del orden génico en los cromosomas y c) en la correspondiente sucesión de regiones corporales en que estos genes ejercen sus efectos morfogenéticos. Si bien esta gran sorpresa —una de cuyas repercusiones ha sido el otorgamiento del premio Nobel de Medicina de 1995 a tres de los principales investigadores de los genes homeóticos de *Drosophila*— se analizó primero en el reino animal, en unos pocos años se ha generalizado a otros reinos. Sin ir más lejos, las plantas tienen un sistema de genes reguladores —los cuales codifican factores de transcripción y otras moléculas comprometidas con procesos de transducción de señales— que funciona de modo muy similar a los grupos de genes homeóticos de los insectos, los nemátodos, los mamíferos, los peces, etcétera, en el proceso de morfogénesis de importantes estructuras propias de las plantas, como la flor.

En su revisión más reciente de la estructura de las redes genéticas de regulación de la morfogénesis, Emile Zuckerkandl hace una síntesis de estos descubrimientos experimentales en el campo de la genética molecular del desarrollo, de la que entresacamos el siguiente comentario:

Todos los órganos están, de un modo básico, bajo el control de genes homólogos del desarrollo [...] *Tal como se había anticipado* (Zuckerkandl, 1983), *algunas de las relaciones regulatorias entre los genes han resultado ser extremadamente antiguas*. Una vez que los genomas se formaron, es posible que los nuevos genes no hayan aparecido de manera totalmente independiente de cuándo y dónde funcionarían, sino con cierto “compromiso” con relaciones particulares entre el producto génico y otras moléculas macroinformacionales [...] está claro que la noción de que a lo largo de la evolución habrían de encontrarse “islas” de patrones de interacción génica, ultraestables evolutivamente, por audaz que haya podido parecer en un principio, era en realidad bastante conservadora. Al menos esto es así en los organismos multicelulares, cuyas cadenas de interacciones génicas están tan ampliamente conservadas, tal como los trabajos más recientes han demostrado o sugerido fuertemente (Zuckerkandl, 1994).

Así pues, la teoría y los experimentos nos han colocado ante una perspectiva revolucionaria de algunos de los proble-

mas clásicos de la biología evolutiva, el origen de estructuras y funciones complejas —por ejemplo, los ojos—, problema que el mismo Darwin había colocado en la sección dedicada a “las dificultades de la teoría”. Hasta principios de los años ochentas, la mayoría de la gente creía que el “diseño” del ojo de un vertebrado era el resultado de una secuencia evolutiva independiente de la que llevó al origen y constitución del ojo compuesto de los invertebrados. Pues bien, ha resultado que estas estructuras con una función similar en diferentes animales pero con estructuras tan visiblemente divergentes están controladas por un par de reguladores de la morfogénesis altamente homólogos entre sí —los genes *Pax-6* y *eyeless* del ratón y la mosca, respectivamente (véase Zuker, 1994). Aunque sólo seis de los más de treinta phyla de metazoarios tienen sistemas ópticos capaces de producir imágenes (*Cnidaria*, *Mollusca*, *Annelida*, *Onychophora*, *Arthropoda* y *Chordata*), ellos contienen cerca de noventa y cinco por ciento de las especies animales, posiblemente gracias a la significativa ventaja evolutiva de poseer un sistema visual bien desarrollado.

La selección natural y la adaptación no desaparecen en esta nueva perspectiva. Ahora sabemos, sin embargo, que no son la única ni la más importante fuente de orden en los seres vivos. De hecho, en muchos casos —unos bien establecidos, otros en vías de serlo— el *origen mismo del orden* parece depender más bien de las propiedades autoorganizativas determinadas por la arquitectura jerárquica del genoma.

Recapitulación

Adoptar la idea de la autoorganización no tendría mucha relevancia en la biología si sólo se tratara de una manera de hablar acerca de algunos fenómenos. Sin embargo, el esquema de la autoorganización tiene consecuencias importantes para comprender los mecanismos de formación de orden en los sistemas biológicos.

Primero, el hecho de que las dinámicas locales de interacción celular sean las que den lugar a la autoorganización implica la existencia de importantes restricciones morfofuncionales durante el desarrollo de los organismos; por ejemplo, las células pueden establecer contacto directo con un número pequeño de vecinos, la expresión genética es susceptible de regulación directa por un número no muy grande de genes regulatorios, etcétera. En algunos casos, tales restricciones no pueden ser alteradas, sin importar cuánta selección a favor o en contra exista sobre esa estructura. Como consecuencia de ello, en dichos casos es muy probable que las estructuras y funciones en cuestión no hayan tenido un carácter adaptativo cuando aparecieron —es decir que su aparición en las unidades constitutivas de un determinado taxón no fue producto de la selección natural.

Finalmente, en los sistemas con autoorganización, la tasa evolutiva es mayor que en los sistemas sin ella, pues el aumento de complejidad en un organismo puede implicar sólo

unos pequeños cambios en las dinámicas de interacción genética, ya sea alterando la temporalidad de la expresión genética o cambiando los patrones de interacción de los genes (Zuckerandl, 1994). ♦

Bibliografía

- Berry, S., “Entropy, Irreversibility and Evolution”, en *Journal of Theoretical Biology*, Academic Press, vol. 175, 1995, pp. 197-202.
- Brooks, D. R. y E. O. Wiley, *Evolution as Entropy*, 2ª ed., University of Chicago Press, 1988.
- Buss, L. W., *The Evolution of Individuality*, Princeton University Press, 1987.
- Doebeli, M., “Intermittent Chaos in Population Dynamics”, en *Journal of Theoretical Biology*, Academic Press, vol. 166, 1994, pp. 325-330.
- Edelman, G. M., *Topobiology*, Basic Books, Nueva York, 1988.
- Eldredge, N., *Unfinished Synthesis: Biological Hierarchies and Modern Evolutionary Thought*, Oxford University Press, 1985.
- Firtel, R. A., “Signal Transduction Pathways Controlling Multicellular Development”, en *Dictyostelium. Trends in Genetics*, 7, 1991, pp. 381-388.
- Gleick, J., *Chaos*, Penguin Books, Nueva York, 1987.
- Gould, S. J., “Is a New and General Theory of Evolution Emerging?”, en *Paleobiology*, vol. 6, núm. 1, 1980, pp. 119-130.
- Kauffman, S. A., “Antichaos and Adaptation”, en *Scientific American*, 265, 1991, pp. 64-70.
- , *The Origins of Order*, Oxford University Press, Nueva York, 1993.
- Levy, S., *Artificial Life*, Pantheon Books, Nueva York, 1992.
- May, R. M., “Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics”, en *Nature*, 261, 1976, pp. 459-467.
- Peitgen, H. D., H. Jürgens y D. Saupe, *Chaos and Fractals*, Springer-Verlag, Nueva York, 1992.
- Raff, R. A. y T. C. Kaufman, *Embryos, Genes and Evolution*, Indiana University Press, 1983.
- Prigogine, I., “La termodinámica de la vida”, en *La Recherche*, junio de 1972. Traducido en Jacques Monod y otros, *Biología molecular*, CONACYT, México, 1981.
- y I. Stengers, *Order out of Chaos*, Bantam Books, Nueva York, 1984.
- Waldrop, M. M., *Complexity*, Simon and Schuster, Nueva York, 1992.
- Wolfram, S., “Cellular Automata as Models of Complexity”, en *Nature*, 311, 1984, pp. 324-419.
- Zuckerandl, E., “Topological and Quantitative Relationships in Evolving Genomes”, en C. Helène (ed.), *Structure, Dynamics, Interactions and Evolution of Biological Macromolecules*, D. Reidel Publishing, 1983, pp. 395-412.
- , “Molecular Pathways to Parallel Evolution, I. Gene Nexuses and their Morphological Correlates”, en *Journal of Molecular Evolution*, 39, 1994, pp. 661-678.
- Zuker, C. S., “On the Evolution of Eyes: Would you Like it Simple or Compound?”, en *Science* 265, 1994, pp. 742-743.

