CIENCIA Y CULTURA

elementos

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

No. 37 Vol. 7 febrero-abril 2000 $ 25.00

© **Gerardo Suter**, *Stratus IV*, de la serie *Bitácora*, 1997

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, Enrique Doger Guerrero
secretario general, Guillermo Nares Rodríguez
vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado, Carlos Contreras Cruz

ELEMENTOS
http://www.fisio.buap.mx/elemento.htm
revista trimestral de ciencia y cultura
número 37, volumen 7, febrero-abril 2000
director, Enrique Soto Eguibar
subdirector, Marcelo Gauchat
consejo editorial, Beatriz Eugenia Baca, María de la Paz Elizalde, Enrique González Vergara, Francisco Pellicer Graham, Leticia Quintero Cortés, José Emilio Salceda, Raúl Serrano Lizaola, Cristóbal Tabares Muñoz, Gerardo Torres del Castillo
edición, Marcelo Gauchat, José Emilio Salceda
asistente, María del Refugio Álvarez Tlachi
diseño, Jorge López Vela
portada y fotografías de interior, Gerardo Suter
impresión, Litholmpresora Portales S.A. de C.V.
redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria, Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570
email: elemento@siu.buap.mx
Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770.

© **Gerardo Suter**, *Topiltzin 6*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Reitus*, 1983.

S U M A R I O

Cultura en los chimpancés 3
ANDREW **Whiten**, JANE **Goodall**, WILLIAM **C. McGrew**, TOSHISADA **Nishida**, VERNON **Reynolds**, YUKIMARU **Sugiyama**, CAROLINE **Tutin**, RICHARD **Wrangham**, CHRISTOPHE **Boesch**

La primatología cultural alcanza la mayoría de edad 9
FRANS **B.M. de Waal**

Sustratos neurales en la escritura kana y kanji 13
ROSARIO **Vega**, ENRIQUE **Soto**

Bases moleculares del envejecimiento 17
EDUARDO **González Jiménez**

Ondas gravitacionales 21
GERARDO F. **Torres del Castillo**

Giovanni Battista Morgagni y la anatomía patológica moderna 27
RAFAEL **Valdez Aguilar**

Etienne Jules Marey 33
MARLENE **Schnelle-Schneyder**

Santiago Ramón y Cajal 37
La fotografía de los colores
GERARDO **F. Kurtz**

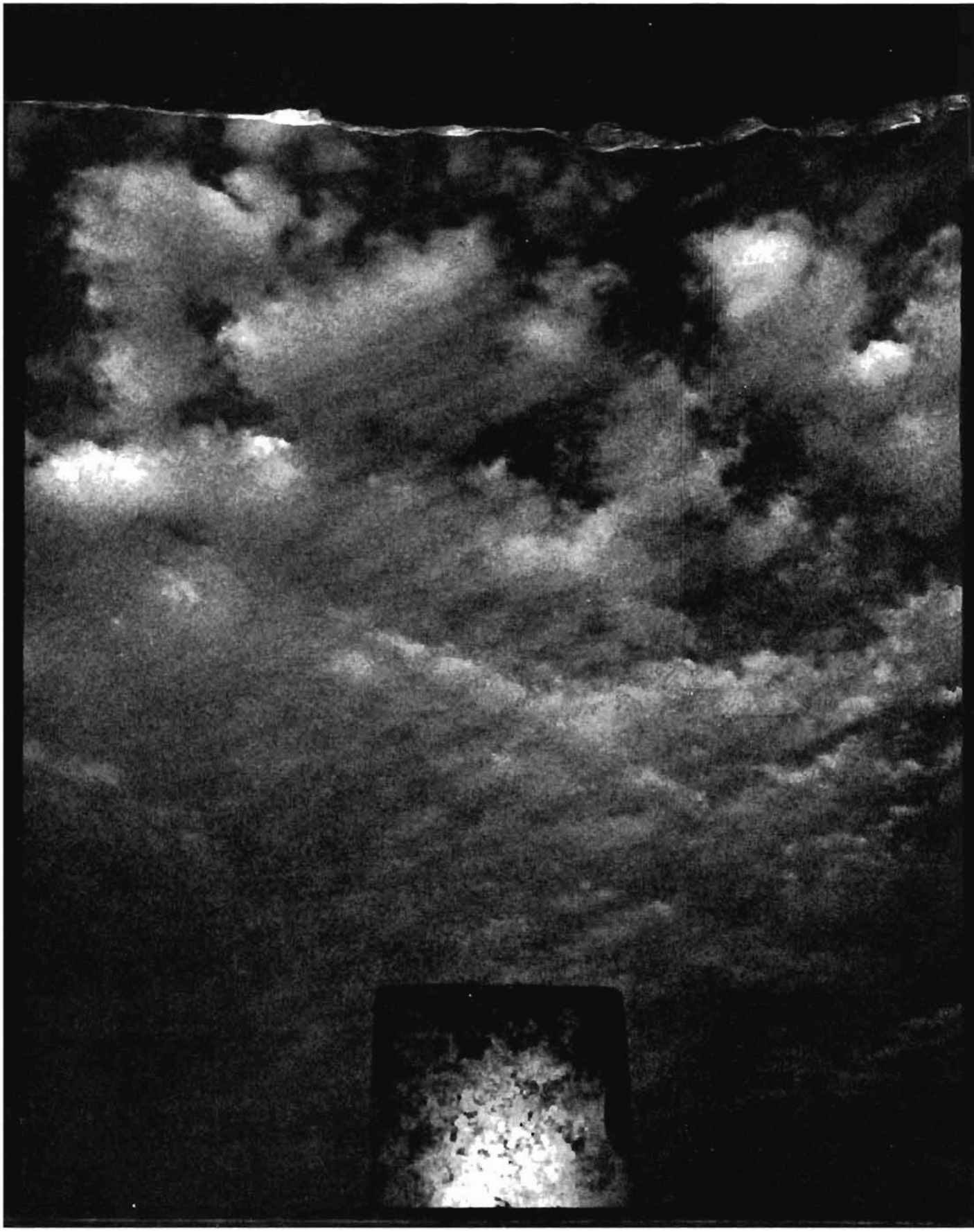
Los encantos de la fotografía 41
Santiago **Ramón y Cajal**

Usos de la fotografía 47
JOHN **Berger**

Circulaciones 53
PEDRO ANGEL **Palou García**

La relatividad del cerebro 58
CARLOS **Eaósteaui R.**

Libros 60



© **Gerardo Suter**, *Xochicalco*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Relus*, 1985.

Cultura en los chimpancés

Andrew **Whiten**
Jane **Goodall**
William **C. McGrew**
Toshisada **Nishida**
Vernon **Reynolds**
Yukimaru **Sugiyama**
Caroline **Tutin**
Richard **Wrangham**
Christophe **Boesch**

Al prolongarse cada vez más los estudios de campo sobre chimpances en África (*Pan troglodytes*), han ido apareciendo diferencias en los repertorios conductuales descritos que sugieren la existencia de variaciones culturales significativas.[1-7] Presentamos aquí una síntesis sistemática de esta información, proveniente de los siete estudios de más duración, que condensan 151 años de observación de chimpancés. Este análisis integral revela patrones de variación mucho más extensos que cualquiera de los previamente documentados sobre especies animales, exceptuando el hombre.[8-11] Hemos detectado 39 patrones conductuales distintos, como el uso de herramientas, conductas de cortejo y acicalamiento que son comunes o habituales en algunas comunidades, e inexistentes en otras, una vez descartadas las explicaciones ecológicas. Entre las especies de mamíferos y aves, hasta ahora sólo se había detectado variación cultural en patrones conductuales únicos, como los dialectos locales de aves canoras,[12-13] de forma que no había precedente para estas variaciones extensas y múltiples que se han documentado ahora para los chimpancés. Además, el repertorio combinado de estos patrones conductuales en cada comunidad de chimpancés es sumamente distintivo, fenómeno característico de las culturas humanas[14] pero desconocido hasta ahora en las especies no humanas.

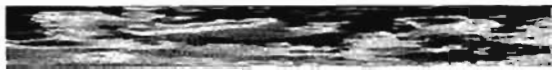
La noción de cultura recibe distintas definiciones según las disciplinas académicas.[15] En un extremo, algunos antropólogos culturales insisten en la mediación lingüística, con lo que la cultura queda circunscrita a un fenómeno estrictamente humano.[16] En las ciencias biológicas se acepta una definición más amplia, en la que se reconoce la importancia de la transmisión cultural como uno de sólo dos procesos importantes que pueden generar un cambio evolutivo. La transmisión intergeneracional de la conducta puede darse genéticamente o por medio del aprendizaje social, y son los procesos de variación y selección los que dan forma a la evolución biológica en el primer caso, y a la evolución cultural en el segundo. Desde esta perspectiva, una conducta cultural es la que se transmite repetidamente por medio de un aprendizaje social u observacional hasta convertirse en una característica a nivel

de una población.[17] Por esta definición, las diferencias culturales (conocidas a menudo como "tradiciones" en etología) son fenómenos bien establecidos en el reino animal, que se mantienen gracias a una variedad de mecanismos de transmisión social.[18] Tenemos al respecto ejemplos bien documentados, como el de los dialectos en aves canoras,[12-13] el lavado de camotes entre los macacos japoneses (*Macaca fuscata*), en Koshima,[19] y el manejo de piedras entre los macacos japoneses en Arashiyama.[20] Sin embargo, cada caso se refiere a variación en un solo patrón conductual.

Las tabulaciones de diferencias en poblaciones de chimpancés indican que pueden existir múltiples variantes conductuales.[2-7] Sin embargo, estas tabulaciones se han basado en informes publicados que, si bien registran la presencia de conductas, resultan problemáticos en cuanto a tres aspectos: son incompletos, a menudo no determinan hasta qué punto cada patrón conductual es habitual en una comunidad, y no documentan sistemáticamente la ausencia de patrones conductuales que están presentes en otras poblaciones. Adoptamos, por esta razón, una estrategia diferente para procurar establecer una valoración definitiva de lo que se sabe hasta ahora de la variación cultural en los chimpancés.

La Fase 1 del estudio establece una lista completa de variantes culturales candidatas, que son conductas que, a juicio de los investigadores, parecen ser específicas de determinadas poblaciones de chimpancés. Empezando por una lista tomada de una revisión de las publicaciones realizada por A.W. y C.B., los directores de investigación de los principales proyectos de campo sobre chimpancés (véase Tabla 1) agregaron y definieron patrones candidatos aún no publicados, que después se desglosaron y reagruparon, y este proceso complejo, iterativo y de colaboración produjo un listado de variantes culturales candidatas plena y consensualmente definidas (véase Información suplementaria; la Tabla 1 contiene descripciones abreviadas). El ámbito que abarca la lista, en la que se distinguen 65 tipos de conducta, representa un registro único de la inventiva de los chimpancés en libertad.

En la Fase 2, los directores de investigación asignaron a cada uno de estos tipos de conducta una de las siguientes seis categorías, en la medida en que fuesen aplicables a su centro de investigación: (1) común, cuando la conducta se da en todos o casi todos los miembros sin impedimentos físicos y de una misma clase edad-sexo por lo menos (machos adultos, por ejemplo); (2) habitual, cuando la conducta



no es común pero se ha dado reiteradamente en varios individuos, y se puede explicar por algún grado de transmisión social; (3) presente, cuando la conducta no es ni común ni habitual pero está claramente identificada; (4) ausente, cuando no se ha registrado la conducta y no hay explicación ecológica aparente; (5) explicación ecológica, cuando la ausencia se explica por alguna característica ecológica; y (6) desconocida, cuando no hay registro de la conducta, pero puede deberse a falta de oportunidades de observación pertinentes. Estas codificaciones fueron sometidas a verificaciones cruzadas y confirmadas por colegas de alto rango en cada uno de los centros. Nuestros resultados provienen de siete grupos de chimpancés, cuyo historial de observación es el más prolongado, de forma que la categoría "desconocida" casi no es aplicable (véase Tabla 1). Estos estudios conjugan un total de 151 años de observaciones directas (en periodos de 8 a 38 años), de modo que en estos datos se compendia el enorme incremento de conocimientos sobre la conducta de los chimpancés que se ha logrado en la última mitad de este siglo. Para cualquier renglón de la Tabla 1, el perfil de las codificaciones de interés particular respecto de la variación cultural es el de las conductas registradas como comunes o habituales en algunas comunidades, pero ausentes en otras. A partir de éste, hay que determinar y distinguir otras tres clases de perfil.

En primer lugar, siete de las conductas propuestas en la Fase 1 como variantes culturales potenciales resultaron ser comunes o habituales en todas las comunidades (apartado A de la Tabla 1). En segundo lugar, 16 patrones no alcanzan la categoría de habituales en ninguna comunidad (apartado B de la Tabla 1). La tercera clase comprende los perfiles en los que todos los casos de ausencia se explican por las condiciones locales (apartado C de la Tabla 1); sólo se detectan tres casos. La ausencia de la recolección de algas puede explicarse por la escasez de éstas, y cualquier ausencia de nidos nocturnos en el suelo por el alto riesgo de los depredadores. El uso de una piedra adicional para nivelar el yunque (apoyo de yunque) sólo se ha detectado en Bossou, pero no se espera que se dé en otras partes ya sea porque no se usan los yunques o porque están encajados en el suelo (en Taï).

Las conductas restantes están ausentes en algunos lugares pero son comunes o habituales en otros (franja D de la Tabla 1). Hemos encontrado 39 de estas variantes conductua-

TABLA 1 Variación en la aparición de patrones de conducta entre centros de estudios prolongados