M I S C E L Á N E A

Reminiscencias con Edmundo O'Gorman

SERGIO FERNÁNDEZ

Guadalajara, 2 de febrero de 1965

Querido maestro:

Su carta, en la que me habla de la exposición de Cordelia Urueta, la recibí un poco antes de haberme ido con mi tío Octavio (hermano de mi padre) unos días a San Blas, un sitio muy bello pero intensamente agresivo para un pobre universitario como yo: me picaron los moscos y me dio una espantosa urticaria al mismo tiempo, de modo que tuvimos que regresar antes de lo debido.

Yo aquí me dedico, usted sabe, a dar mi curso sobre Literatura Iberoamericana, escribiendo además a retales mi novela, me refiero a ésa de la que usted conoce algunas partes y que reprueba de una manera categórica.

Posiblemente tenga razón, pero está "in the making", de modo que la sazón final la dará el tiempo. Dice usted que le interesa la anécdota pero que el idioma se desperdiga y pierde intensidad por ello mismo. A mí me parece que tal es la aventura —desaparecer una anécdota— y quedarme así con el bello castillo de las metáforas, trabajándolas intensamente. Le sabrá a usted a vanidad, pero si Góngora minimiza un cuento, por ejemplo, en su *Polifemo*, si Ravel hace de los valeses un conglomerado indispuerto de notas; si Asturias convierte una novela en imagen, ¿por qué no intentar algo semejante? El cura quiere acostarse con la muchacha; ella se entusiasma pero después, arrepentida, lo deja con la puerta en las narices... y ya. ¿No es completamente ingenuo perseguir la "acción"? ¿A quién puede importarle que un sacerdote italiano satisfaga o no su lujuria? ¿A quién que a una linda muchacha el cura no le proporcione mayores "injurias" —diría usted— en la carne?

¿Cómo va el deslumbrante itinerario de sus múltiples Cristóbal Colón? La enseñan-

za es formidable, aún para mí, tan alejado de la historia a pesar de su Seminario y de mi poco talento filosófico. Soy el mejor de sus lectores en cuanto a asiduidad, pero le confieso que aún no registro en el magín muchas sutilezas suyas, todas en el intento de perseguir el "ser americano". Sí, qué gran lección ir en pos de una idea ya que, para usted, un hombre con vocación se redime con una sola, a la que no debe dejar marchitar. Pero su idea, querido Maestro —la de la Invencción— para fortuna suya con nadie la comparte, de modo que es suya y de nadie más. No así las inexpertas chicas (que de hecho son lobos) que a usted le rondan como las abejas al panal, en un mutuo juego de abalorios que puede sintetizarse en la palabra que tanto le gusta a Sor Juana: devaneo.

Oigo constantemente su lección en cuanto a emotividad se refiere: "Never show

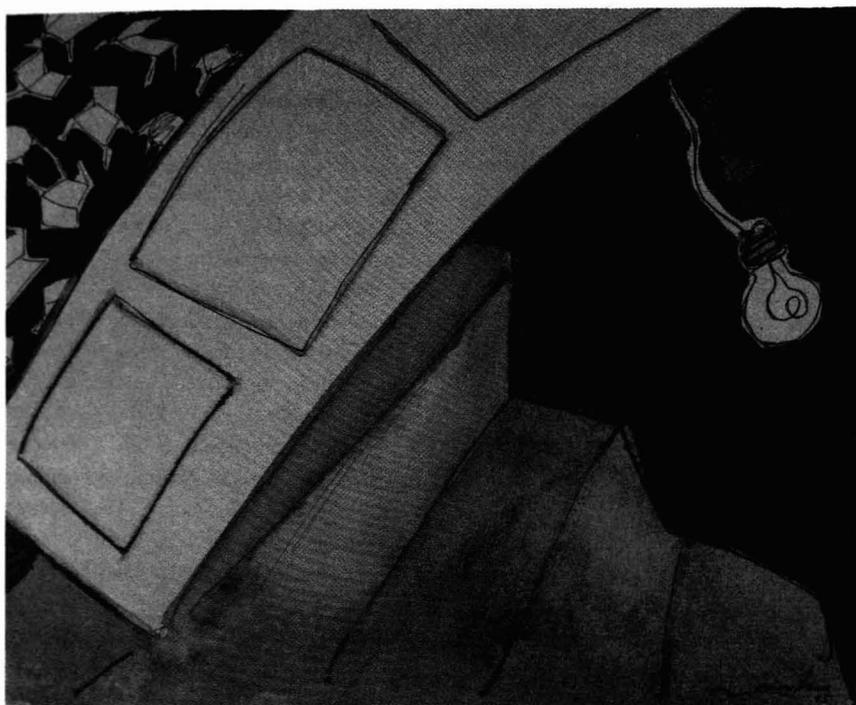
your feelings." Yo ni por asomo podría intentar cumplirla. Voy a la pata la llana enseñando las entrañas al mejor postor, "caiga quien caiga", diría Orozco. Y a este respecto he ido una y otra vez a verlo. Las reparaciones en el Hospicio son formidables (los hongos han desaparecido) y he tenido la fortuna de subir al andamiaje para ver *El hombre en llamas* cara a cara. Nada se ve; son manchones de lujo y por eso sin embargo se sienten las llamas del infierno. Es el genio plástico de nuestro siglo, no Picasso.