			Sitio					
			Bs	**Ta**	**Go**	**Ma**	**Mk**	**Kib**	**Bd**
A	1	Escudriñar (explorar y olfatear)	H	C	C	H	H	+	(-)
	2	Inicio de juego (invitación a jugar sosteniendo un tallo en la boca	+	H	C	C	C	C	H
	3	Arrastrar ramas grandes (como exhibición)	H	C	C	C	C	H	H
	4	Esponja de hojas (masa de hojas empleada como esponja)	C	C	C	+	e	C	C
	5	Sujetar ramas (en alto, acicalamiento)	H	C	C	C	C	C	C
	6	Sacudir ramas (para llamar la atención,cortejo)	C	C	C	C	C	H	C
	7	Tamborilear (golpear base de tronco)	C	C	C	C	C	C	C
B	8	Exploración nasal (limpieza de fosas con palo)	-	-	-	+	-	-	-
	9	Peinado (pasarse un tallo por el cabello)	-	-	-	-	-	-	+
	10	Aplastar insectos (usando palo)	+	-	-	-	-	-	-
	11	Extraer resina a golpes	+	-	-	e?	e?	-	-
	12	Enganchar ramas (con la ayuda de otras)	+	-	-	-	-	-	-
	13	Perforar (nidos de termitas con palos gruesos)	-	e	-	-	-	e	e?
	14	Cavar (nidos de termitas con un palo usado como pala)	+	e	-	-	-	e	e?
	15	Palo-brocha (palo explorador con brocha en la punta)	-	-	-	-	-	-	-
	16	Asiento de varas (para protección contra espinas)	-	-	e	e?	e?	e	e
	17	Puente de palos (para caminar sobre espinas)	-	-	e	e?	e?	e	e
	18	Recipiente (objeto usado como contenedor)	-	-	+	-	-	-	-
	19	Mechudo de hojas (para ahuyentar insectos)	-	-	+	-	+	e	e?
	20	Hoja-trapo (para recoger alimento de cráneos, etcétera)	e?	+	+	-	-	-	-
	21	Hoja espanta-abejas (hoja usada para ese fin)	-	-	+	-	-	-	-
	22	Abrir y explorar (perforar y luego explorar)	-	-	-	-	-	-	-
	23	Palo mete-saca esponja (herramienta de palo con esponja)	+	+	+	+	e	e	-
C	24	Cuchara para algas (vara para cucharear)	C	e	e	e	e	e	e
	25	Nido nocturno en el suelo	(-)	e?	+	e?	e?	e?	+
	26	Apoyo de yunque (piedra para nivelar el yunque)	H	e	e	e	e	e	e
D	27	Triturar comida sobre madera	C	C	C	-	-	e?	H
	28	Triturar comida sobre otro material (por ejemplo piedra)	-	H	C	-	-	e?	-
	29	Partenueces, mazo de madera sobre yunque de madera	-	C	-	e	e	e?	e
	30	Partenueces, mazo de madera sobre yunque de piedra	-	C	-	-	-	e?	e
	31	Partenueces, mazo de piedra sobre yunque de madera	+	C	-	e	e	e?	e
	32	Partenueces, mazo de piedra sobre yunque de piedra	C	C	-	-	-	e?	e
	33	Partenueces de algún otro tipo (sobre el suelo, por ejemplo)	-	H	-	-	-	e?	e
	34	Golpear con mazo (usar peciolo para agujerear copa de palma)	C	-	-	e?	e?	e?	e?
	35	Aporrear (golpes vigorosos con palo)	+	H	H	+	-	+	-
	36	Extraer termitas usando la nervadura de una hoja	+	e	-	-	C	e	e?
	37	Extraer termitas sin la ayuda de hojas	-	e	C	-	C	e	e?
	38	Extracción de hormigas con cánula	+	-	+	C	C	-	-
	39	Recolección masiva de hormigas con vara	+	-	C	-	-	-	-
	40	Extracción individual de hormigas (una por una con palo)	C	C	+	-	-	-	-
	41	Untar (extraer líquidos con un palito)	-	C	C	H	H	H	-
	42	Exploración de abejas (desmembrarlas, sacudirlas con un palito)	-	C	-	-	+	-	-
	43	Extraer médula	-	C	-	-	-	-	-
	44	Abrir con palanca (palo para abrir agujeros)	-	H	C	-	-	-	-
	45	Expeler y remover (insectos con palo)	-	C	H	H	H	-	-
	46	Cojín vegetal (de hojas grandes, como asiento)	+	H	-	-	-	+	-
	47	Espantamoscas (rama)	-	H	+	-	-	-	H
	48	Hacerse cosquillas (con objetos)	-	-	H	-	-	-	-
	49	Tiro al blanco (disparar objetos hacia un punto)	C	C	C	C	-	+	+
	50	Servilleta de hoja (para limpiarse el cuerpo)	-	+	C	+	-	C	C
	51	Cataplasma de hojas (aplicado en heridas y examinado)	-	+	+	-	-	C	-
	52	Acicatar hojas ("acicalamiento" intenso de hojas)	-	-	C	C	C	C	+
	53	Recortar hojas (arrancar trozos de hojas con la boca)	C	C	-	C	C	H	C
	54	Recortar hojas (arrancar trozos de hojas con los dedos)	-	H	-	+	-	H	C
	55	Arrancar hojas (del tallo, como amenaza)	+	-	H	+	-	H	-
	56	Aplastar en hojas (aplastar ectoparásitos sobre hojas)	-	-	H	?	?	-	-
	57	Inspección en hojas (inspec. de ectoparásitos en la mano)	-	-	+	?	?	-	C
	58	Aplastar con el índice (aplastar ectoparásitos en el brazo)	-	C	+	-	-	-	-
	59	Apretón de manos (estrechar brazos sobre la cabeza, acicalamiento)	-	H	-	C	C	C	-
	60	Golpetear con los nudillos (para llamar la atención)	+	C	H	C	C	-	-
	61	Hacer crujir ramas (doblar y soltar ramas, para alertar)	-	-	-	-	-	-	-
	62	Dar palmadas en ramas (para llamar la atención)	C	C	-	+	-	-	C
	63	Jalar ramas ruidosamente	C	-	+	H	-	H	-
	64	Doblar arbustos (aplastar ramas con los pies)	H	-	-	C	-	-	C
	65	Danza de la lluvia (lenta exhibición al empezar a llover)	-	H	C	C	C	C	H

A: Patrones no ausentes en ningún sitio; **B**: patrones que no llegan a frecuencias habituales en ningún sitio; **C**: patrones para los cuales cualquier ausencia se puede deber a factores ecológicos locales; **D**: patrones comunes o habituales en algunos sitios pero ausentes en otros, sin explicación ecológica. Para facilitar la comparación, la lista se ha confeccionado de forma que queden agrupadas las conductas que tienen un rasgo principal común; por ej.: en la franja D, de la 27 a la 35 son conductas en las que interviene la acción de golpear; 36-40: recolectar; 41-43: explorar; 44 y 45: forzar; 46 y 47: procurarse comodidades; 48 y 49: explotación diversa de propiedad vegetal; 50-57: explotación de propiedad folicular; 56-59: acicalamiento; 60-64: llamar la atención. Datos del sitio (con su subespecie, años de observación a septiembre de 1998, e iniciales del director o directora): **Bs**, Bossou, Guinea (*verus*, 23, Y.S.); **Ta**, Taï Forest, Costa de Marfil (*verus*, 23, C.B.); **Go**, Gombe, Tanzania (*schweinfurthii*, 38, J.G.); **Ma**, Mahale M-group, Tanzania (*schweinfurthii*, 8, V.R.). **C**: común; **H**: habitual; **+**: presente; **-**: ausente; **e**: ausente con explicación ecológica; **e?**: posible explicación ecológica; **(-)**: ausente, posiblemente por observación deficiente; **?**: respuesta incierta (ver las definiciones completas en el texto). Hacer crujir ramas (conducta 61) se adjudica a la franja D porque es conducta común en Lopé, Gabón (C.E.G.T.); las conductas 13, 15-17 y 22 se sitúan en la franja B porque se han registrado en estudios más cortos (véase Información Suplementaria). Encontrarán definiciones completas de todas las conductas en Información Suplementaria.

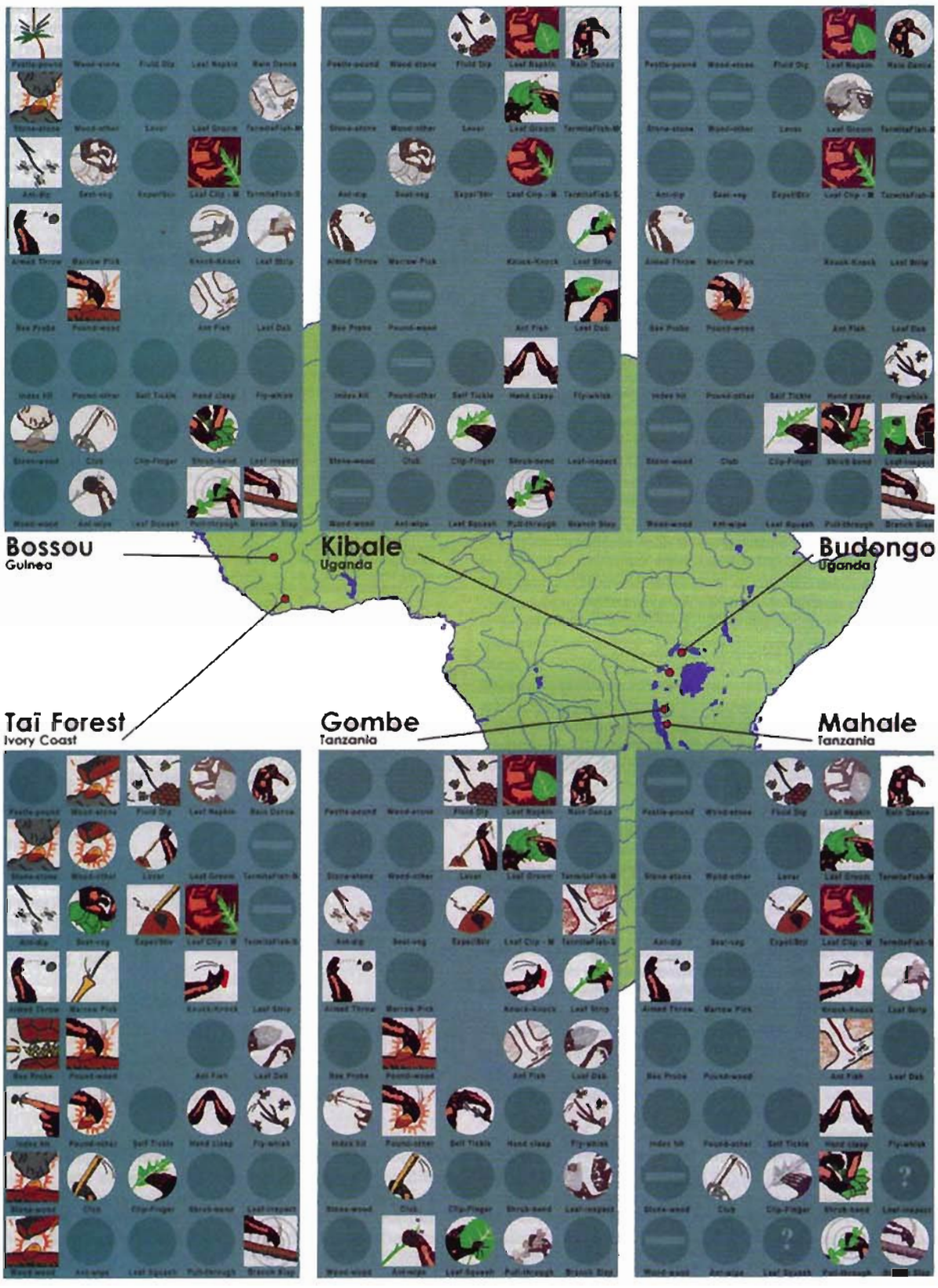
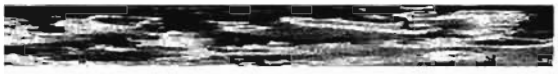


FIGURA 1 Distribución de los patrones de conducta de la banda D de la Tabla 1, en seis sitios de estudio africanos. Las conductas están dispuestas en arreglos de 5 x 8 para agrupar aquellas conductas comunes o habituales en cada sitio, con los grupos correspondientes a los sitios occidentales a la izquierda del arreglo y los grupos de los sitios orientales a la derecha. Se omite el sitio secundario Mahale (K). **Iconos de color**: comunes; iconos circulares: habituales; **iconos monocromáticos**: presentes; **vacíos**: ausentes; **barra horizontal**: ausentes con explicación ecológica; **signo de interrogación**: respuesta desconocida.



les, número significativamente mayor que el esperado en chimpancés.[14] No sabemos de ninguna otra variación comparable en otras especies, aparte de la humana, aunque al parecer no se ha intentado ningún estudio sistemático de este tipo.

Llegamos a una conclusión comparativa similar cuando examinamos los perfiles generales de las variantes culturales en las distintas comunidades (Figura 1). Algunos patrones comunes y habituales son exclusivos de algunas comunidades, y los hay que comparten varias de ellas (Tabla 2), de modo que los núcleos de variantes que caracterizan a cada comunidad no son mutuamente excluyentes. Sin embargo, los perfiles de cada comunidad son claramente distintos (Figura 1), y cada una tiene un patrón que abarca muchas variantes conductuales. Estos patrones varían tanto entre lugares asociados con la misma subespecie (*verus* en Bossou y Taï, en el oeste, y *schweinfurthii* en los cuatro centros orientales) como entre las propias subespecies. La única diferencia importante entre las poblaciones occidentales y orientales es que el hábito de romper nueces sólo se da en las primeras, aunque el hecho de que este hábito se interrumpe abruptamente en el río Sassandra-N'Zo, dentro del ámbito de la especie *verus*,[21] demuestra que se transmite cultural más que genéticamente. De ahí que pueda decirse que los patrones de la Figura 1 se parecen a los de las sociedades humanas, en las que las diferencias entre culturas están constituidas por una multiplicidad de variaciones en tecnología y costumbres sociales.[14] Queda por demostrar si los chimpancés son únicos a este respecto, o si cualquier otra especie animal, estudiada de la misma manera, mostraría patrones cualitativamente similares.

Otras comparaciones entre culturas humanas y no humanas se han centrado en los procesos cognitivos implicados, partiendo de que si los procesos de transmisión cultural humana, como el aprendizaje por imitación y la enseñanza, no se encuentran en los animales, la cultura en éstos no es sino análoga a la humana, y no homóloga.[22,23] Nuestros datos coinciden con los estudios experimentales que han demostrado que los chimpancés copian los métodos usados para procesar los alimentos. De igual manera, algunas de las diferencias entre las comunidades aquí descritas representan no sólo el contraste entre habitual y ausente, sino también el contraste entre distintas versiones de un patrón que, fuera de éstas, es similar. Entre los ejemplos de ello está el de uso de herramientas, como el de las dos distintas formas de recolectar hormigas (Tabla 1, puntos 39 y 40); en la primera, el chimpancé sostiene una vara larga en una mano, y con la otra recoge en un gesto de barrido todas las hormigas de la vara, mientras que en la segunda el chimpancé recoge unas pocas hormigas en un palito que sujeta con una mano, y se las lleva directamente a la boca. Hay otros ejemplos en la conducta social, como las variantes que se dan en cuanto a los ectoparásitos descubiertos en el acicalamiento, a la forma de estrujar hojas, de inspeccionarlas, y de golpear con el índice, que se dan en las distintas comunidades (Tabla 1, puntos 56 a 58).

Resulta difícil ver cómo podrían perpetuarse estos patrones conductuales por medio de procesos de aprendizaje social más simples que la imitación, para la cual la alternativa más mencionada es el reforzamiento del estímulo,[26] en el que se atrae la atención de un observador hacia determinado objeto, por ejemplo, un palo. Pero eso no significa que la imitación sea el único mecanismo que opere. Los estudios experimentales sobre la adquisición de habilidades de uso de herramientas y procesamiento de alimentos tanto en niños como en chimpancés en cautiverio indican que existe una mezcla compleja de imitación, otras formas de aprendizaje social, y aprendizaje individual.[24,25,27,30]

Nuestros resultados muestran que los chimpancés, la especie hermana más cercana a nosotros, tienen una rica complejidad conductual. Sin embargo, aunque este estudio representa la situación real de los conocimientos actuales, cabe esperar que otros estudios, más amplios, hagan más preciso este retrato. Cada estudio de larga duración que se ha hecho sobre los chimpancés en libertad ha detectado nuevas variantes conductuales.

Tabla 2
Número de patrones únicos y compartidos que son comunes o habituales

	Bs	Ta	Go	Sme Ma	Mk	Kib	Bd
Único	1	8	3	0	1	1	1
Compartido	8	16	13	11	9	9	8

Los sitios se abrevian como en la Tabla 1. Único se refiere a patrones comunes o habituales únicos para los sitios; compartido se refiere a patrones comunes o habituales que se comparten con otros sitios; las frecuencias excluyen a los patrones conductuales "universales", identificados en la banda A de la Tabla 1.

INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Remitimos a la página Web de *Nature* (http://www.nature.com). También está a disposición la base de datos gráfica ampliada de este material (no supervisada) en http://chimp.st-and.ac.uk/cultures

AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias a T. Matsuzawa, G. Yamakoshi, H. Boesch, D.A: Collins, S. Kamenya, H. Matama, H. Mkono, E. Mpongo, J. Satala, M. Huffman, M. Kasagula, R. Nyundo, S. Uehara, K. Arnold, C. Assersohn, K. Fawcett, J. Kakura, Z. Kiwede, G. Muhumuza, N. Newton-Fisher, P. Pebsworth, E. Stokes, J. Tinka, A. Arcadi,C. Katongole, G. Isabiriye-Basuta, F. Mugurusi, M. Muller y M. Wilson por sus contribuciones a la base de datos; a D.A: Collins, D.L. Perrett y P. J. B. Slater por sus consejos acerca del manuscrito, y a S. Smart por las gráficas de la Figura 1.

BIBLIOGRAFÍA

[1] McGrew, W.C. y Tutin, C.E.G., Evidence for a social custom in wild chimpanzees?, *Man* 13, pp. 234-251, 1978.

[2] Goodall, J., *The chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1986.

[3] Nishida, T., *The chimpanzees of the Mahale Mountains: Sexual and Life History Strategies*, Tokyo University Press, 1990.

[4] Mc. Grew, W.C., *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.

[5] Sugiyama, Y., In *The Use of Tools by Human and Non-human Primates* (Berthelet, A. y Chavaillon, J., eds.), pp. 175-187, Clarendon, Oxford, 1993.

[6] Wranham, R.W., McGrew, W.C., de Waal, F.B.M. y Heltne, P.G., (eds.) *Chimpanzee Cultures*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1994.

[7] Boesch, C., The emergence of cultures among wild chimpanzees, *Proc. Br. Acad.* 88, pp. 251-268, 1996.

[8] Bonner, J.T., *The Evolution of Culture in Animals*, Princeton University Press, New Jersey, 1980.

[9] Mundinger, P.C., Animal cultures and general theory of a cultural evolution, *Ethol. Sociobiol.* 1, pp. 183-223, 1980.

[10] Lefebvre, L. y Palmeta, B., In *Social Learning: Psychological and Biological Perspectives* (Zentall, T. y Galef, B.G. Jr, eds.), pp. 141-164, Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1988.

[11] McGrew, W.C., Culture in non-human primates? *Annu. Rev. Anthropol.* 27, pp 301-328, 1998.

[12] Marler, P. y Tamura, M., Song "dialects" in three populations of white crowned sparrows, *Science* 146, pp. 1483-1486, 1964.

[13] Catchpole, C.K. y Slater, P.J.B., *Bird Song: Themes and Variations*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

[14] Murdock, G.P., *Ethnographic Atlas*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1967.

[15] Kroeber, A. L. y Kluckhohn, C., *Culture: A Critical Review of Concepts and Definitions*, Random House, Nueva York, 1963.

[16] Bloch, M., Language, anthropology and cognitive science, *Man* 26, pp. 183-198, 1991.

[17] Nishida, T., en *Primate Societies* (Smuts, B. B., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W. & Struhsaker, T. T. eds.), pp. 462-472, University of Chicago Press, Chicago, 1987.

[18] Whiten, A. y Ham, R., On the nature of imitation in the animal kingdom: reappraisal of a century of research, *Adv. Study Behav.*, 21, pp. 239-283, 1992.

[19] Imanishi, K., Identification: A process of enculturation in the subhuman society of *Macaca fuscata*, *Primates* 1, pp. 1-29, 1957.

[20] Huffman, M., en *Social Learning in Animals: The Roots of Culture* (Heyes, C. M. & Galef, B. G., eds.), pp. 267-289, Academic Press, Londres, 1996.

[21] Boesch, C., Marchesi, P., Marchesi, N., Fruth, B. & Joulian, F., Is nut cracking in wild chimpanzees a cultural behavior?, *J. Hum. Evol.* 26, pp. 325-338, 1994.

[22] Galef, B. G. Jr., The question of animal culture, *Hum. Nature* 3, pp. 153-178, 1992.

[23] Tomasello, M., Kruger, A. C. y Ratner, H. H., Cultural learning, *Behav. Brain Sci.* 16, pp. 495-552, 1993.

[24] Whiten, A., Custance, D. M., Gomez, J.-C., Teixidor, P. y Bard, K. A., Imitative learning of artificial fruit-processing in children (*Homo sapiens*) and chimpanzees (*Pan troglodytes*), *J. Comp. Psychol.* 110, pp. 3-14, 1996.

[25] Whiten, A., Imitation of the sequencial structure of actions by chimpanzees (*Pan troglodytes*), *J. Comp. Psychol.* 112, pp. 270-281, 1998.

[26] Spence, K. W., Experimental studies of learning and the mental process in infra-human primates, *J. Psychol. Bull.* 34, pp. 806-850, 1937.

[27] Sumita, K., Kitahara-Frisch, J. y Norikoshi, K., The aquisition of stone tool use in captice chimpanzees. *Primates* 26, pp. 168-181, 1985.

[28] Tomasello, M., Davis, Dasilva, M., Camak, L. y Bard, K., Observational learning of tool-use by young chimpanzees, *Hum. Evol.* 2, pp. 175-183, 1987.

[29] Paquett, D., Discovering and learning tool-use for fishing honey by captive chimpanzees, *Hum.evol.* 7, pp. 17-30, 1992.

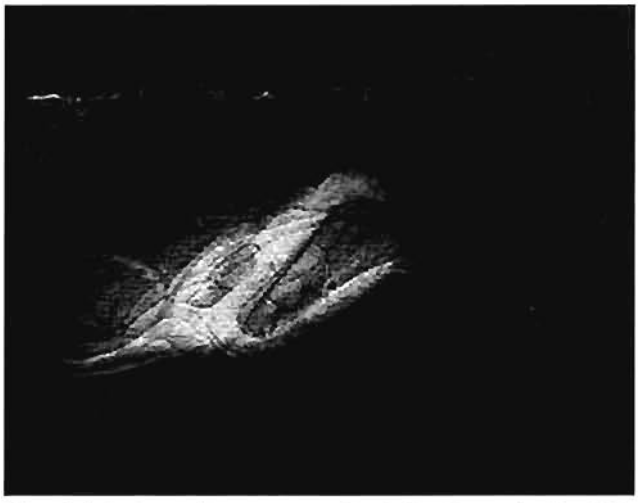
[30] Nagell, K., Olguin, K. y Tomasello, M., Processes of social learning in the tool-use of chimpanzees (*Pantroglodytes*) and children (*Homo sapiens*), *J. Comp. Psychol.* 107, pp. 174-186, 1993.

***Andrew Whiten** es profesor de la Escuela de Psicología en la Universidad de Saint Andrews, Gran Bretaña; **Jane Goodall** es directora científica del Gombe Stream Research Centre, Tanzania; **William C. McGrew** es profesor del Departamento de Zoología en la Universidad de Miami, Estados Unidos; **Toshisada Nishida** es profesor de zoología en la Universidad de Kyoto, Japón; **Vernon Reynolds** es profesor del Instituto de Antropología Biológica de la Universidad de Oxford, Gran Bretaña; **Yukimaru Sugiyama** es director del Instituto para la Investigación de los Primates en la Universidad de Kyoto, Japón; **Caroline Tutin** es profesora de ciencias biológicas en la Universidad de Stirling, Gran Bretaña; **Richard Wrangham** es profesor de antropología en la Universidad de Harvard, Estados Unidos; **Christophe Boesch** es profesor en la Universidad de Leipzig, Alemania.*

Reproducido con permiso de Nature, Vol. 399, pp. 682-685, 1999. Copyright © 1999 McMillan Magazines, Ltd.

Traducción de Gertrudis Payás.

La primatología cultural alcanza la mayoría de edad



© Gerardo Suter, *Animal de Chalcatzingo*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Ratus*, 1985.

Frans
B. M. de Waal

Paso a paso, el chimpancé se va situando cada vez más cerca del humano. Tras décadas de paciente recopilación de datos, siete centros de estudios de campo conjuntan sus conocimientos para dar a conocer asombrosas variaciones en las tecnologías de uso de herramientas y en las costumbres sociales entre los chimpancés africanos.

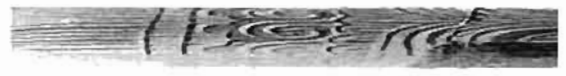
La pregunta de si los animales tienen o no cultura se parece un poco a la de si las gallinas pueden volar. En comparación con una gaviota o un halcón, quizás no, pero las gallinas tienen alas, saben aletear, y llegan a alzarse hasta los árboles. De igual manera podemos decir que las proezas culturales alcanzadas por los humanos en arte, gastronomía, ciencia y política dejan a los demás animales tan atrás que se pierden de vista.

Ahora bien, ¿qué sucedería si, cambiando de perspectiva, dejásemos de medirlos con nuestros parámetros? Eso fue precisamente lo que, a principios de los años cincuenta,[1] propuso Kinji Imanishi. En un debate imaginario entre un evolucionista, un no profesional, un simio y una avispa, Imanishi sugería que, fuera de los humanos, la existencia de cultura –definida como transmisión no genética de hábitos– era perfectamente posible, e incluso probable, entre los animales.

Este atisbo revelador preparó a los primatólogos para la noticia de la difusión del hábito de lavar camotes entre los macacos de la diminuta isla japonesa de Koshima. Una hembra joven fue la primera en llevar camotes al agua para quitarles la tierra; su madre y miembros más cercanos de su familia pronto la imitaron, y la costumbre se difundió entre los demás. Al cabo de diez años, toda la población joven lavaba camotes.[2] Con todo, y manifiestamente, los antropólogos y psicólogos occidentales no se sentían cómodos aplicando el término "cultura" a las costumbres de unos simples monos. De ahí las definiciones según las cuales para que hubiera cultura debía haber mediación lingüística, una gran velocidad en los cambios conductuales, o bien un patrón perfecto de imitación.[3-5] Pronto el debate pasó a la cuestión de si los monos y simios realmente imitan. Al trazar estos distingos, los críticos se hacían eco de opiniones anteriores, que designaban a nuestra especie como la única poseedora de cultura.[5]

Si hay diferencias entre grupos de animales en cuanto a una sola conducta, como la de lavar camotes, quizá no se justifique demasiado el uso de un término tan cargado como "cultura" –podría hablarse de "rasgo" o "tradición propia del grupo"–, pero hubo un primer indicio de que las cosas podían no ser tan sencillas cuando, en 1992, William McGrew publicó un estudio sobre el uso de herramientas en los chimpancés en libertad.[7] Desde entonces se han publicado sin cesar nuevas observaciones en las revistas de primatología. Y ahora tenemos la apasionante síntesis de Andrew Whiten y sus colegas,[8] en la que describen los distintos hábitos de los chimpancés en

© **Gerardo Suter**, *Tollan 14*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Relus*, 1984.



no menos de siete centros de observación bien establecidos. Los resultados son tan asombrosos que va a ser difícil seguir manteniendo a estos simios fuera del campo de juego de lo cultural sin hacer un nuevo cambio de reglas.

La evidencia proviene de un estudio de todas las variantes culturales probables en los chimpancés libres, con patrones de conducta nunca antes publicados. Algunas poblaciones, por ejemplo, recolectan hormigas con la ayuda de un palo corto, y se las comen del palo una por una. Pero hay por lo menos una población que ha descubierto una técnica más eficiente, que consiste en acumular muchas hormigas en una vara larga y, en un solo movimiento, recogerlas con la mano y echárselas a la boca.

Hecha la primera lista, Whiten y colaboradores[8] clasificaron cada patrón de conducta según una escala, que va de "común" a "ausente", en cada centro de observación, y se tomó en cuenta su ecología. Por ejemplo, los chimpancés no duermen en nidos en el suelo (sino en los árboles) en lugares de intensa depredación de leopardos o leones. Estas diferencias ecológicamente explicables fueron excluidas de la lista, con lo que quedaron no menos de 39 patrones conductuales –muchos más de los registrados para cualquier otro animal– que varían de una a otra comunidad de chimpancés en África.

Los genes determinan la capacidad en general, como la de usar herramientas, pero es difícil imaginar que instruyan con precisión a los simios sobre cómo recolectar hormigas o sobre si deben hacerse asientos mullidos con ramas y hojas. Además, Whiten y sus colegas no hallaron evidencia de que los hábitos varíen más entre las tres subespecies existentes de chimpancés que dentro de cada una de ellas, de manera que no se puede explicar esta variabilidad por medio de la genética. Veamos las dos comunidades más conocidas: las estudiadas por Jane Goodall en el Parque Nacional Gombe, y por Toshisada Nishida, en la Cordillera Mahale, ambas en Tanzania. Entre una y otra hay sólo 170 km de distancia, y ambas están compuestas por la misma subespecie oriental (*Pan troglodytes schweinfurthii*). En Mahale, cuando se acicalan, los simios suelen juntar dos manos en alto, por encima de sus cabezas –cosa que no se ha visto nunca en 40 años en Gombe.[9]

Los estudios de chimpancés en cautiverio respaldan la idea incipiente de una cultura de simios. Como los grupos en

cautiverio son relativamente reducidos, a menudo surgen hábitos nuevos, y su difusión puede ser observada y registrada en detalle.[10] Además, los experimentadores pueden enseñar nuevas técnicas a los simios para determinar la precisión con que las pueden copiar.[11] En definitiva, son abrumadores los indicios de que los chimpancés poseen una notable capacidad de inventar nuevas costumbres y tecnologías, y que las transmiten socialmente y no genéticamente.

No cabe duda de que la definición de cultura va a seguir cambiando, pero Whiten y colaboradores[8] adoptan la justa posición, que es común en las ciencias biológicas, de que los mecanismos tienen una importancia secundaria. De la misma manera en que la definición de la respiración no especifica si el proceso tiene lugar a través de la piel, los pulmones o las branquias, el concepto de propagación cultural no especifica si se realiza por medio de imitación, aprendizaje o lenguaje. El término "cultura" le sienta a cualquier especie, como la de los chimpancés, en la que se pueda distinguir fácilmente una comunidad de otra por una secuencia única de características conductuales. En lo biológico, los humanos nunca hemos estado solos –y ahora podemos decir lo mismo en cuanto a lo cultural.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Itani, J. & Nishimura, A. In *Precultural Primate Behaviour* (ed. Menzel, E. W. Jr) 9, pp. 26-50, Karger, Basilea, 1973.

[2] Watanabe, K. In *The Ethological Roots of Culture* (Eds. Gardner, R.A., Chiarelli, A.B., Gardner, B.T. y Plooij, F.X.), pp. 81-94, Kluwer, Dordrecht, 1994.

[3] Galef, B.G. *Human Nature* 3, pp. 157-178, 1990.

[4] Premack, D. & Premack, A.J. In *Companion Encyclopedia of Anthropology* (Ed. Ingold, T.), pp. 350-365, Routledge, Londres, 1994.

[5] Tomasello, M. Kruger, A.C. & Ratner, H.H., *Behav. Brain Sci.* 16, pp. 495-552, 1993.

[6] Kroeber, A.L. & Kluckhohn, C. *Pap. Peabody Mus. Am. Archeol. Ethnol.* 47, pp. 41-72, 1952.

[7] McGrew, W.C., *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution*, Cambridge University Press, 1992.

[8] Whiten, A. *y col.*, *Nature* 399, pp. 682-685, 1999.

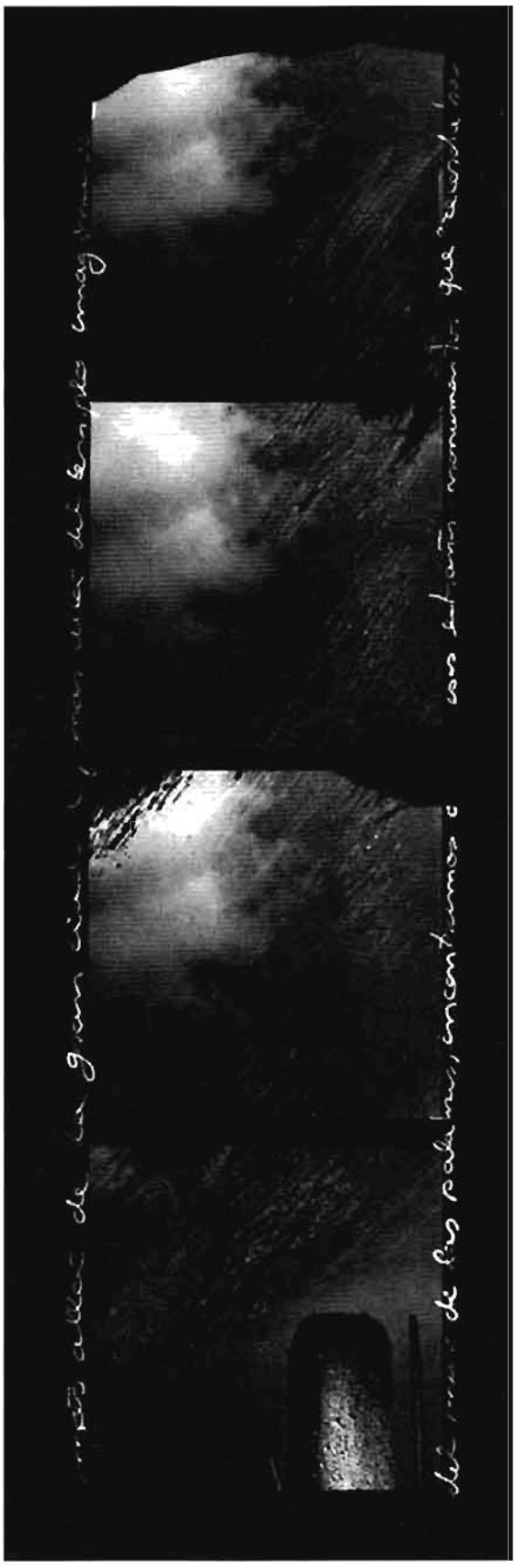
[9] McGrew, W.C. &Tutin, C. E. G., *Man* 13, pp. 243-251, 1978.