Me despido para no cansarlo. Déle saludos a Toño, a los gatos encaramados en la mesa del comedor y, por supuesto, a Gloria. Estuvo conmigo encantada; a mí me parece que sin dejar de haberlo estado es una mujer encantadora. Keep her, dear Professor; keep her closely a pesar de sus sentencias británicas para mí, repito, inalcanzables.

Con todo mi cariño,

Sergio Fernández

(Esta carta, por alguna razón ya olvidada o por olvido, jamás fue enviada a su destinatario. La encontré hace unos días, relejando correspondencia. Valga, en su favor, la intrepidez de mi edad y también el orgullo de haber tenido un corresponsal como Edmundo O'Gorman, el hombre más deslumbrante que he conocido nunca.) ♦



La democracia entre utopía y realidad

CÉSAR CANSINO

Sobre el concepto de democracia, el politólogo Giovanni Sartori ha expresado que es la unión de dos conjuntos, uno integrado por ideales y otro por realidades (procedimientos, instituciones, etcétera).¹ Por otro lado, diversos autores consideran a la democracia como un proceso de continua e interminable construcción.² El carácter inconcluso del proceso no corresponde sólo a un periodo histórico, sino que es una propiedad inherente a la propia democracia. La democracia sería entonces una realidad institucional y también una utopía. Una utopía que jamás puede construirse completamente.³ Por ello, una alternativa de definición sería la combinación de aspectos ideales y reales.

Esta solución es diferente a la ofrecida por el politólogo Robert Dahl, quien intenta definir a la democracia sólo desde la segunda de las perspectivas, es decir, desde sus componentes reales.⁴ Creo que el resultado es que Dahl traslada a las poliarquías los mismos inconvenientes que menciona respecto de las democracias, pues su definición de poliarquía como régimen con amplia participación y tolerancia de la oposición, puede constituir un concepto ideal, de la misma forma que justicia o libertad. De tal modo que las consideraciones de los estudios mencionados anteriormente podrían



aplicarse aquí también sin ninguna dificultad. Así, por ejemplo, el respeto a la oposición es una realidad de las democracias, pero también un ideal no satisfecho completamente. Lo mismo puede decirse de la participación. Dahl admite que las poliarquías reales se encuentran en puntos intermedios de su esquema cartesiano. Creo que el concepto de Dahl estaba desde sus inicios condenado al fracaso, pues sólo le esperaban dos destinos: o el concepto se difundía por el uso y por lo tanto adquiría las mismas connotaciones y los mismos problemas del concepto de democracia o, como de hecho ocurrió, sólo es citado para decir lo que Dahl entiende por democracia.

Para mostrar los límites de esta definición pretendidamente realista de la democracia, podemos anteponerla a una definición alternativa proveniente de Karl Popper, según la cual la democracia es el único de los regímenes en el que los gobernantes cambian sin derramamiento de sangre; es decir, se trata de un régimen político con mayor o menor *disposición* a transformarse pacíficamente.⁵

Esta definición nos lleva a considerar el término democracia como disposicional, lo que significa optar por las llamadas oraciones de reducción de Carnap.⁶ Esta elección no es caprichosa sino que resuelve problemas lógicos de las definiciones. Veamos un ejemplo del tratamiento de Carnap: supongamos que la democracia (en adelante D) es definida como el régimen con participación amplia y tolerancia de la oposición, lo que podría ser expresado por medio de las siguientes proposiciones:

$$\begin{aligned} & \text{i) } Dx \equiv Px \supset Ax \\ & \text{y ii) } Dx \equiv Ox \supset Tx \end{aligned}$$

donde P es participación, A es participación ampliada, O es oposición y T oposición tolerada. La proposición de Dahl sería la conjunción de i y ii, es decir:

$$\text{iii) } Dx \equiv [(Px \supset Ax) \cdot (Ox \supset Tx)]$$

que leemos: hay democracia si y sólo si hay participación ampliada y la oposición es tolerada. El problema con este tipo de definición clásica es que encontremos un régimen en el que no haya oposición, o no haya participación o ambos. En cualquiera de estos casos el antecedente de cada condicional sería falso, y por lo tanto el condicional verdadero, siendo igualmente verdadera la conjunción, con lo cual la democracia sería considerada equivalente a lo que Dahl llama "hegemonías cerradas", es decir, su opuesto. Problemas de este tipo condujeron a Carnap a proponer las oraciones de reducción, en los que un concepto disposicional, en nuestro caso teórico, debería ser definido de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \text{iv) } Px \supset (Dx \equiv Ax) \\ & \text{v) } Ox \supset (Dx \equiv Tx) \end{aligned}$$

donde iv y v deberían reemplazar a i y ii, y vi reemplazar a iii,

$$\text{vi) } [Px \supset (Dx \equiv Ax)] \cdot [Ox \supset (Dx \equiv Tx)]$$

⁶ Véase R. Carnap, *Fundamentos de lógica y matemática*, Taller, Madrid, 1976. Respecto a las oraciones disposicionales en lógica Ferrater Mora ha señalado con claridad que se trata de extensiones de propiedades reales, pudiéndose hablar entonces de distintos grados de realidad y de distintos grados de disposicionalidad. Así, los términos disposicionales designan simplemente ciertas cualidades inherentes a un objeto, aunque no necesariamente manifestadas. J. Ferrater Mora, *Diccionario de filosofía de bolsillo*, Alianza Editorial, Madrid, 1983, pp. 218-219.

¹ Véase G. Sartori, *Democrazia e definizioni*, Il Mulino, Boloña, 1969, cap. 1, "Definire la democrazia".

² Véase, por ejemplo, N. Lechner, *La conflictiva y nunca acabada construcción del orden deseado*, Centro de Investigaciones Sociológicas/Siglo XXI, Madrid, 1986; J. C. Portantiero, *La producción de un orden. Ensayos sobre la democracia entre el Estado y la sociedad*, Nueva Visión, Buenos Aires, 1988.

³ Sobre el carácter inconcluso de las utopías, véase S. Vaca, "¿Es aún posible la utopía?", en C. Cansino y V. Alarcón Olguín, *La filosofía política de fin de siglo*, UJA/Triana, México, 1994, pp. 17-40.

⁴ La definición de Dahl se encuentra en su libro *Polarchy: Participation and Opposition*, Yale University Press, New Haven, 1971.