[10] De Waal, F. B. M. & Seres, M. *Am. J. Primatol.* 43, pp. 339-346, 1997.

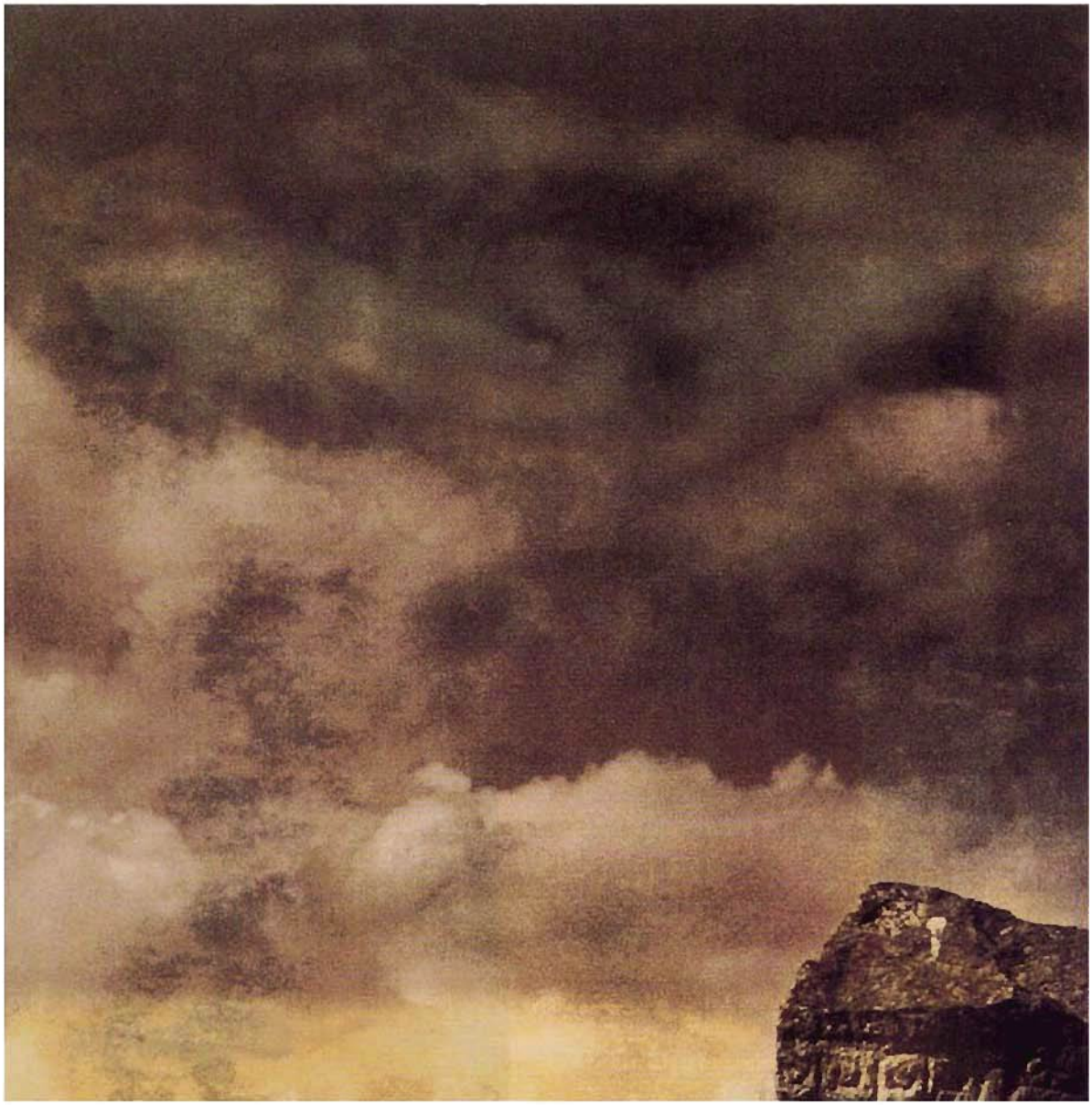
[11] Whiten, A. *J. Comp. Psychol.* 112, pp. 270-281, 1998.

Frans B. M. De Waal trabaja en Living Links, en el Yerkes Regional Primate Research Center y en el Department of Psychology de la Emory University, en Atlanta, Georgia.

Reproducido con permiso de Nature, Vol. 399, pp. 682-685, 1999. Copyright © 1999 McMillan Magazines, Ltd. Traducción de Gertrudis Payás.



© **Gerardo Suter,** *Más allá de la gran ciudad,* de la serie *El archivo fotográfico del profesor Retus*, 1985.



© Gerardo Suter. *En la ciudad del viento*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Retus*, 1985.

Sustratos neurales en la escritura kana y kanji

Rosario **Vega**
Enrique **Soto**

El estudio de la neurofisiología del lenguaje se ha retrasado con respecto al de otras conductas debido a que no existen modelos animales adecuados para su análisis experimental. Lo que se sabía hasta hace algunos años fue resultado de estudios de pacientes que han sufrido alguna lesión. Actualmente el uso de métodos basados en la resonancia magnética nuclear y en la tomografía de emisión de positrones[1] permiten analizar, en sujetos normales, la actividad cerebral relacionada con el lenguaje.

El lenguaje depende de la interacción compleja de diversos procesos: entrada sensorial, integración simbólica, habilidades motoras, patrones sintácticos aprendidos y memoria verbal. En el desarrollo de estos procesos participan diversas estructuras cerebrales. En el siglo pasado se inició el estudio de la neurobiología del lenguaje. Paul Broca, en 1861, fue uno de los primeros en notar que lesiones de ciertas áreas cerebrales se relacionaban con alteraciones del lenguaje. Descubrió la que hoy denominamos área de Broca, que está relacionada con el control motor y la articulación del habla. Esta región se ubica en la parte posterior del lóbulo frontal izquierdo y cuando se daña se producen las afasias motoras, que se caracterizan por la dificultad o imposibilidad del sujeto para expresarse hablando, manteniendo, sin embargo, intactas las capacidades de lectura y escritura (Figura 1). Curiosamente, los sujetos con lesiones exclusivas del área de Broca pueden cantar una melodía sin problemas, lo cual indica que no se trata de una simple parálisis de los músculos que participan en el habla, sino que el daño altera la programación de las secuencias y coordinaciones de movimiento muscular necesarias para ésta. Existe otro tipo de afasias relacionado no con la emisión del lenguaje, sino con su contenido. Éstas fueron estudiadas por Wernicke en 1874,

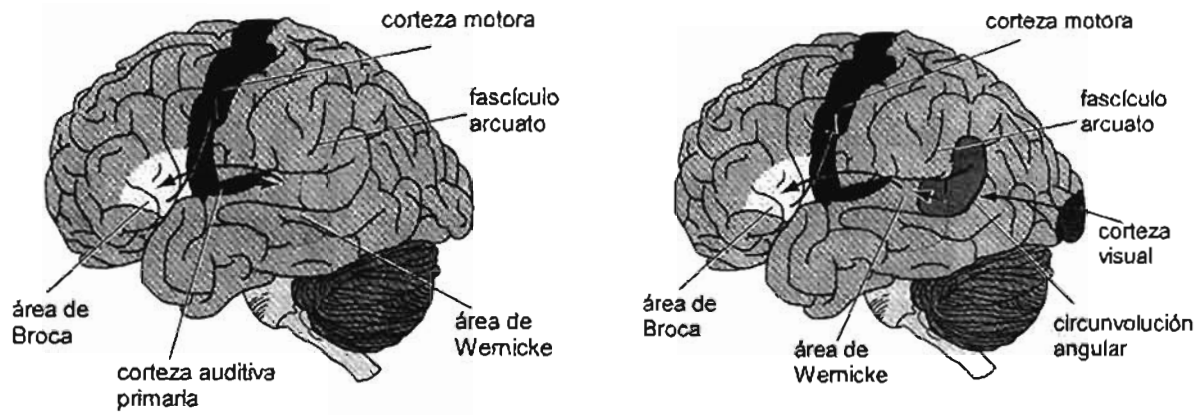


FIGURA 1 Esquema del cerebro humano donde se muestran las áreas de Broca y de Wernicke y el fascículo arcuato que las interconecta. Para hablar, el sentido de lo que decimos es procesado por el área de Wernicke, la cual está interconectada con áreas auditivas y visuales (provenientes de la circunvolución angular y de la circunvolución temporal superior e inferior). Estas interconexiones son esenciales para la comprensión del lenguaje hablado y escrito. La actividad de esta área modifica las correlaciones de actividad en el área de Broca gracias a que están conectadas por el fascículo arcuato. La actividad del área de Broca se relaciona con la expresión del lenguaje hablado. Las conexiones del área de Wernicke con las áreas de asociación auditiva y visual y su interconexión con las áreas premotoras y motoras, participan también en el lenguaje escrito.

quien encontró que, a diferencia de lo descrito por Broca, algunas lesiones cerebrales hacían que los pacientes, quienes podían articular perfectamente, hablaran sin sentido, con constantes cambios de unas palabras por otras, llegando incluso a usar palabras inexistentes. Wernicke encontró que, generalmente, estos pacientes tenían una lesión en el tercio posterior de la circunvolución temporal superior del hemisferio izquierdo, ahora conocida como área de Wernicke (Figura 1). Acertadamente, este investigador consideró que tal área se relaciona con los procesos ideativos y asociaciones auditivas y visuales del lenguaje. El daño a esta región produce una afasia que se acompaña además de alteraciones en la comprensión del lenguaje. Así, a diferencia de los pacientes con lesión en el área de Broca, aquellos que tienen un daño en la de Wernicke son prácticamente incapaces de comprender el sentido de un frase, ya sea que la lean o la escuchen.

Hoy se sabe que estas dos áreas participan junto con otras varias en el proceso del lenguaje. En la escritura, la circunvolución angular es esencial para la asociación visuoauditiva que permite que las palabras escritas adquieran significado al evocar una asociación auditiva en el área de Wernicke (Figura 1). Lesiones de la circunvolución angular alteran la capacidad de comprender el lenguaje escrito sin modificar el habla, la comprensión verbal o la escritura.

Para la escritura participan también áreas ideativas y motoras, aunque en este caso las áreas motoras involucradas son las relacionadas con los circuitos que controlan los movimientos de la mano. Además de las alteraciones del lenguaje, resultan hoy muy interesantes los estudios comparativos que muestran cómo las diferentes áreas pueden, mediante procesos de aprendizaje, modelarse para servir de base a una u otra lengua, sea cual sea su estructura. Así, por ejemplo, en japonés existen dos tipos de escritura: el kana y el kanji. En el primero, la escritura se basa en silabogramas; actualmente consta de alrededor de dos mil símbolos. El kanji tiene una escritura que se basa en morfogramas o ideogramas, y cada uno representa una palabra diferente. Por sus características parece natural pensar que ambos tipos de escritura requieran sustratos neurales completamente diferentes. Diversos reportes en la literatura refieren que lesiones en las regiones parietales o frontales producen agrafia (pérdida de la capacidad de expresarse por la lengua escrita) sin afasia (pérdida de la capacidad de expresarse verbalmente) en sujetos occidentales. En cambio, varios reportes indican que lesiones del lóbulo temporal en su parte inferior y posterior producen agrafia en sujetos orientales (Figura 1). Más aun: se ha observado una disociación entre las escrituras kanji y kana, por lo que una lesión puede producir agrafia de una sin perturbar significativamente a la otra. Las agrafias que afectan preferencialmente el kanji se presentan en pacientes con lesiones cerebrales relacionadas principalmente con la corteza cerebral en la circunvolución posterior inferior del lóbulo temporal; en cambio, las lesiones que afectan la escritura kana se encuentran localizadas preferentemente en la circunvolución angular del lóbulo

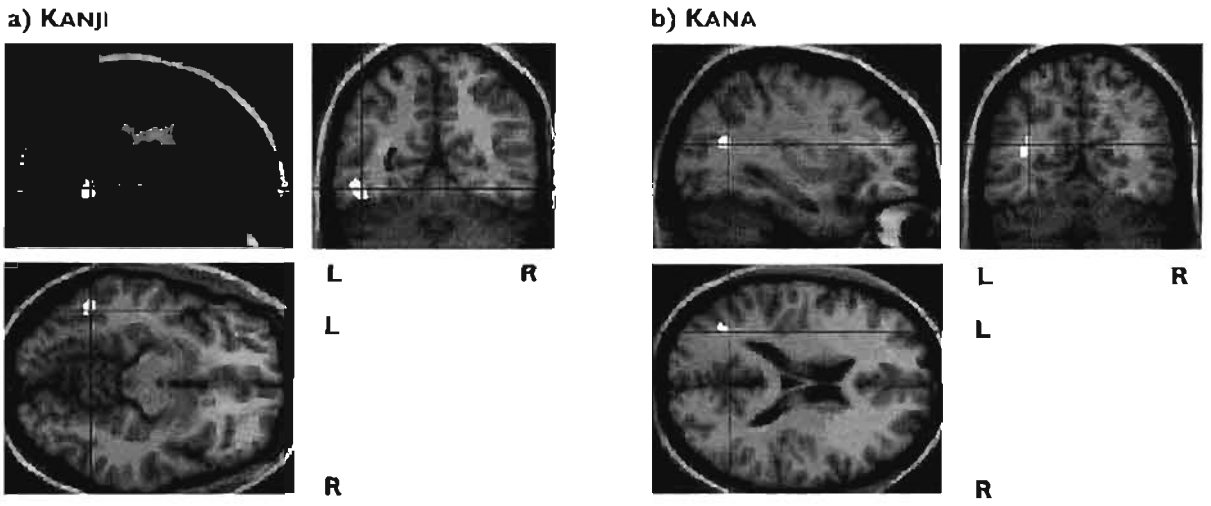


FIGURA 2 Tomografía de emisión de positrones comparando el nivel de activación cortical cuando se imagina escribir una palabra en kanji (a) o en kana (b). Las áreas activadas se muestran en blanco. Las letras L y R indican lado izquierdo y derecho respectivamente. Puede observarse que las áreas que se activan con la tarea lingüística se encuentran en el hemisferio izquierdo. Tomado de Tokunga y cols.[1]

temporal. Las diferencias en el sustrato neural de ambos tipos de escritura son tan significativas que se ha propuesto que existen vías específicas no sólo para la escritura sino también para la lectura de ambos tipos de escritura. La idea es que los procesos mentales para la lectura y la escritura del kanji implican mayormente áreas de asociación visual, con activación de la circunvolución posterior inferior y áreas occipitales cercanas. En tanto para el kana, las áreas que participan, localizadas en la circunvolución angular del lóbulo temporal, implican principalmente asociaciones auditivas y no tanto visuales.

Para definir si es correcta esta hipótesis, un grupo de investigadores en Osaka, Japón,[2] decidió estudiar en sujetos normales cuáles son las áreas corticales que se activan cuando ellos piensan en escribir diversos textos ya sea en kanji o en kana. Para el estudio se usaron sujetos normales sin historia de ningún tipo de enfermedad neurológica o psiquiátrica, y todos ellos diestros. Cada sujeto fue sometido a doce tomografías de emisión de positrones durante un periodo de dos horas, durante el cual escuchó 24 palabras por cada tomografía. Los sujetos fueron instruidos para realizar una de tres acciones posibles: escuchar una palabra y escribirla mentalmente en kanji, en kana o evitar pensar en cómo se escribe la palabra (control basal). En estas condiciones se estudió el flujo sanguíneo cerebral usando la técnica de PET.[1]

Los resultados permitieron demostrar que cuando el sujeto concibe mentalmente una palabra escrita en kanji se produce una importante activación de la circunvolución temporal poster-o-inferior y de la circunvolución frontal media posterior, en tanto que cuando realiza este proceso para la escritura kana la activación cortical se focaliza en la circunvolución angular del lóbulo temporal (Figura 2). En ambos casos se produce además una activación cortical significativa en la circunvolución supramarginal (relacionada probablemente con la atención motora y la preparación para el movimiento) y en la región que rodea el surco precentral (esta última probablemente relacionada con la programación del movimiento necesario para la escritura, aunque los sujetos sólo imaginaban que escribían). En todos los casos la activación cortical se dio esencialmente en el lóbulo izquierdo (dominante en el lenguaje).

Este trabajo demuestra que en los sujetos normales, las regiones corticales que controlan ambos tipos de escritura se encuentran segregadas, lo que explica el hecho de que diferentes lesiones cerebrales puedan producir agrafia selectiva de una de las formas de escritura del japonés. Se piensa que este proceso tiene un correlato en las lenguas indoeuropeas. Se ha postulado que existen dos sistemas de identificación de las palabras: el lexicológico y el fonológico. El primero parece utilizar un sistema de recuperación que implica a la palabra completa, incorporando entonces procesos de asociación fundamentalmente visuales parecidos a los relacionados con el kanji. Alternativamente, el sistema fonológico parece asociado al deletreo de palabras poco familiares e implica procesos asociativos análogos a los utilizados en el kana, de ahí que se propone que estos sistemas pudieran tener sustratos neurales diferentes como sucede con el kanji y el kana. En este sentido, por ejemplo, existe un caso reportado por A. R. Luria de una paciente –probablemente rusa– que era incapaz de seguir la instrucción de escribir una

sola palabra, pero cuando se le solicitaba que escribiera una frase completa, lo hacía sin ningún titubeo.[3]

Contar con dos sistemas de representación para la escritura constituye probablemente sólo un ejemplo de las múltiples estrategias mediante las cuales un sistema neural puede resolver un mismo problema. El hecho de que diversas áreas puedan participar en un mismo proceso, pero con mecanismos de operación –representación– completamente diferentes, podría estar en la base de muchos fenómenos adaptativos complejos que, entre otros más, confieren al sistema nervioso su flexibilidad y le permiten adaptarse en condiciones normales y patológicas. Es factible pensar entonces que un infante japonés que sufra daño cerebral en una de las áreas descritas, podría tener una estrategia cognoscitiva que le permita hacer uso de la otra área, con lo que le sería fácil optar por escribir en kanji o en kana según el tipo de lesión, haciendo pasar prácticamente inadvertido el daño cerebral.

Cabe anotar que la manera en que hasta ahora hemos encarado los procesos neurales relacionados con el lenguaje ha estado fuertemente influida por la visión localizacionista que, podríamos decir, comenzó con los trabajos de Broca. Sin embargo, diversas evidencias sugieren que esta forma de entender el asunto no necesariamente da cuenta cabal de diversos procesos cognitivos relacionados con el lenguaje. Hoy se tiende más a una visión relacionada con los mecanismos y procesos que subyacen al lenguaje, que a simplemente identificar áreas cerebrales con tareas lingüísticas específicas. Sobre todo, la concepción localizacionista no permite entender aspectos más finos de los desórdenes del lenguaje, como por ejemplo los casos de lesiones en que el sujeto tiene un déficit para identificar el significado de palabras relativas a ciertas categorías conceptuales; el ejemplo más conocido de ello es la pérdida de la capacidad para identificar palabras relacionadas con objetos inanimados, en tanto que aquellas relativas a lo animado pueden identificarse sin problema.[4] Éste y otros muchos ejemplos indican que en los procesos lingüísticos participan múltiples circuitos neurales, cuya complejidad radica justamente en su interconexión con otras redes y que, por ello, difícilmente pueden concebirse como áreas cerebrales específicas. Más que hablar de habilidades lingüísticas (comprensión, producción, lectura, escritura, repetición, etcétera), cada una relacionada con una área cerebral, se habla hoy de los procesos que se ponen en juego en una tarea. Así, algo tan simple como leer en voz alta, implica una serie de procesos

visuales, grafémico, léxico-ortográfico, semántico, léxico-fonológico, fonológico y finalmente motor. Un daño a cualquiera de los componentes del sistema produce un déficit en la ejecución de la tarea. Por esta razón conviene orientar el estudio de los pacientes con daño lingüístico a identificar con precisión las alteraciones puntuales en la generación y comprensión del lenguaje, alteraciones que pudieran contribuir a comprender los mecanismos de categorización y representación lingüística.

N O T A S

[1] Tomografía de emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), es una técnica utilizada para obtener imágenes de los tejidos corporales. La PET requiere un ciclotrón como fuente de positrones de vida media corta emitidos por isótopos. Los isótopos se inyectan al paciente junto con un compuesto relacionado con la glucosa, y los positrones chocan con los positrones en los tejidos corporales para producir fotones. Los fotones son detectados por un contador de centelleo y la información es procesada por una computadora que proporciona imágenes y datos sobre el flujo sanguíneo y los procesos metabólicos de los tejidos observados.

El positrón es una partícula elemental de antimateria con una masa y una carga eléctrica positiva iguales en magnitud a las del electrón. Los pares electron-positrón pueden formarse cuando rayos gamma de energías superiores a un millón de electronvoltios colisionan con partículas de materia. La existencia del positrón fue postulada por P. A. M. Dirac, en 1928, como consecuencia de la teoría de mecánica cuántica sobre el movimiento de los electrones.

[2] Hiromasa Tokunaga, Takashi Nishikawa, Yoshitaka Ikejiri, Yoshitsugu Nakagawa, Fumihiko Yasuno, Kazuo Hashikawa, Tsunehiko Nishimura, Yoshiro Sugita u Masatoshi Takeda. Differential neural substrates for Kanji and Kana writing: a PET study. *NeuroReport* 10. pp. 3315-3319, 1999.

[3] A.R. Luria, The functional organization of the brain. *Progress in psicobiology.* Ed. R.F. Thompson, W.H. Freeman, pp. 375-382, San Francisco, CA. 1977.

[4] Caramazza, A., Brain and Language. *Conversations in the cognitive neurosciences.* Gazzaniga, M.S. (editor), pp. 131-151, MIT press, MA. 1997.

Bases moleculares del envejecimiento

Eduardo
González Jiménez

Gerardo Suter, *Desde la tierra del día y la noche 8*, 1986.

El ciclo de la vida después del nacimiento es el desarrollo del individuo hasta ciertos niveles, posteriormente viene una declinación que culmina con la muerte. A este periodo de declinación se le llama envejecimiento. Pero, ¿qué es realmente el envejecimiento? ¿Es una fase programada de la diferenciación celular, es decir un desarrollo normal que culminará en la muerte del organismo?, o bien, ¿la manifestación progresiva del deterioro de los procesos fisiológicos fundamentales es debida a factores aún poco definidos pero que pueden evitarse? En lo que sí coinciden las dos teorías es en el hecho de que el envejecimiento tiene que ver con procesos que suceden en el nivel celular. Para entender este proceso es indispensable la comprensión de las bases moleculares que llevan al deceso de las células.

Cada célula cuenta con un sistema complejo para reproducirse y construir las moléculas que le permitirán desarrollarse. La información y la maquinaria para lograr lo anterior se encuentra en los ácidos nucleicos y en las proteínas.

En las células, los ácidos nucleicos comparten un ambiente que contiene numerosas moléculas inorgánicas, agua y una gran variedad de especies moleculares, potencialmente reactivas, que pueden existir como moléculas excitadas, iones o radicales libres. Estas especies son posteriormente convertidas en productos químicamente estables por reacciones subsecuentes.

Hace cuarenta y tres años, Harmon sugirió que los radicales libres podrían participar en los procesos del envejecimiento (Harmon, 1956). La teoría de los radicales libres es la respuesta a las interrogantes enunciadas al principio sobre el envejecimiento. Sobre todo después de que las evidencias experimentales se multiplican para confirmar que los radicales libres dañan la función celular y que están relacionados con las enfermedades asociadas con la edad como aterosclerosis, artritis, distrofia muscular, cataratas, disfunción pulmonar, varios desórdenes neurológicos, declinación del sistema inmune e incluso el cáncer (Stadtman, 1992; Shigenoga y cols., 1994).

En el presente, la teoría de los radicales libres ha sido ampliamente aceptada y forma parte de las bases de numerosas hipótesis para explicar cómo estas substancias participan en la mutagénesis, cancerogénesis y en el envejecimiento.

LOS RADICALES LIBRES, UN ENEMIGO INTERNO

Los radicales libres son átomos o moléculas con uno o más electrones sin neutralizar, por lo tanto tienen una tendencia a ceder o aceptar electrones lo cual los hace extremadamente reactivos. Los radicales libres dirigen su poder mutagénico a los ácidos nucleicos, proteínas y lípidos causando lesiones que, en la mayoría de los casos, son reparadas mediante una compleja maquinaria de la cual aún sabemos poco. Nuestro interés en este momento está puesto en uno de los ácidos nucleicos: el ácido desoxirribonucleico (ADN). En esta molécula se encuentra codificada la información genética y las instrucciones para guiar el desarrollo del organismo. El ADN es una molécula relativamente pequeña pero la información guardada sería suficiente para llenar una enciclopedia de mil volúmenes. El alfabeto en el cual se codifica la información de la herencia está escrito con cuatro letras que forman las cuatro bases normales del ADN, dos purinas: adenina A, guanina G y dos pirimidinas: citosina C, timina T. Las bases forman sólo dos pares complementarios que se encuentran en la doble hélice del ADN: A con T y G con C, los pares de Watson y Crick. Un par alterno corresponde a un error o lesión. Si esta lesión se mantiene, en la próxima replicación da por resultado una mutación puntual que puede alterar el desarrollo del organismo, incluso ocasionarle la muerte.

Los radicales libres atacan al ADN y producen una variedad de lesiones que ocasionan la modificación de las bases,

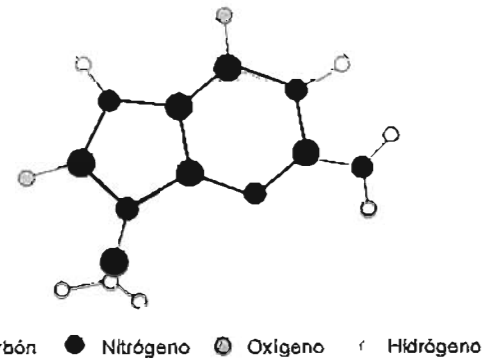


FIGURA 1 La base modificada 8-oxoguanina. La diferencia con la guanina normal es el átomo de oxígeno en la posición 8 del anillo imidazol de la guanina.

el rompimiento o el cruzamiento de las cadenas. El ataque por especies de oxígeno reactivo es la mayor fuente de lesiones espontáneas del ADN.

Existen varias fuentes generadoras de radicales de oxígeno extra e intracelulares. Una corresponde a la exposición de ADN celular a oxidantes ambientales como agentes químicos cancerígenos y radiación ultravioleta e ionizante. Pero la mayor fuente intracelular de radicales de oxígeno está asociada con la reducción de oxígeno y la formación de agua durante la respiración mitocondrial (la respiración celular). Las especies de oxígeno reactivo son producidas continuamente en una alta proporción como resultado del metabolismo aeróbico. Es decir, nuestro propio organismo crea las condiciones que contribuirán al declinamiento de las funciones vitales. En nosotros reside un enemigo interno que conspira para nuestra muerte y que se hace más patente con la edad.

Dentro de los oxidantes se encuentran: superóxido ($O_2^{\cdot}$), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), oxígeno aislado O_2 y radicales hidroxilo (OH). Los radicales hidroxilo son originados principalmente durante la reducción química y enzimática de moléculas de oxígeno en la célula.

La principal lesión causada por los oxidantes es la transformación de las bases normales de Watson-Crick en bases modificadas. Hoy en día han sido identificados más de veinte productos resultantes de las lesiones causadas por radicales de oxígeno, entre ellos podemos mencionar: 8-oxoadenina, 8-oxoguanina (OG), 4,6-diamino-5-formamidopirimidina (Fapy Ade), 2,6-diamino-4-hidroxi-5-formamidopirimidina (Fapy Gua), 5-hidroxicitosina, 5-hidroxiuracil y Timina glicol.

La más abundante e importante desde el punto de vista biológico es la lesión oxidativa del producto OG. Éste fue descubierto, en 1984, como factor mutagénico (Kasai y Nishimura, 1984). Hasta hoy no son pocos los artículos referentes a esta

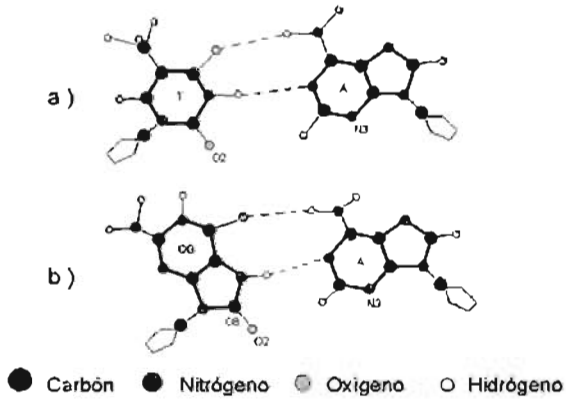


FIGURA 2 El par de Watson-Crick, Timina-Adenina (arriba) y el par de bases 8-oxoguanina(*syn*)-Adenina (abajo). Las líneas punteadas indican los enlaces de hidrógeno, los pentágonos son la desoxirribosa. Observe la similaridad de los átomos de oxígeno con posiciones 2 en timina y 8 en OG. N3 es el átomo de nitrógeno en la posición 3. Estos átomos son capaces de interaccionar con las proteínas de reconocimiento.

base modificada y sus implicaciones biológicas, pero aún falta mucho para entender completamente los mecanismos átomo-moleculares mediante los cuales actúa la base OG y, en general, los radicales libres, para producir mutaciones puntuales. Investigaciones recientes han determinado que ocurre un incremento del nivel de OG en el ADN de hígado de ratón al ser expuesto a radiación γ, asimismo en células HeLa, debido a radiación X, y en Salmonella typhimurium al ser tratada con H_2O_2, etcétera.

Un cálculo de la producción *in vivo* de las bases modificadas por los radicales libres de oxígeno ha dado como resultado un número de 10^4 modificaciones de las bases por célula por día. Es factible que una fracción finita de tal cantidad masiva de daños pueda escapar de ser reparada por los más complicados mecanismos de reparación de la célula y que la acumulación de daños no reparados contribuya a la pérdida de las funciones fisiológicas relacionada con la edad.

LA MODIFICACIÓN OG Y LAS MUTACIONES

En la doble hélice del ADN, la guanina unida al azúcar desoxirribosa (nucleósidos) es atacada por radicales hidroxilo o por los oxígenos libres en la posición 8 de la guanina. Uno de cada 10^5 residuos de guanina en el ADN celular humano es oxidado en esta posición. El ataque de los radicales de oxígeno en la guanina crea la 8-oxoguanina (véase Figura 1).

El potencial mutagénico de la 8-oxoguanina se refleja en las propiedades de esta base, al provocar una lectura errada del código genético. Al ocurrir una lesión y formarse la OG dentro del ADN, esta base modificada permanece en el par de Watson y Crick con una citosina opuesta a ella, OG:C.

La introducción del átomo de oxígeno en la posición 8 (O8) de la OG, altera las propiedades electrónicas de la OG dotándola de la capacidad para aparearse con otras bases además de la citosina. Por un lado, la presencia de un átomo O8 hace que los nucleósidos de la oxoguanosina adopten una conformación en solución preferentemente *syn* [1] (diferente a la conformación *anti* que se observa en la doble hélice), debido a que la presencia del oxígeno en la posición 8 produce una desfavorable interacción estérica y electrostática entre O8 y el anillo de la desoxirribosa, incrementando, entonces, la posibilidad del apareamiento purina-purina, como son los pares OG(syn):A y OG(syn):G.

La inclusión de estos pares incorrectos en la cadena de ADN durante la biosíntesis de los ácidos nucleicos permite que los pares de nucleótidos que contienen OG se transformen de la siguiente manera:

G:C -> OG:C -> OG:A -> T:A
C:G -> C:OG -> A:OG -> A:T

En este esquema vemos una transversión de G -> T y la transversión A -> C. Las mutaciones de este tipo han sido detectadas en investigaciones *in vivo* (Cheng y cols., 1992).