⁵ K. Popper, *La sociedad abierta y sus enemigos*, Paidós, Buenos Aires, 1981.

que sería leída: si hay participación entonces hay democracia si y sólo si la participación es ampliada y si hay oposición hay democracia si y sólo si la oposición es tolerada. Se trata esencialmente de un modelo de definición abierta o de parciales. Antes de proseguir conviene mencionar que la forma lógica de las definiciones es, como ha sido reconocido por grandes filósofos como Russell o Popper, sumamente importante, en especial porque todo enunciado verdadero en lógica es verdadero en cualquier dominio del conocimiento.⁷ Por otro lado, esta definición es compatible con los problemas de la construcción de utopías democráticas; esto es, que problemas inherentes al concepto de democracia imposibilitan la construcción total de una utopía democrática.

Una vez establecida la forma lógica adecuada para el concepto de democracia, es

⁷ Por ejemplo la tautología elemental $p \vee \neg p$ es válida tanto en astronomía como en botánica, por ello cualquier inferencia que se pueda hacer a partir de verdades lógicas resulta aplicable a cualquier campo de conocimiento.

decir, como concepto teórico disposicional, y que por tanto no debe ser definido bidimensionalmente, sino multidimensionalmente, pasemos a considerar el aspecto substancial de la definición de Dahl. En primer lugar, creo que a los dos elementos mencionados por Dahl se debe agregar un tercero y distintivo de las democracias: un discurso democrático predominante. Creo que con esto explicitamos la unión entre aspecto ideal y real de las democracias, es decir, intentamos unir aquello que a nuestro juicio Dahl infructuosamente intentó separar. Nos referimos específicamente a un tipo de discurso que se ha mantenido en lo esencial constante desde la oración fúnebre de Pericles hasta nuestros días. Ese discurso que se escucha con escepticismo, pero que se acepta como un ideal. En el discurso democrático está su utopía y el ideal de obtenerla.

En segundo lugar, la democracia posee un ingrediente posibilista que debe mencionarse en su definición. Posibilismo en un doble sentido: en cuanto se admite en mayor o menor medida la posibilidad de acercarse al ideal, y como posibilidad garantizada normativamente-

te, esto es, posibilidad garantizada de una participación ampliada y de tolerancia de la oposición. Aparentemente se trata de un pequeño ajuste. Desde el punto de vista gramatical lo es, no así desde el punto de vista semántico. La adopción de un criterio posibilista no supone desvalorización de un criterio conductual. Por el contrario, nuestro agregado incluye un elemento conductual, pero lo diferenciamos de la efectiva participación política. Respecto de la ambivalencia del concepto de posibilidad, ésta no resulta problemática por cuanto hemos explicitado su doble uso, es decir, la conjunción de sus dos significados. Por último, digamos que si en un régimen político hay posibilidades de oposición, de participación y un discurso predominante, entonces ese régimen es democrático si y sólo si estas posibilidades son de participación ampliada, de oposición tolerada y de discurso democrático. De esta manera combinamos un aspecto procedimental (posibilidades garantizadas), un aspecto ideal (un discurso) y uno real (participación-oposición efectivas). ♦

La Gaceta

DEL FONDO DE CULTURA ECONÓMICA

NUEVA ÉPOCA NÚMERO 300 DICIEMBRE DE 1995

Seamus Heaney: Belfast 1972

ELSA CROSS ♦ ROSARIO CASTELLANOS ♦ ANDRÉS SÁNCHEZ ROBAYNA
GONZALO ROJAS ♦ ANA GARCÍA BERGUA ♦ CRISTINA PACHECO
RAFAEL ROJAS ♦ CARLOS MIRANDA ♦ HÉCTOR PÉREZ-RINCON

Poesía de

JOSÉ EMILIO PACHECO ♦ VERÓNICA VOLKOW ♦ YVES BONNEFOY
JORGE BRASH ♦ TEDI LÓPEZ MILLS ♦ MARÍA BARANDA
CLAUDIA HERNÁNDEZ DE VALLE ARIZPE



Número 300

Palabra y discurso

PEDRO C. TAPIA ZÚÑIGA

Recientemente el Instituto de Investigaciones Filológicas de la UNAM publicó el libro *Aproximaciones, lecturas del texto*. Puede decirse, como escribió en su "An-representación" a dicho trabajo el doctor Fernando Curiel Defossé, que los trabajos antologados bajo ese título son "ampliación, verificación, mortificación, subversión y actualización de lo textual". Otros podrán decir otras cosas, pues afirmar que cada lector entiende algo distinto ante el mismo texto, sólo es actualizar una antigua tesis de la filosofía escolástica (para no hablar de los sofistas): *quidquid recipitur, ad modum recipientis recipitur*. Leí todos esos artículos, y me pareció que podría ser interesante compartir algunas reflexiones sobre la palabra y el discurso, surgidas justamente de mi lectura de ese libro. Son reflexiones sobre la filología: sobre lo que fue, sobre sus orígenes, porque, como decía Baumhauer en 1986 hablando de la ciencia de la comunicación, es preciso afirmar que

una disciplina científica que no se enfrenta a su propio pasado, que no construye y reconstruye de nuevo su propia historia, no puede, en lo absoluto, lograr su propia identidad, y se vuelve irremisiblemente incapaz de determinar lo que es y lo que debía de ser.

¿Qué fue, pues, la filología, qué tenemos que ser nosotros, los filólogos, qué somos? No se me ocurre mejor respuesta, ni una definición más justa que la inherente al nombre mismo de filología: somos, debemos ser, "los amantes del *logos*"; es decir, los guardianes del texto, los expertos en la palabra, a quienes, como decía Cicerón hace muchos siglos, hace ya dos milenios, para ser más exactos

nada debe resultar extraño o desconocido: ni la agudeza de los críticos, ni los pensamientos de los filósofos, ni la expresión limítrofe de los poetas; debe ser nuestra la sublimidad de los trágicos, el veneno de los comediógra-

fos y la memoria de los juristas [de las computadoras, diríamos hoy]. Por ello, nada resulta tan difícil de encontrar como un filólogo, como un buen filólogo.

Sí, es cierto: interpreté a Cicerón, a mi manera, porque él hablaba del orador, no del filólogo; aquél tenía que trabajar con discursos, no con textos. Sin embargo, como decía el profesor Vermeer en 1992, la cultura de Cicerón era una cultura oral, de discursos; la nuestra es una cultura de textos, ¿no es cierto que (en parámetros de comunicación) nuestra cultura ha convertido en texto escrito lo que antes se llamaba discurso? Tal vez sí, tal vez no; por si "quién sabe", es preciso enfrentar la crisis de la duda, a fin de que su toma de conciencia resulte un saludable guiño de convalencia. Mi texto quiere llamar la atención sobre lo delicada, difícil y —por qué no decirlo— hermosa que es nuestra tarea: la de ser filólogos, los amantes del *logos*, expertos en la comunicación a través de las palabras.

"En el principio existía el *logos*" y el *logos*, vuelvo a citar, "es un gran potentado, que con pequeño e imperceptible cuerpo lleva a cabo obras divinas". No pienso entrar en la cuestión de si *logos* es palabra o es oración o es discurso, o a la de qué es palabra y qué es oración y qué es discurso; ateniéndome a los gramáticos antiguos (a los filólogos del siglo segundo antes de Cristo), sólo diré que el *logos* implica un pensamiento completo, una *diánoia*, y se compone de *lexeis*, de palabras, de unidades mínimas de significación; pero, por una parte, ¿qué cosa es la palabra?, y por la otra, ¿cuáles son los límites de un pensamiento completo? ¿Puede alguien siempre, mediante una oración, expresar un pensamiento, su pensamiento completo?

Desde mi punto de vista, "discurso" y "palabra" son los términos con que puede plantearse la cuestión de los filólogos, y desde donde es posible entender la "crisis filológica", una cuestión que, por lo demás, es tan vieja como la misma filología: ¿cuidar la palabra, o cuidar el texto, su transmisión; cuidar los textos, o cuidar el espíritu, el sentido que se

conserva en ellos? Como el sol se desliza al año entre solsticio y solsticio, entre el de verano y el de invierno, la filología ha oscilado secularmente de la palabra al texto. En "Los amantes de la palabra" (una colaboración incluida en *Aproximaciones, lecturas del texto*), yo decía que

la filología y los filólogos se han dedicado y se dedican por épocas, como por moda de la necesidad, a cierto campo de la investigación filológica, y que, sin embargo, ese hecho no reduce los alcances de la filología ni justifica los reproches que se le han hecho, sobre todo cuando se ha tenido que dar a la tarea del cuidado del texto.

Mediante "campos de la investigación" me refería a eso, a las actividades inherentes al cuidado de la palabra, y a todas las que tienen que ver con el cuidado del texto. Por cierto, olvidé decir que también ha habido tiempos que casi destierran de la filología a los estudios literarios. ¿De qué, pues, debe ocuparse, por definición, el filólogo? Teóricamente, la respuesta parece obvia: el filólogo debe ocuparse de todo; no obstante, sobre la práctica siempre ha sido un problema definir y justificar el quehacer de los filólogos y los terrenos de la filología.

Al principio, decíamos, existió el discurso; pero como el genio de Prometeo le robó el fuego a los dioses, el genio humano le arrebató al discurso la palabra: difícilmente puede uno imaginarse ahora el júbilo, la magnitud y las consecuencias de aquel hallazgo. Todavía en Homero es frecuente una metáfora que refleja la, por así decirlo, virginalidad original del lenguaje: sus personajes proferían "palabras aladas". El discurso oral, un todo sinfónico emplumado de mil acordes portadores de un solo sentido, de un mensaje, es semejante al trino de las aves que vuelan sobre las alas del tiempo y del espacio: se oye el trino en el tiempo y se esfuma en el espacio. El genio le arrebató al discurso los morfemas, los enjauló en gramáticas y en diccionarios, pero el ave ha volado, y por ello, ya en las manos del hombre, las palabras nos parecen el ave, y la verdad es que sólo son algunas de sus plumas.

La *lexis* no atrapó al *logos*, sólo creyó atraparlo: ingenua y míticamente creemos que el discurso es la suma de las palabras escritas. La verdad es que el espíritu del discurso vuela y se diluye en la circunstancia de su producción, y la verdaderamente atrapada es la palabra que, presa entre dos blancos, sólo se libera, sólo reproduce al

discurso y su sentido, cuando se despejan los blancos, el de la izquierda y el de la derecha: el tiempo y el espacio de su producción dentro de una cultura determinada; esas son las coordenadas sobre las cuales se encarna todo verbo, y sin las cuales es imposible ubicarlo, interpretarlo y devolverle el colorido de su plumaje, de su sentido, de su espíritu: sin espacio, sin tiempo y sin cultura específicos, como el fuego en manos de los locos es capaz de los peores incendios y destrucciones, las palabras pueden ser portadoras de las mentiras más horribles.

Contra todas las leyes platónicas, busqué la claridad mediante una alegoría; fue la mejor que se me ocurrió para explicar el milenario ir y venir de la filología en manos de los filólogos que, vuelvo sobre el principio, casi como por moda de la necesidad, tienen que dedicarse a una u otra tarea: ora a la palabra escrita, ora a las partes de la palabra, ora al texto; ya vuelan sobre las alas del análisis literario, ya vuelven sobre el sentido del texto y toman aire en las regiones seguras del espíritu, ya se apoyan en los referentes o, finalmente, aterrizan en las meras palabras. En este sentido, estando entre palabras, todo es filología, por más que no les guste a los científicos del pensamiento exacto del siglo XIX, que tanto ha influido en nuestros tiempos.

Haciendo un poco de memoria, puede decirse, a grandes rasgos, que con el descubrimiento de la palabra, el discurso oral pasó a segundo plano. Con aquellos viejos sabios llamados sofistas vuelve el gusto por el discurso en el espacio y tiempo más adecuados; Platón, en contra de los sofistas, canoniza el imperio de las palabras y de su idea absoluta. El pragmatismo de los romanos se mueve cómodamente entre la palabra y el discurso; pero el triunfo del cristianismo (platónico) afianza durante la Edad Media la fidelidad a la palabra como si se tratase de un signo de amor a lo sagrado de las escrituras. De acuerdo, pues, con los tiempos, de acuerdo con sus necesidades y, por qué no decirlo, de acuerdo con las debilidades e inseguridades de los filólogos, la filología se ha vuelto historia, filosofía, lingüística, retórica, poética, literatura, crítica, gramática, hermenéutica; ha sido todo e incluso ha sido nada, nada más que la sirvienta de esas y otras disciplinas, nada más que uno de sus momentos, y que me perdone el profesor Gadamer, quien se imagina a la filología como un elemento de su teoría hermenéutica, como un método de su praxis.

Cuando, después de que fueron animadas, alentadas y fomentadas por el espíritu

filológico de los humanistas del Renacimiento, las ciencias tomaron forma y un carácter independiente de la filología, ésta, como espantada de su obra, ignorando su identidad y la realza de su linaje, se hizo insegura de sí misma, y en tal estado, quiso competir con sus criaturas, con su método científico, con sus objetivos precisos (mensurables y sujetos a evaluaciones sistemáticas), con métodos de probeta y bisturí, bajo la simetría de reglas y de escuadras. En busca de ser ciencia exacta al estilo de las ciencias del siglo XIX, la filología recurrió a lo que, de entre sus opulentos tesoros, es susceptible al microscopio, sujeto de laboratorios y del análisis científico: a la palabra escrita, a sus morfemas y fonemas, a la gramática, a la sintaxis. La filología fue eso, y no faltará quien aplauda que he llegado a este punto; sin embargo, el vaivén del péndulo filológico no se detiene: el texto hecho pedazos se quedó como la caja de Pandora: sin el espíritu, sin el sentido del discurso, solo, y sólo con la esperanza de otros tiempos, voló a la región humana de lo inconmensurable, de lo que se escapa junto con su acto de presencia.