Pero existe una gran variedad de enzimas que actúan para reparar los daños del ADN, protegiendo a las células del potencial mutagénico y de los efectos letales del daño oxidativo. La parte fundamental de la fidelidad de la síntesis de los ácidos nucleicos es el reconocimiento de la complementaridad de los pares por las enzimas reparadoras. La existencia de estas enzimas reparadoras de los daños de OG fue postulada en 1986 en experimentos con ratones irradiados con rayos gamma, en los que se observó que después de un tiempo desaparecía la OG. Una de estas enzimas reparadoras es la 8-oxoguanina DNA glicosilasa (OG glicosilasa). La OG glicosilasa remueve específicamente del dúplex de ADN el nucleósido OG opuesto a las bases C, G, o T; el opuesto a A es relativamente más resistente de remover. Pero para remover la lesión, ésta debe ser identificada previamente. ¿Qué mecanismo se utiliza para tal reconocimiento? Una respuesta a esta pregunta tiene que ver con la interacción entre los átomos N3 (átomo de nitrógeno en la posición 3) de las bases purinas y O2 (átomo de oxígeno en la posición 2) de las pirimidinas (ver Figura 2a) con las enzimas de reconocimiento. Por esta razón estos

© Gerardo Suter, *Tzompantli*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Reus*, 1985

átomos juegan el papel de una matriz adicional tomando parte en la selección de los nucleótidos (González y cols., 1999). En el par OG:A, el arreglo de los átomos O8 de OG y N3 de adenina tendrá una disposición similar a la de los átomos O2 de la pirimidina y N3 de la purina en el par de Watson y Crick (véase Figura 2b). Este hecho permite una interacción efectiva con sitios de reconocimiento de la polimerasa, por lo tanto puede ser engañada y no reparar el daño, permitiendo una mutación en la segunda replicación.

El lapso de vida de un organismo parece estar inversamente correlacionado con su tasa metabólica y por consiguiente con la tasa del daño oxidativo. Restricciones calóricas pueden ser usadas para prolongar el lapso de vida en ratas y ratones y decrecer la frecuencia de aparición de cáncer, el cual se incrementa dramáticamente con la edad. Todas estas observaciones son consistentes con la proposición de una gradual acumulación de las alteraciones genéticas perjudiciales debidas al daño oxidante. La acumulación de daños incluye el aumento de una pobre reparación de las lesiones del ADN, efecto que se acentúa notoriamente con la edad, hasta llegar a la dramática confirmación del cese de las funciones vitales. ¿Es el envejecimiento un proceso evitable? ¿Detener el declinamiento fisiológico equivale a evitar la muerte? Hoy empezamos a entender los mecanismos átomo-moleculares que generan las mutaciones puntuales. Comprender los procesos relacionados con el daño oxidativo es de importancia fundamental para evitar el envejecimiento, si no para evitar la muerte, sí por lo menos para prolongar la vida del individuo.

BIBLIOGRAFÍA

Cheng K.C., Cahill D.S., Kasai H., Nishimura S., Loeb L.A., 8-Hydroxyguanine, an abundant form of oxidative DNA damage, causes GAND A*C substitutions J. Biol. Chem. 267, pp. 166-172, 1992.

Harmon D., J. Gerontol. 11, pp. 298-304, 1956.

Kasai H. y Nishimura S. Hydroxylation of deoxyguanosine at the C-8 position by ascorbic acid and other reducing agents. *Nucleic Acids Res.* 12, pp. 2137-2145, 1984.

Shigenaga M.K., Hagen T.M., Ames B.N. Oxidative damage and mitochondrial decay in aging, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 91, pp. 10771-10778, 1994.

Stadtman E.R., Protein oxidation and aging, *Science* 257, pp. 1220-1224, 1992.

González-Jiménez E., Castro-Valdez I., López-Apresa E., Filippov S.V., Tepuchin A.V., Potev V.I., Computer study of the role of hydration in the accuracy of nucleic acid biosynthesis, *J. Mol. Struct. (Teochem)* 493, pp. 301-308, 1999.

NOTA

* La conformación normal de las bases en la doble hélice respecto a la desoxirribosa (azúcar) es la conformación *anti*; la conformación *syn* se forma cuando la base rota aproximadamente 180° respecto al azúcar.

Eduardo González Jiménez es investigador de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Puebla.

Ondas gravitacionales

Gerardo F.
Torres del Castillo

Una de las predicciones de la teoría general de la relatividad (también llamada teoría einsteiniana de la gravitación), que no ha sido confirmada aún en forma directa, es la existencia de ondas gravitacionales. La gravitación es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza y, a diferencia de las otras tres fuerzas fundamentales (la electromagnética, la débil y la fuerte), tiene un carácter universal; es decir, afecta a toda la materia. La gravitación es la interacción más importante a gran escala y determina la estructura del universo; en cambio, a nivel microscópico, su presencia es prácticamente despreciable.

La primera teoría (en el sentido actual del término) acerca de la gravitación fue la teoría de Newton, la cual permite explicar en forma bastante precisa los movimientos planetarios (aunque no siempre se consideró así; durante los siglos XVII y XVIII parecía que la teoría de Newton no era capaz de reproducir los movimientos de Júpiter y Saturno, hasta que Laplace demostró que ello se debía al método de cálculo empleado). De acuerdo con la teoría de la gravitación de Newton, la interacción gravitacional se propaga instantáneamente, es decir, con una velocidad infinita. Este hecho hace incompatible la teoría gravitacional de Newton con la teoría especial de la relatividad (esta-

blecida en su forma actual por Einstein en 1905), ya que esta última (confirmada ampliamente en forma experimental), entre otras cosas, no permite señales o interacciones que se propaguen más rápidamente que la luz. La incompatibilidad mencionada tuvo como consecuencia que en las primeras décadas de este siglo se buscara una nueva teoría de la gravitación acorde con los resultados de la teoría especial de la relatividad. Así, en 1915, guiado por el llamado principio de equivalencia (que en su forma débil corresponde al hecho, ya conocido por Galileo y Newton, de que la aceleración producida por el campo gravitacional en un punto del espacio sobre cualquier cuerpo colocado allí, no depende de las características de éste) y el formalismo de la geometría diferencial, Einstein obtuvo una teoría para el campo gravitacional que, en el caso de campos débiles y cuerpos con velocidades mucho menores que la de la luz, lleva prácticamente a los mismos resultados que la teoría de Newton. Mientras que en la teoría de Newton, al igual que en la física clásica, se supone que el espacio y el tiempo son absolutos e independientes entre sí, en la teoría de Einstein el espacio y el tiempo forman una sola entidad cuyas características dependen de la materia presente y el campo gravitacional corresponde a la curvatura del espacio-tiempo.

Aparte de la profunda diferencia conceptual entre las teorías de la gravitación de Newton y de Einstein, la teoría de Einstein predice diversos efectos que no se pueden derivar de la teoría de Newton. Varios de estos efectos han sido

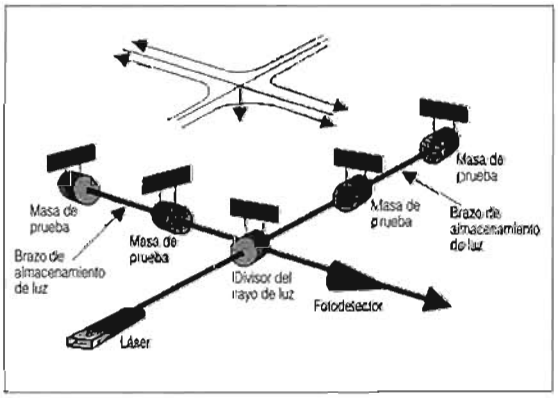


FIGURA 1 Los detectores de ondas gravitacionales LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*) son interferómetros de brazos iguales en los que un haz de láser se refleja en espejos colgantes que sirven como masas de prueba. Una onda gravitacional incidente comprime un brazo del interferómetro al tiempo que estira el otro, produciendo una diferencia en los tiempos de viaje del haz de luz en los dos brazos. Esta diferencia se registra en el patrón de interferencia que se forma al recombinar los haces en el fotodetector. Los brazos tienen una longitud de cuatro kilómetros.

confirmados experimentalmente y, a pesar de que se han propuesto otras teorías posteriores a la de Einstein, esta es la teoría (no cuántica) más satisfactoria con la que se cuenta hasta ahora.

En la teoría de la gravitación de Newton, la órbita de un planeta debe ser una elipse con una orientación fija en el espacio; en cambio, en la teoría de Einstein, dicha órbita es una curva más complicada, similar a una elipse cuyos ejes rotan en el mismo sentido que el planeta. Para los planetas del sistema solar esta precesión de los ejes es pequeñísima y es más notoria en el caso de Mercurio. Ya desde mediados del siglo pasado se conocía la precesión de la órbita de Mercurio y de las dificultades de la teoría de Newton para explicarla. El cálculo basado en la teoría general de la relatividad concuerda bastante bien con las mediciones.

Otro efecto que, a pesar de su pequeñez, ha sido verificado satisfactoriamente es la desviación de los rayos de luz por un campo gravitacional. Las teorías de la gravitación de Newton y de Einstein establecen que un rayo de luz que pase, por ejemplo, cerca del Sol, se desvíe un poco de una trayectoria rectilínea, pero de la teoría de Einstein se obtiene un ángulo de desviación que es el doble del predicho por la teoría de Newton. La primera medición de esta desviación se realizó durante el eclipse de Sol ocurrido en mayo de 1919 y, después de esta confirmación de la teoría general de la relatividad, Einstein comenzó a ser conocido mundialmente de tal manera que, incluso ahora, es considerado por la gente no relacionada con el estudio de la física como el principal ejemplo de un científico o como el máximo exponente de la genialidad (un fenómeno similar, más actual, que también ilustra lo que puede lograr la publicidad, es la imagen que mucha gente tiene de Stephen Hawking).

Una predicción de la teoría general de la relatividad, que la distingue de la teoría de la gravitación de Newton, es la existencia de ondas gravitacionales. A diferencia de la teoría de Newton, la teoría de Einstein supone que la interacción gravitacional, manifestada por la curvatura del espacio-tiempo, se propaga no con una velocidad infinita, sino con la velocidad de la luz. Un cuerpo o conjunto de cuerpos en movimiento puede generar un campo gravitacional variable que, de acuerdo con la teoría, se propaga como ondas similares a las ondas electromagnéticas. De hecho, al considerar la teoría general de la relatividad en la aproximación lineal (es decir, despreciando en las ecuaciones para el campo

gravitacional algunas contribuciones supuestamente pequeñas, de tal manera que las ecuaciones resultantes puedan tratarse más fácilmente) se halla que las ondas gravitacionales deben tener varias propiedades en común con las ondas electromagnéticas, por ejemplo, presentan dos tipos de polarización y llevan impulso y energía.

Los primeros intentos hechos para detectar ondas gravitacionales (las cuales deben estarse produciendo continuamente por la explosión de estrellas o, simplemente, por el movimiento orbital de cuerpos con gran masa) fueron realizados alrededor de 1965 por Joseph Weber. El detector diseñado por Weber consiste en un cilindro sólido de medio metro de diámetro, y uno o dos metros de largo. La idea básica es que al llegar una onda gravitacional al cilindro, en éste se produzcan oscilaciones que puedan ser detectadas convirtiendo las vibraciones en señales eléctricas. Al estimar la intensidad de las ondas gravitacionales producidas por los fenómenos astronómicos conocidos, se encuentra que, debido a las grandes distancias involucradas y a la pequeñez de la constante de gravitación universal, la cual determina el acoplamiento de la materia con el campo gravitacional, estas ondas deben producir en el detector movimientos extremadamente pequeños, del orden del tamaño del núcleo atómico, por lo que su detección resulta muy difícil. A pesar de que Weber ha reportado la detección de ondas gravitacionales mediante sus instrumentos, otros grupos de experimentadores no han podido reproducir sus resultados.

Tratando de mejorar la sensibilidad, existe actualmente otra clase de detectores en operación o en construcción en diversos lugares del mundo, cuyo funcionamiento está basado en la medición óptica de las variaciones que debe producir una onda gravitacional en la separación entre varios cuerpos que forman parte del detector. Puesto que una onda gravitacional corresponde a ondulaciones del espacio-tiempo, al pasar una de estas ondas por donde haya un conjunto de cuerpos separados entre sí, hará que las distancias entre ellos varíen y, puesto que estos desplazamientos son muy pequeños, una técnica experimental adecuada para medirlos es la interferometría óptica. Haciendo, por ejemplo, que un haz de láser rebote entre espejos distantes, las variaciones de la separación entre los espejos producidas por una onda gravitacional producirían cambios en el patrón de interferencia del haz que sirven para detectar el paso de la onda. El interferómetro del INFN de Pisa, junto con la Universidad de París en Orsay, que es uno de los más grandes, tiene una longitud de tres kilómetros.

Uno de los problemas comunes en los detectores situados en la Tierra es que las oscilaciones producidas por una onda gravitacional son muy débiles, por lo que los detectores deben aislarse adecuadamente para no confundir el efecto de una onda gravitacional con alguna vibración producida de otra forma. Una manera de resolver este problema es situar los espejos del interferómetro lejos del suelo, por ejemplo, a bordo de satélites en órbita alrededor de la Tierra e incluso en órbita alrededor del Sol. Se han propuesto varios detectores de este tipo, los cuales servirían también para realizar otros experimentos.

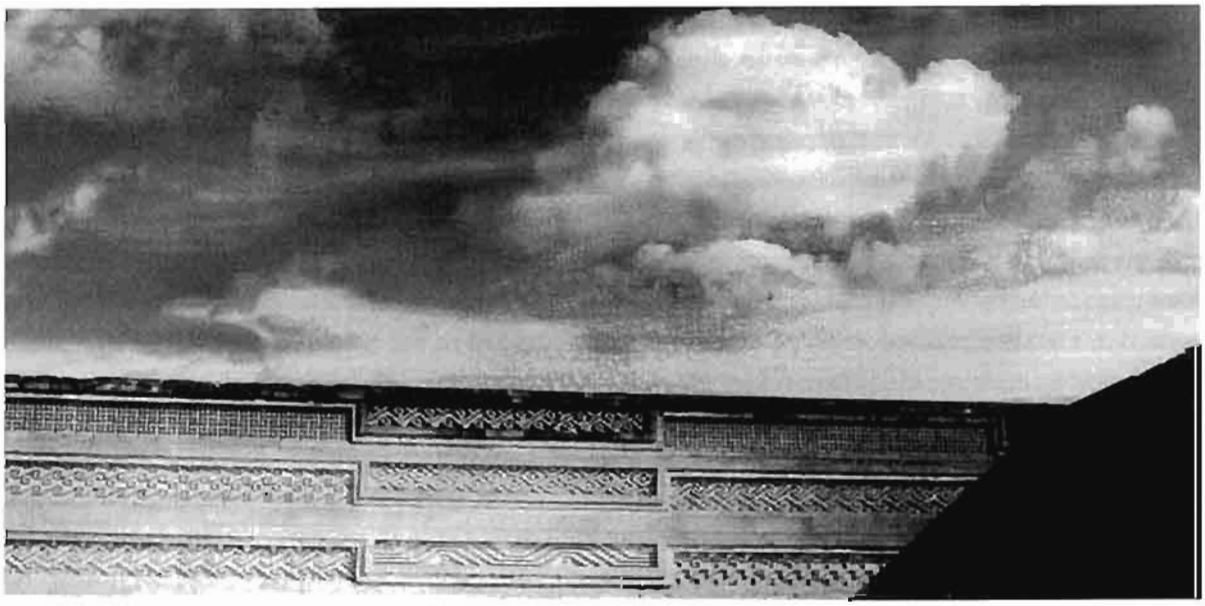
Aun cuando la predicción que hace la teoría general de la relatividad acerca de las ondas gravitacionales no se ha confirmado directamente todavía, existe evidencia indirecta de que esta predicción de la teoría también es correcta. En 1974 se descubrió mediante el radiotelescopio de Arecibo (Puerto Rico) un par de cuerpos muy compactos, probablemente un par de estrellas de neutrones, que giran alrededor de su centro de gravedad común separadas por una distancia relativamente pequeña, de tal manera que su periodo orbital es de 7.751939337 horas. La razón por la que esta "estrella doble" fue descubierta es que uno de los cuerpos que lo forman es un pulsar, esto es, un objeto del cual recibimos radiación electromagnética en forma de pulsos con una notable periodicidad. De acuerdo con la teoría general de la relatividad, un sistema así debe estar emitiendo ondas gravitacionales que llevan parte de su energía y, puesto que se ha logrado determinar en forma muy precisa la órbita que siguen sus componentes, se puede calcular la energía que se debe estar perdiendo por la radiación. Esta pérdida de energía se traduce en un aumento gradual del periodo orbital y los datos acumulados en más de veinte años de observación de este sistema, conocido como PSR 1913+16, muestran que, en efecto, dicho periodo ha variado en una cantidad que coincide con lo predicho por la teoría en una parte en $10,^{14}$ es decir, una parte en cien millones de millones, lo que significa una concordancia superior a la obtenida en cualquier otra área de la física o de la ciencia. Otro ejemplo de la precisión que se puede alcanzar mediante las teorías físicas (y, particularmente, mediante los experimentos) lo da la electrodinámica cuántica (que proviene de la combinación de la mecánica cuántica y de la relatividad especial); el cálculo del momento magnético del electrón basado en la electrodinámica cuántica coincide con el

valor determinado experimentalmente en una parte en 10^{11} es decir, una parte en cien mil millones.