Es justo, creo, y ciento por ciento filológico, el que los filólogos se ocupen de las palabras; ¿quién, si no lo hacen ellos, podría con las palabras? Pero, y espero que estarán de acuerdo conmigo, allí no acaba, allí no se agota la filología ni la tarea de los filólo-

gos; allí empieza el trabajo, porque sin espíritu, sin sentido, sin tiempo y sin espacio, el *logos* (palabras, cuadros, imágenes y pictogramas) queda mejor como pieza en un museo de antigüedades, si es que no se convierte, como decía el maestro Zea, en un dictador de lo que es y de lo que tiene que ser. ¿Qué dicen nuestros textos? ¿Para quién escribimos nuestros textos? El *logos* es comunicación, es mutuo entendimiento.

El Instituto de Investigaciones Filológicas edita *Aproximaciones, lecturas del texto*. ¿No es un título lleno de esperanzas? La maestra Esther Cohen hace una excelente "Presentación" del contenido de todo ese libro, y de cada una de las colaboraciones; no obstante, yo creo que hay que leerlo: es un intentar, mediante textos, decirle algo al otro sobre textos; es, al menos, un signo más de que el péndulo de la filología, tras un respiro de laboratorio y estadísticas, de léxicos y diccionarios, oscila hacia el discurso, rumbo a la búsqueda del espíritu que encierran las palabras. Si los artículos de *Aproximaciones* son buenos, cada quien tendrá que decirlo: al fin y al cabo, pienso, sigue siendo válido el que este *anthropos*, el lector, es la medida de todos los textos. ♦

Esther Cohen (edit.), *Aproximaciones, lecturas del texto* (Ediciones especiales, 2), IIF-UNAM, México, 1995. 358 pp.

Villa Palladio



Ristorante

La cocina clásica italiana
es nuestra especialidad

Calvario 128, Tlalpan, México, D.F.
Servicio de valet parking
Tel. 573 82 43

COLABORADORES

Elena Álvarez-Buylla (Ciudad de México, 1959). Maestra en ciencias (ecología vegetal) por la UNAM y doctora en botánica por la Universidad de California, Berkeley. En nuestra casa de estudios ha sido profesora de la Facultad de Ciencias y del Centro de Ecología, del que es investigadora. Es miembro de las sociedades Botánica de México, Latinoamericana de Botánica y Americana de Ecología. Pertenece al Comité Editorial de la revista *Biotrópica*. Ha publicado diversos artículos en revistas especializadas de México y el extranjero. Es coautora del libro *Lagunas: degradación ambiental y tecnológica en el agro semiproletarizado*.

María Baranda (Ciudad de México, 1962). Ha publicado *El jardín de los encantamientos*, *Fábula de los perdidos*, *Ficción del cielo* y *Los memoriosos*.

César Cancino. Véanse los números 509 y 538.

Marcelino Cereijido. Colaboró en el número 518-519. Actualmente es jefe de la Sección de Fisiología Celular y Molecular

del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del CINVESTAV. En 1994 recibió el Premio Weissman, otorgado por la Academia Nacional de la Investigación Científica, y el Premio Internacional Juchiman de Plata de la Universidad de Tabasco; en 1995 le fue otorgado el Premio Nacional de Ciencias. Su libro más reciente es *Ciencia sin seso locura doble*.

Elia Espinosa (Ciudad de México, 1953). Licenciada en historia por la UNAM y doctora en historia del arte por la Universidad de París VIII. Es profesora de la Facultad de Filosofía y Letras e investigadora del Instituto de Investigaciones Estéticas de nuestra casa de estudios. Ha publicado artículos sobre historia y crítica de arte en *Plural*, *Universidad de México*, *El Universal* y *la cultura* y *El Búho*. Es autora de *L'Esprit Nouveau, una revista de estética*, *Jean Cocteau, el ojo entre la norma y el deseo* y *José García Ocejo, su obra* (ensayos), y *Tembolor del tiempo* y *De amor y de agua* (poesía).

Sergio Fernández. Sus colaboraciones aparecen en los números 510 y 539. En 1995 pu-

blicó cuatro novelas agrupadas bajo el título *Olvidame*, el libro homenaje a Sor Juana titulado *Los empeños*, la novela *Por lo que toca una mujer* y el prólogo a *La Inundación castálida* de Sor Juana, y se reeditó *Segundo sueño*.

Julieta Fierro (Ciudad de México, 1948). Licenciada y maestra en ciencias por la UNAM. Es investigadora y jefa de Difusión del Instituto de Astronomía y profesora de la Facultad de Ciencias de nuestra casa de estudios. Recibió los premios de Divulgación de la Ciencia de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo y el Nacional de Divulgación de la Ciencia en 1992, y el Kalinga de la UNESCO en 1995. Ha organizado exposiciones sobre astronomía en diversas instituciones del país. Está adscrita al Sistema Nacional de Investigadores. Colabora en *La Jornada* y *Excelsior*. Es autora de *La familia del sol*, *Cómo acercarse a la astronomía* y *El cosmos*, entre otros libros.

Mario Enrique Figueroa (Ciudad de México, 1946). Ha coordinado ediciones en El Colegio de México, la Coordinación del CCH de la UNAM, NUTESA y el Fondo de Cultura Económica, donde actualmente trabaja. Sus cuentos y colaboraciones de crítica literaria y cinematográfica han aparecido en *Diálogos*, *Revista Mexicana de Cultura* y *La Gaceta* del FCE. Es autor del libro de relatos *La reina enemiga*.

Adolfo García de la Sienra (Monterrey, Nuevo León, 1951). Licenciado en filosofía por la UNAM; maestro en artes en filosofía y doctor en filosofía por la Universidad de Stanford. Está adscrito al Sistema Nacional de Investigadores. Es profesor investigador del Centro de Investigación y Docencia Económicas. Autor del libro *The Logical Foundations of the Marxian Theory of Value*.

Xavier Gómez-Mont (Ciudad de México, 1951). Licenciado en matemáticas por la UNAM; maestro y doctor en la misma especialidad por la Universidad de Princeton. Ha sido investigador del Instituto de Matemáticas de nuestra casa de estudios; actualmente lo es del Centro de Investigación en Matemáticas. Recibió el premio de Matemáticas de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo en 1989 y la Beca Guggenheim en 1990. Es presidente regional de la zona centro de la Academia de la Investigación Científica. Es coautor de *Sistemas dinámicos holomorfos en superficies*.