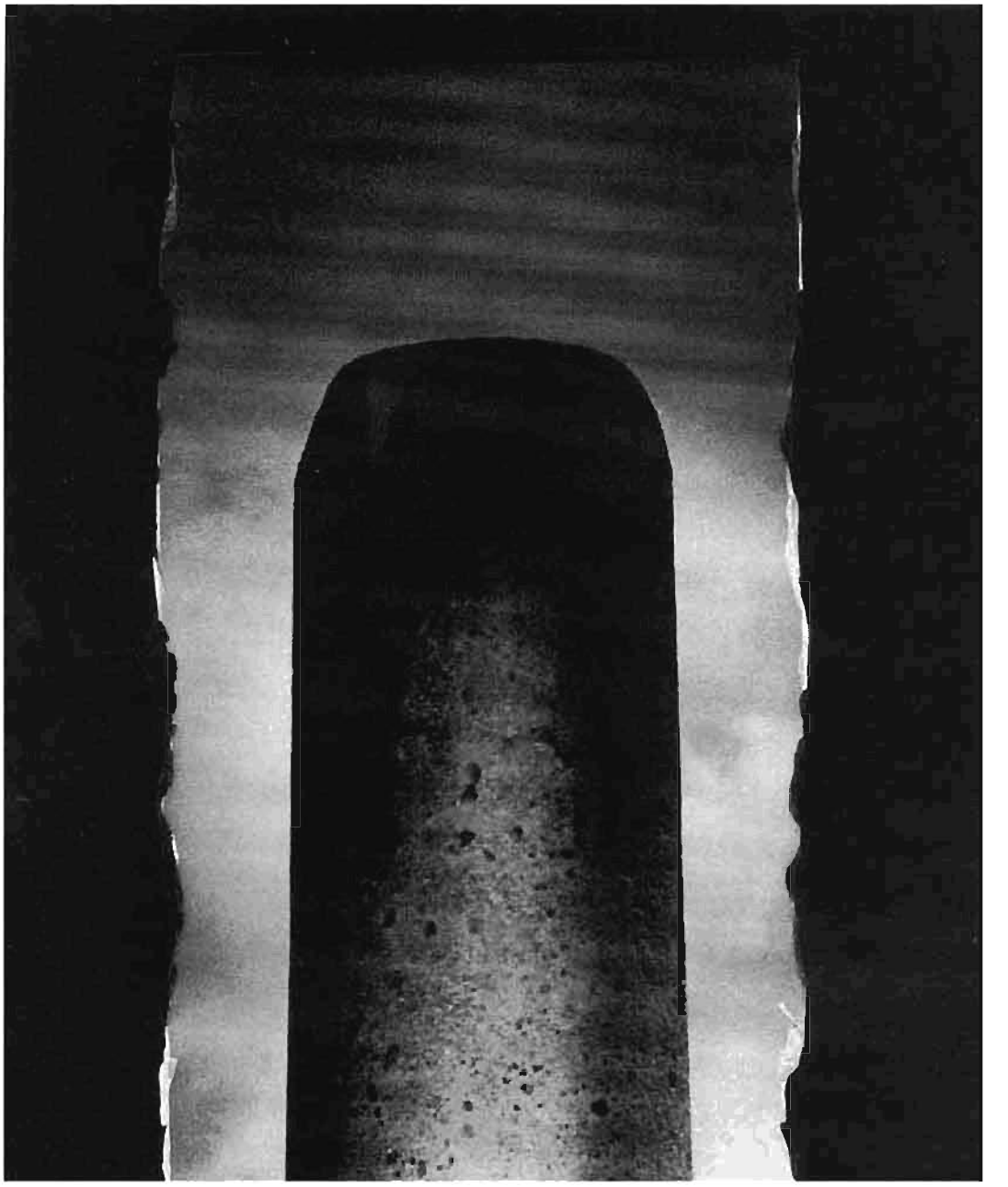
La detección de las ondas gravitacionales en forma directa no sólo constituiría una esperada confirmación de la teoría de Einstein, sino que proporcionaría una nueva "ventana" para observar el universo. La experiencia obtenida hasta ahora muestra que al ampliar los métodos de observación, se descubren múltiples detalles que revelan la estructura e historia del universo. Las primeras observaciones astronómicas, que en la Antigüedad se hacían a simple vista, fueron mejoradas con el desarrollo del telescopio, el cual es capaz de captar mucha más luz que la que recibe el ojo humano. El uso de la fotografía, primero, y de los detectores electrónicos actuales, ha incrementado enormemente la capacidad de recolectar la luz procedente de las estrellas y de otros objetos, permitiendo así conocer cada vez más la composición y distribución de los cuerpos celestes. La detección de las ondas de radio, los rayos X, la radiación infrarroja y la ultravioleta procedente de diversos lugares del universo ha incrementado las posibilidades de conocer cómo es y cómo funciona el mismo, ya que algunas de estas formas de radiación son capaces de atravesar regiones que son opacas a la luz visible o, directamente, la producción de estas otras formas de radiación electromagnética revela por sí la ocurrencia de procesos desconocidos previamente. Por ejemplo, los pulsares fueron descubiertos por medio de la radioastronomía, mientras que algunos objetos que posiblemente sean agujeros negros han sido identificados por la emisión de rayos X. Es de esperarse que la detección de la radiación gravitacional agregue una forma complementaria de obtener información sobre el universo y, posiblemente, lleve al descubrimiento de fenómenos astronómicos no revelados por los métodos de observación disponibles actualmente.

A pesar de la importancia de la teoría gravitacional de Einstein, de la misma forma como la incompatibilidad de la teoría de la gravitación de Newton con la relatividad especial llevó a la búsqueda de una nueva teoría de la gravitación que la reemplazara, desde los años veinte se ha buscado una teoría de la gravitación que tome en cuenta la naturaleza cuántica de la materia y que sustituya la teoría de la gravitación de Einstein. Particularmente en los últimos años se han logrado varios progresos en diferentes enfoques a este problema, pero la búsqueda ha resultado más larga que la que condujo a Einstein a formular su teoría, que sigue siendo un ejemplo de los logros del intelecto humano.

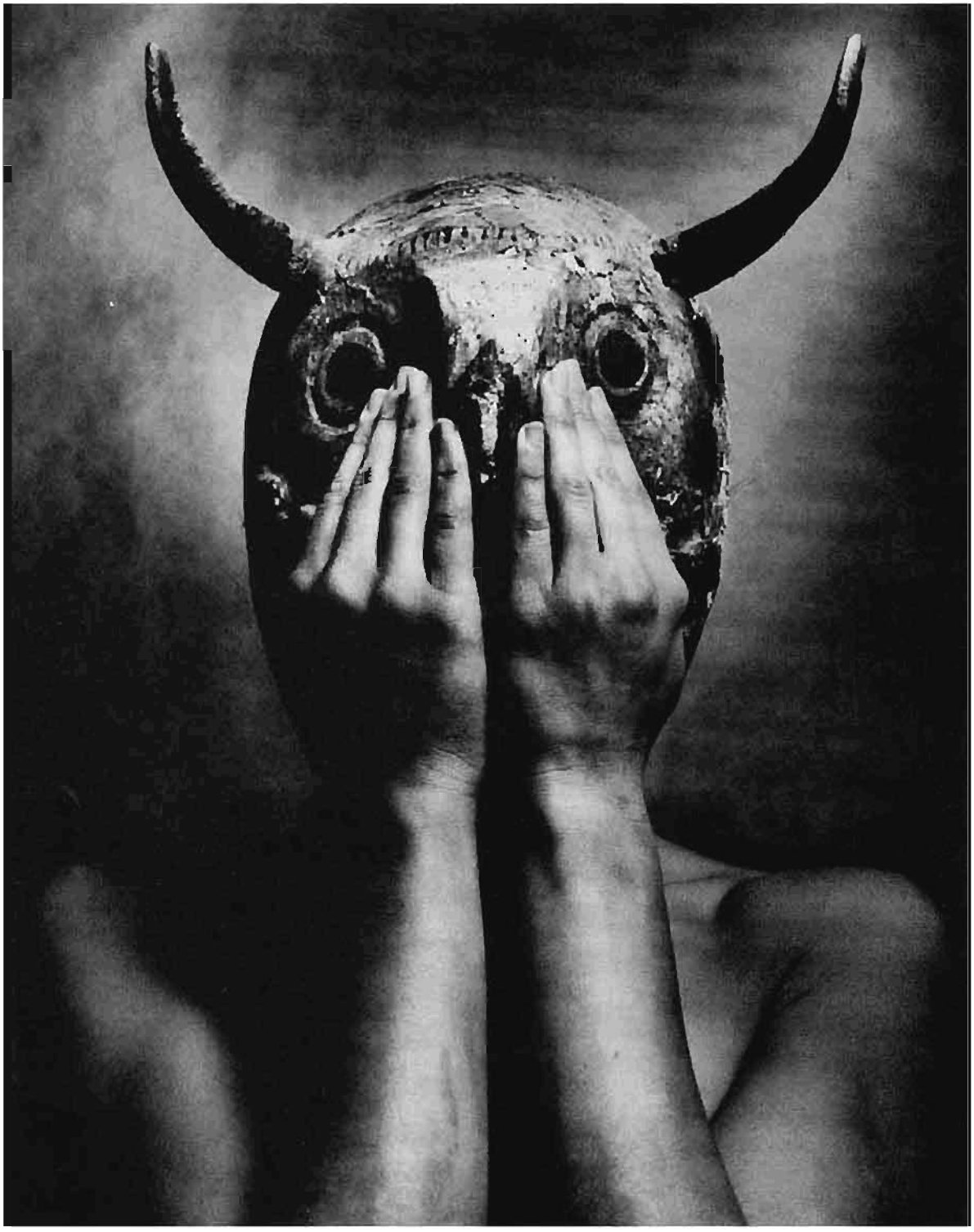
Gerardo F. Torres del Castillo es investigador del Departamento de Matemáticas del Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla.



© **Gerardo Suter.** *Frente al muro de las palabras 3*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Retus*, 1985



© **Gerardo Suter**, *Retorno al templo imaginario*, de la serie *El archivo fotográfico del profesor Relus*, 1985



© **Gerardo Suter**, *El animal de las sorpresas*, de la serie *De esta tierra. Del cielo y los infiernos*, 1987.

Giovanni Battista Morgagni

y la anatomía **patológica** moderna

Rafael
Valdez Aguilar

ANTECEDENTES Y CONTEXTO

A pesar de que la anatomía se había convertido en el eje del desarrollo científico de la medicina en los siglos XVI y XVII, es realmente a partir del siglo XVI cuando se hizo más frecuente la práctica de disección de cadáveres para la enseñanza de la anatomía en medicina y con fines legales, especialmente a raíz de las aportaciones de Andrés Vesalio que fundó una nueva anatomía descriptiva humana con su obra publicada en Basilea, en 1543, *Siete libros sobre la estructura del cuerpo humano (De corpori humani fabrica libri septem)*.[1]

La investigación anatómica se desarrolló notablemente durante todo el siglo XVI, especialmente por Vesalio y sus discípulos, que constituyeron la vigorosa escuela italiana de anatomía. Mientras mejor se conocía la estructura del cuerpo humano, mayor era el interés por conocer el funcionamiento del mismo a través de sus órganos. De una anatomía morfológica se pasó, de modo paulatino, a una "anatomía *animata*", dinámica, gracias principalmente a William Harvey quien descubrió la circulación de la sangre. Aun cuando la anatomía y la fisiología no constituían todavía un cuerpo sólido de conocimiento, ya que la enfermedad continuaba interpretándose por los médicos de la manera tradicional, la evolución de ambas disciplinas, al profundizar en el conocimiento de la estructura y la función del cuerpo humano, facilitó la resolución paulatina del problema de la enfermedad por medios científicos.[2]

La mayor incidencia de disecciones en cadáveres humanos trajo aparejado un aumento en el número de hallazgos anatomopatológicos tales como adherencias, fibrosis, úlceras, fístulas, cálculos y tumores, desconocidos hasta el momento, y a los que los clínicos y patólogos de la época no daban mayor importancia; en el mejor de los casos constituían observaciones casuales que servían para ilustrar algunas historias clínicas. Tal es el caso de Antonio Benivieni (fallecido en 1502), quien en un pequeño libro consigna un centenar de observaciones clínicas, a las que se agregan informes anatomopatológicos precisos.[3]

En los siglos XVI y XVII se incrementó el número de los hallazgos en los estudios anatomopatológicos y se multiplicó el interés por los mismos. Entre los ya numerosos testimonios al respecto, merece citarse a Teófilo Bonet, quien supo reunir en su libro *Sepulcreto (Sepulcreto sive anatomia practica,* 1679*)* un número importante de casos anatomopatológicos con su respectivo protocolo de autopsias.[4] Sin embargo, fue el gran anatomista, también italiano, Giovanni Battista Morgagni, con su obra *Cinco libros sobre la localización y causas de las enfermedades, por investigación anatómica* (*De sedibus et Causis morborum per anatome indagatis,* 1761), quien constituye el inicio de la anatomía patológica moderna, así como el punto de partida de la medicina anatomoclínica y la base científica del futuro método anatomoclínico.

VIDA DE MORGAGNI

Giovanni Battista Morgagni, a quien el claustro de estudiantes alemanes de la Universidad de Padua le otorgara el título de "*Anatomicorum totios Europae princeps*", nació en Forlì, en la Romaña, el año de 1682. Desde temprano mostró un notable interés por los temas científicos y una gran inteligencia que asombraba a todos los que lo conocieron. Una vez realizados sus estudios elementales y preparatorios, matriculó en 1698, a los 16 años, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Bolonia que, en esa época, era considerada como una de las mejores del continente europeo.

Es precisamente en esta universidad en la que Vasalva, discípulo de Malpighi, impartía clases de anatomía manteniendo viva la gran tradición de la investigación anatómica científica de la escuela italiana. Morgagni pronto se convirtió en el discípulo predilecto de dicho maestro. En 1701 se graduó como doctor en medicina y, en 1706, entregó a la imprenta su primera obra de anatomía humana que tituló *Adversaria anatomica pri-*

ma, en la que siguiendo la línea de su maestro Vasalva, se ocupaba en forma preeminente de la estructura anatómica de la laringe. A la edad de 25 años había sido nombrado lector y disector en el teatro anatómico de la Facultad de Medicina en Bolonia. En 1707, en una decisión sorprendente, dejó dicha universidad para dedicarse a la práctica particular de la medicina en su natal Forlì y en Venecia. Poco tiempo duró en esta actividad ya que, en 1711, el senado véneto le ofreció la cátedra de Medicina Teórica de la Universidad de Padua; en 1715 se le otorgó el nombramiento de profesor de anatomía, cátedra que Morgagni conservó hasta su muerte.[5]

Si bien es cierto que a Morgagni se le recuerda más por ser el fundador de la anatomía patológica y de la medicina anatomoclínica, hay que señalar que también realizó importantes descubrimientos en el campo de la anatomía humana normal. En 1717 publicó su *Adversaria anatomica altera*, en la que muestra una atención especial al tejido adiposo, a la vesícula biliar y sus conductos, a la estructura del pulmón y a la musculatura del esófago y del intestino. Otro hallazgo anatómico importante realizado por este investigador fue el del cornete superior de la cavidad nasal, mismo que lleva su nombre; puso de relieve también detalles importantes de la laringe, de las glándulas y de la carúncula lagrimal; realizó asimismo una detallada descripción del oído interno, poniendo en evidencia el orificio que da paso al nervio ampular posterior.[6] Ninguna parte del cuerpo humano escapó a sus investigaciones; describió el ligamento suspensor del pene, los orificios y los canales paraureterales, el lóbulo medio de la próstata y la fosa navicular de la uretra. En el intestino señaló la válvula ileocecal y los repliegues del intestino recto; éstos son conocidos actualmente como válvula y columna de Morgagni, respectivamente. En el corazón descubrió los nódulos de las válvulas sigmoideas de la arteria pulmonar. Finalmente dedicó también su atención al himen y a la mama, descubriendo en esta última las glándulas sebáceas situadas en la areola del pezón y que en su honor se denominan columnas de Morgagni. En 1771, después de una larga y fecunda vida, plena de gloria y reconocimientos, Giovanni Battista Morgagni falleció en Padua.[7]

OBRA PRINCIPAL DE MORGAGNI

La obra escrita más importante de Morgagni, ya lo hemos señalado, es *Cinco libros sobre la localización y causas de las*

enfermedades, por investigación anatómica, texto impreso en Venecia en 1761. A lo largo de toda la obra, Morgagni supera ampliamente los conocimientos anatomopatológicos vigentes hasta entonces. La ardua labor de Morgagni comprende unas setecientas páginas escritas, en las que refiere unas quinientas historias clínicas a las que adjunta el correspondiente protocolo de autopsias y el comentario epicrítico. El paralelismo existente entre las lesiones anatómicas y los síntomas clínicos constituyeron la base de sus historias anatomomédicas.