Jesús Gómez Morán (Ciudad de México, 1969). Pasante de la licenciatura en lengua y literatura hispánicas en la UNAM. En 1992 obtuvo el premio en el género de ensayo del XXV Concurso de *Punto de Partida*. Forma parte del Consejo editorial de la revista *Calambur* y de la colección Poesía/Narrativa de Ediciones Arlequín. Trabaja como becario en el proyecto de clasificación y catalogación de los archivos de José Juan Tablada y de José María González de Mendoza en el Instituto de Investigaciones Filológicas de nuestra casa de estudios. Es autor del libro de poesía *Cantar sin música*.

Pura López Colomé. Sus colaboraciones aparecen en los números 527, 531, 533, 536-537 y 538.

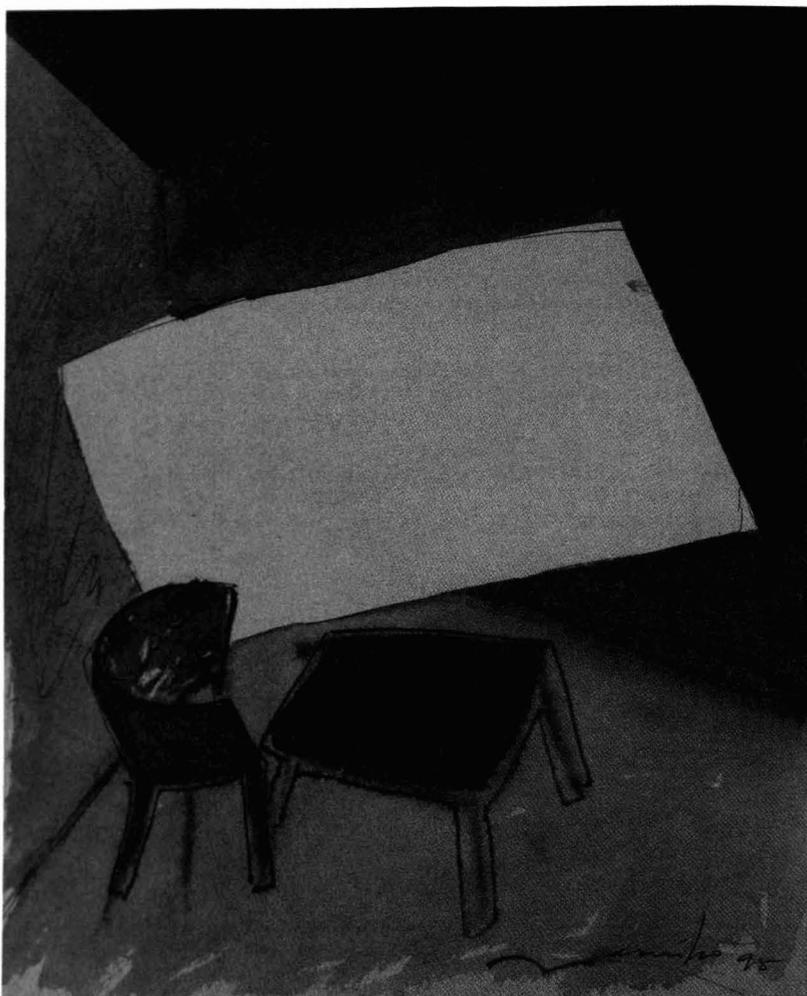
Luis Mendoza (Ciudad de México, 1970). Licenciado en investigación biomédica básica por la UNAM, donde actualmente estudia la maestría en ciencias. Ha participado en diversos congresos sobre ciencias en México y el extranjero. Es coautor de un capítulo del libro *Comunicación neuroendócrina: bases celulares y moleculares*.

Enriqueta Ochoa. Véanse los números 510, 514, extraordinario de 1994 y 528-529. Es miembro del Consejo editorial de esta revista.

María Rosa Palazón. Colaboró en el número 516-517. Una primera versión del texto que presentamos fue leída en el coloquio Dándole Vuelo a la Hilacha, organizado por la UAM-Xochimilco, en noviembre de 1993.

Rafael Pérez Pascual (Ciudad de México, 1944). Maestro y doctor en ciencias (física) por la UNAM. Es investigador del Instituto de Física y profesor y director de la Facultad de Ciencias de nuestra casa de estudios. Fue presidente de la Sociedad Mexicana de Física y vicepresidente del Colegio de Investigadores del Instituto de Física de la UNAM.

José Antonio de la Peña (Monterrey, Nuevo León, 1958). Doctor en ciencias (matemáticas) por la UNAM, con posdoctorado en la misma especialidad en la Universidad de Zurich, Suiza. Es investigador del Instituto de Matemáticas de nuestra casa de estudios. Fue presidente de la Sociedad Matemática Mexicana. Dirigió el diseño y la construcción de la Sala de Matemáticas del Museo de las Ciencias *Universum*. En 1989 recibió la Dis-



tinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos y en 1994 el Premio de la Academia de la Investigación Científica.

Námiko Prado Arai (Ciudad de México, 1965). Licenciada en psicología por la Universidad Iberoamericana. Estudió artes visuales en la Academia de Bellas Artes, en la Escuela Lorenzo di Medici y en el Gabinete de Dibujo y Estampa del Museo de los Uffizi, en Florencia, Italia; obtuvo la maestría en la misma especialidad en la Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM y el diploma nacional de artes plásticas de la Universidad de París VIII. En 1993 obtuvo el premio de la SPADEM Les Figuratifs, en París. Su obra ha sido presentada en diversas exposiciones individuales y colectivas en Francia, Suiza, Bélgica y México.

Pedro C. Tapia Zúñiga (Puebla, Puebla, 1946). Maestro en letras clásicas por la UNAM y doctor en filosofía por la Universidad de Heidelberg, Alemania. Es investigador del Centro de Estudios Clásicos del Instituto de Investigaciones Filológicas y

profesor de la Facultad de Filosofía y Letras de nuestra casa de estudios. Entre sus publicaciones se cuentan el estudio y la traducción de los *Fragmentos* de Gorgias y de los *Himnos y epigramas* de Calímaco, y la adaptación del *Vocabulario fundamental y constructivo del griego*, de Thomas Meyer y Hermann Stinthal.

Blanca Luz Pulido. Ya ha publicado en esta revista. Véase el número 522.

Francisco Vergara (Ciudad de México, 1971). Licenciado en biología por la UNAM, donde actualmente cursa la maestría en ciencias. Ha realizado trabajos de ilustración para el Museo del Instituto de Geología y el Museo de Paleontología de nuestra casa de estudios.

Alberto Vital. Véase el número 516-517. Actualmente es investigador titular del Instituto de Investigaciones Filológicas de la UNAM e investigador nacional. Es autor del libro *La cama de Procasto. Antologías poéticas en México. 1910-1980* (en prensa).



LIBROS UNAM



Coordinación de Humanidades

JUAN RULFO

"Un soñador de cuentos"

Se dice que cuando éste, nuestro gran imaginativo escritor, pasaba unos días lejos de la rutina de su trabajo, buscaba a los arrieros, los hombres del campo, para que le contaran historias y se fijaba sobre todo en sus expresiones.

Para conocer un poco más sobre la obra de este importante autor de las letras mexicanas, el fondoeditorial de la UNAM pone a su disposición los siguientes libros de ensayo de autoridades en el análisis literario.

LOS CAMINOS DE LA CREACIÓN EN

JUAN RULFO
Sergio López Mena
N\$ 30.00

EL ARRIERO EN EL

DANUBIO
Alberto Vital
N\$ 50.00

EL SONIDO EN RULFO

Julio Estrada
N\$ 40.00

Informes y ventas

DIRECCIÓN GENERAL DE FOMENTO EDITORIAL, UNAM
Av. del Imán No. 5 Ciudad Universitaria C.P. 04510, México, D.F.
Tel. 622 65 81 Tel. y Fax 622 65 68, Fax 665 27 78

BIENVENIDOS A RADIO EDUCACION MEXICO, D.F.



Nuestra frecuencia de
Amplitud Modulada,
cada vez alcanza más destinos.

SIGA NUESTRA SEÑAL



Cultura con imaginación



EL SISTEMA DE TIENDAS UNAM

lo espera en cualquiera de sus tres unidades,
de lunes a domingo de 9 a 20 hr.

ACATLÁN

Av. Alcanfores y Sn. Juan Totoltepec, Sta. Cruz, Edo. de Méx.

METRO C.U.

Circuito Exterior, frente a la Fac. de Ciencias Políticas y Sociales,
C.U.

ESTADIO

Estacionamiento 9, atrás del Estadio Olímpico, C.U.

COMPROMISO DE CALIDAD TOTAL
DE UNA EMPRESA UNIVERSITARIA

HAY OTRA FORMA...

...de recordar



Cine iberoamericano
Domingos 22:00 hrs.

...de mirar



Naturaleza
Lunes, miércoles
y viernes 17:30 hrs.

...de sentir



Música clásica
Martes 15:00 hrs.
Sábados 18:00 hrs.
Jazz
Sábados 20:00 hrs.

...de volar



Danza
Miércoles 20:30 hrs.

...de soñar



Opera
Domingos 16:30 hrs.

SU IMAGEN PUEDE CAMBIAR
Canal 22
La cultura también se ve

Disfrute nuestra programación desde las 14:00 hrs.
Para información, marque Notid 91 801 518 02

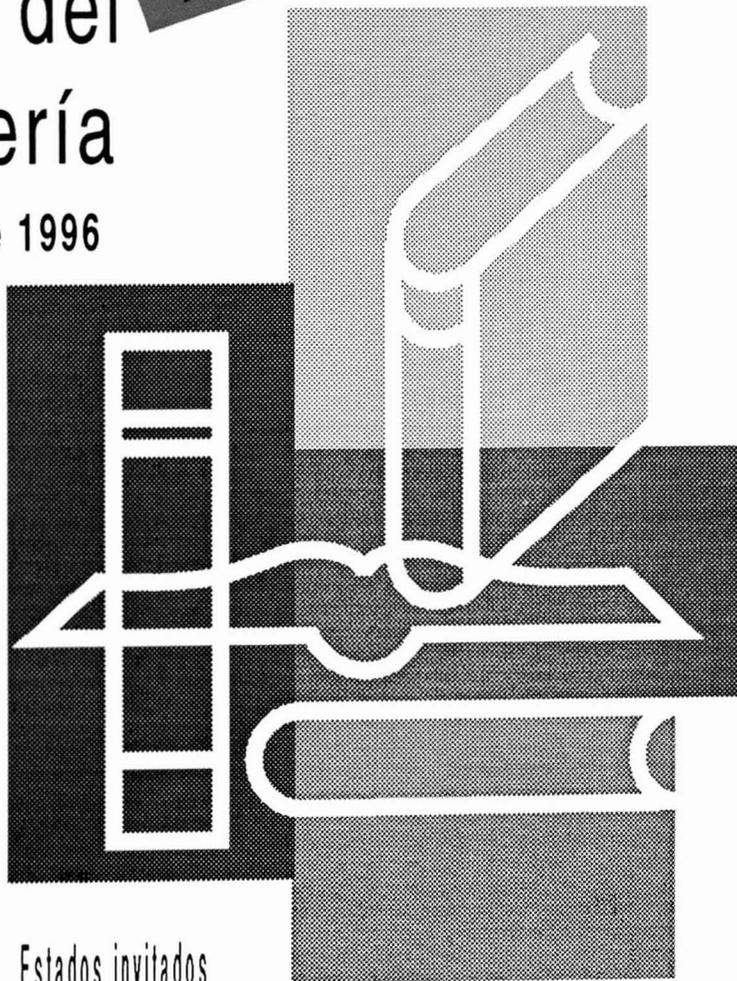
XVII Feria

Internacional del Libro-Minería

24 de Febrero al 3 de Marzo de 1996

¡Ya Viene!

- Más de 500 editoriales (nacionales y extranjeras)
- Conferencias, mesas redondas y seminarios
- Presentaciones de libros por sus autores
- Música, cine, video y danza
- Talleres infantiles
- Exposiciones



Estados invitados

Campeche • Quintana Roo • Tabasco • Yucatán

Homenaje a Arnaldo Orfila Reynal

Palacio de Minería
Tacuba No. 5, Centro Histórico

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Coordinaciones de: Difusión Cultural, Investigación Científica y Humanidades. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana

**PRECIOS DE
ENTRADA**

N\$ 4.00 público en general
N\$ 2.00 personas de la tercera edad, estudiantes
y maestros con credencial y niños
menores de 13 años.



LIBROS UNAM



- obras generales
- psicología
- filosofía
- ciencias sociales
- lenguaje
- ciencias puras
- ciencias aplicadas
- artes
- literatura
- historia



Coordinación de Humanidades

Informes y ventas

DIRECCIÓN GENERAL DE FOMENTO EDITORIAL, UNAM
Av. del IMAN No. 5, Ciudad Universitaria C.P. 04510, México, D.F.
Tel. 622 65 81, Tel. y Fax 622 27 78