Morgagni se dedicó a correlacionar los hallazgos anatómicos en las piezas disecadas con los síntomas observados durante el padecimiento mortal del individuo. Estableció el método de investigación anatomomédico o anatomoclínico que desde entonces se ha venido usando en medicina clínica con excelentes resultados. Giovanni Battista llegó a la conclusión de que este método era fundamental; él comparaba los datos de la historia clínica con el protocolo de autopsia. La enfermedad, de acuerdo con esta línea de pensamiento, puede ser localizada, tiene un asiento, reside en los órganos, los cuales tienen una estructura anormal cuando están enfermos; y si su estructura es diferente, su función también tiene que serlo; este funcionamiento anormal es la causa de la aparición de las molestias y los hallazgos físicos en el enfermo. El carácter de la lesión anatómica determina la clase de enfermedad que prevalece.[8]

Una característica fundamental del método de Morgagni radica en el rigor y veracidad de sus investigaciones en la necropsia, así como en la fidelidad y fiabilidad de sus datos acerca de las lesiones que observa. La obra de Morgagni constituye la culminación del esfuerzo disectivo en favor de los cuadros anatomopatológicos –desde M. Malpighi, Antonio María Vasalva y Albertini, perfeccionados y coronados por su obra– y es el monumento más importante de la anatomía patológica del siglo XVIII.

La anatomía patológica tuvo una gran repercusión científica y representó un progreso importante. Las entidades patológicas podían definirse con mayor exactitud. Enfermedades como la neumonía, la úlcera péptica, la cirrosis hepática y el cáncer cérvico uterino, se caracterizaron ya no sólo por un conjunto de síntomas clínicos, sino también por alteraciones anatómicas típicas. Además de su valor científico, la anatomía patológica tuvo importante aplicación práctica. Averiguar los cambios anatómicos ocurridos en el paciente permitía un diagnóstico más exacto que en el pasado. Este diagnóstico también determinaba en gran parte el tratamiento que debía realizarse. Más tarde, a principios del siglo XIX, las enfermedades se buscaron en los tejidos (Bichat), y después, en 1858, en la células (Virchow).

La obra de G.B. Morgagni fue retomada en Italia por otros anatomistas como L. Caldani de Bolonia, que en sus *Instituciones patológicas* (Padua, 1772), declaró seguir a Boerhaave, Haller y Graub al explicar las lesiones. En Nápoles surgió Domenico Cirillo (1739-1799), nacido en Grugno, interesado en su juventud por las ciencias naturales, particularmente la botánica, cuyos trabajos justificaron su elección a la Royal Society. Publicó *Oservazioni... alla lue venerea*, en Nápoles, 1783, sobre el tratamiento de la sífilis con ungüento mercurial. Los estudios de D. Cotugno, anatomista napolitano importante, en *De ischiade nervosa comentarius* (Nápoles, 1764), diferenciaban el síndrome de la artritis aguda de la ciática, resultante esta última de compresiones del nervio ciático. Cotugno describió la nefritis aguda y demostró la coagulación de la albúmina al calentar la orina de enfermos de hidropesía. Realizó también investigaciones sobre el control de la viruela y la tuberculosis pulmonar e hizo descripciones de las lesiones intestinales en la fiebre tifoidea.[9]

NOTAS

[1] López Piñero, J.M., *Historia de la medicina*, Madrid, Biblioteca Historia 16, pp. 50-53, 1991.

[2] Sigerist, H.E., *Civilización y enfermedad*, México, Fondo de Cultura Económica, Biblioteca de la Salud, pp. 195-198, 1987.

[3] Riera, J., *Historia, medicina y sociedad*, Madrid, Ediciones Pirámide, pp. 196-197, 1985.

[4] *Ibid.*, p. 197.

[5] Laín Entralgo, P., *Historia universal de la medicina*, Tomo 5, Barcelona, p. 24, 1976.

[6] *Ibid.*, p. 25.

[7] Loc. cit.

[8] Margotta, R., *Historia de la medicina*, México, Edit. Novaro, p. 222, 1972.

[9] Riera, J., *Op. cit.*, p. 198.

Rafael Valdez Aguilar es profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Gerardo Suter

© **Gerardo Suter**, *Tzompantli*, de la serie *Códices*. 1991.

Gerardo Suter (1957) inicia su trabajo creativo en el campo de la fotografía. A partir de los últimos años ha involucrado en sus propuestas otro tipo de medios (video, sonido, etcétera) y se ha inclinado más hacia el campo de la foto/video instalación. El cuerpo humano, el territorio, la memoria y el tiempo han sido materia prima y constantes en su trabajo. De 1978 a la fecha ha participado en numerosas exposiciones individuales y colectivas, y su obra forma parte de colecciones en museos e instituciones de México y el extranjero. Entre 1995 y 1996 su obra se ha presentado en el Centro de la Imagen y el Museo de Monterrey, en FotoFest en la ciudad de Houston y en el Center for the Fine Arts de Miami. A finales de 1996 fue distinguido como representante de México en la XXIII Bienal Internacional de Sao Paulo. En septiembre de 1997 inauguró la instalación *Bitácora (disecciones de un topógrafo)* en el Centro Nacional de las Artes de la Ciudad de México, y en abril de 1998 una exposición individual en el Hara Museum of Contemporary Art de Tokio. A partir de abril de 1997 forma parte del Sistema Nacional de Creadores en el área de Artes Visuales, y en 1998 le fue otorgada la Beca Rockefeller- MacArthur para Cine, Video y Multimedia. A principios de 1999 se inauguró una muestra individual de su obra en la Americas Society Gallery de Nueva York y en el Sculpture Center de la misma ciudad (esta exposición viajará por distintos museos de los Estados Unidos hasta el año 2001). En septiembre de este mismo año, se presentó en el Museo Amparo de la ciudad de Puebla, México, la foto/video instalación *Circulaciones*.

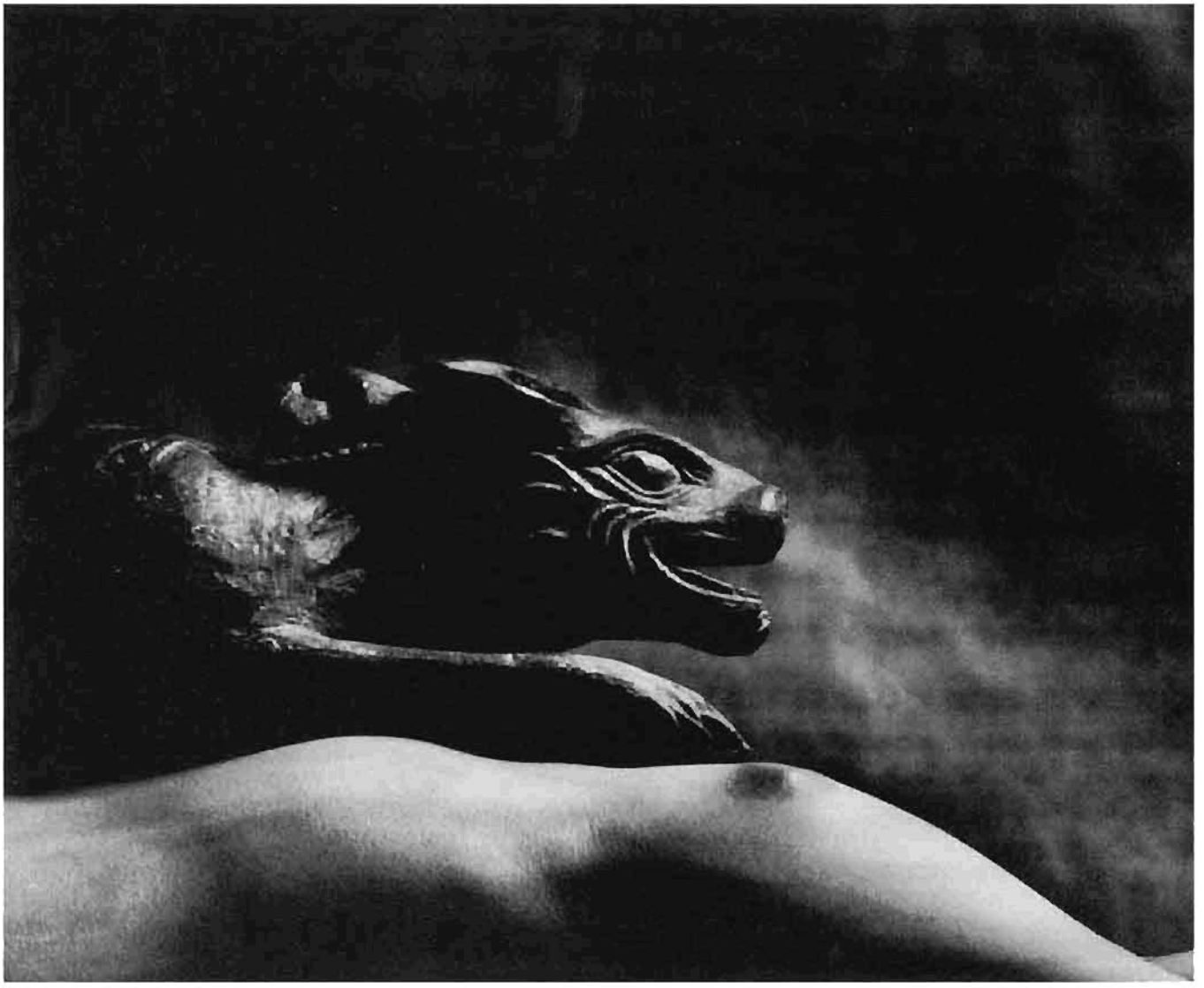
© **Gerardo Suter.** *Huellas al final del tiempo*, 1989.

La obra de Gerardo Suter es relevante no sólo en el campo de las bellas artes, sino en el de la tecnología. En sus primeros trabajos vemos la utilización de técnicas fotográficas con un propósito expresivo que toma en consideración no sólo la capacidad del ambiente para reflejar la realidad, al alcance de su propio espacio y tiempo, sino también las características esenciales de los medios. De ahí que, utilizando la luz para cambiar la estabilidad de los cristales de plata, manipulándola según sus deseos, él obtiene una gran diversidad de cualidades visuales.

Gerardo Suter explora los límites de la fotografía en tanto que no está dispuesto a aceptar sus limitaciones ni las ideas usuales acerca de la fotografía como forma de representación. En México, él es uno de los primeros productores de imágenes que explora el sentido de la exactitud de la imagen fotográfica. Manipulando negativos y ampliaciones, haciéndolos artificialmente "viejos", desarrolló un trabajo innovador que reinterpreta la historia de la fotografía en México, especialmente en sus fotografías de restos arqueológicos, las que conforman una imagen particular del país.

Suter explora la fotografía, la escultura y la instalación con proyecciones de imágenes sobre los muros, un recurso, este último, que añade al mensaje original su propia textura. Incluso el uso racional de pantallas de computadora, un frágil y casi impalpable recurso destinado a sostener imágenes que existen únicamente en la cibernética.

© **Gerardo Suter.** *El sacrificio del venado*, de la serie *De esta tierra. Del cielo y los infiernos*, 1987.



© **Gerardo Suter**, *Un visitante nocturno*, de la serie *De esta tierra. Del cielo y los infiernos*, 1987.

Etienne Jules Marey

Marlene
Schnelle-Schneyder

Cuatro días después de la publicación de las secuencias de Muybridge, en la revista científica *La nature* (1878), el fisiólogo francés Etienne Jules Marey estableció contacto epistolar con Muybridge. Esperaba resolver con los métodos fotográficos de Muybridge ciertos problemas fisiológicos del movimiento. En su carta, Marey hizo una propuesta con proyección hacia el futuro: la síntesis del análisis del movimiento, lo cual significaba simular el movimiento en un zootropo.

Muybridge utilizó esta idea y propuso variantes. En el año de 1879 construyó un aparato, el cual se componía de una lámpara de proyección, un vidrio redondo en cuya cara exterior se instalaron siluetas copiadas de fotografías, un disco metálico del mismo tamaño con cortes dentados en su borde, y un objetivo. Los dos discos rotaban en direcciones opuestas a una velocidad coordinada para que se pudiera proyectar simultáneamente en la pantalla, a través de los cortes, una secuencia de las fases del movimiento, con pequeñas interrupciones. Cuando se presenta ante el ojo del espectador una cantidad de imágenes –dieciséis imágenes por segundo– en una secuencia se crea la impresión del movimiento. Muybridge llamó a este aparato zoopraxiscopio, y ya en el mismo año de 1879 se llevó a cabo la primera presentación en la casa de Stanford. Proyectada la secuencia sobre una gran pantalla, Stanford pudo observar a sus caballos en movimiento. Aceptando una invitación del científico Marey y del pintor Meissonier, Muybridge hizo su presentación en París en el año 1872 causando gran entusiasmo.

LOS EXPERIMENTOS DE MAREY

El método de Muybridge no le fue totalmente útil a Etienne Jules Marey, por eso él mismo experimentó con la grabación fotográfica en movimiento. Sabía que la observación visual humana era insuficiente

para el conocimiento científico, pues solamente ofrecía datos imprecisos. Por esta razón construyó instrumentos mecánicos, los cuales fijó en ciertos músculos de los humanos y de los animales y pudo así registrar el movimiento muscular durante el desplazamiento. De esta manera intentaba descubrir las funciones mecánicas de los seres vivos y obtener datos que le proporcionarían nuevos conocimientos.

En la segunda mitad del siglo XIX los científicos de las ciencias naturales se interesaban especialmente en las observaciones y métodos de medición para obtener resultados y datos exactos de sus experimentos. En la fisiología esta tendencia también fue la dominante.

Marey perteneció al grupo de científicos que utilizaba la fotografía para la presentación visual de sus experimentos. Desarrolló primero la "escopeta fotográfica", la cual utilizó sobre todo durante su estancia en Nápoles para el análisis de diferentes formas de locomoción, incluidas el vuelo de las aves y de los murciélagos; luego la cambió por una cámara fija con una plataforma, a la que después agregó una película móvil para registrar la secuencia de movimientos en una película sin cortes.

Dado que Marey fue un científico que se mantuvo al margen de los financiamientos privados, fue el gobierno francés quien proporcionó los medios para llevar a cabo su proyecto y, en el año 1891, la ciudad de París donó un terreno para su Instituto de Fisiología en el Parque de los Príncipes, en los alrededores del Bosque de Bolonia.

FIGURA BLANCA, FONDO NEGRO

Al contrario de Muybridge, Marey vistió a sus figuras de blanco y las hizo caminar o correr frente a un fondo oscuro. La ropa blanca proporcionó tonalidades óptimas para la exposición y permitió conocer bien las fases particulares del movimiento. El fondo oscuro de tela negra absorbió todos los reflejos de luz y no fue captado por la placa fotográfica. El nuevo aparato fijo era una caja sencilla de madera, en cuya parte superior de la pared delantera tenía colocado el objetivo. La pared posterior era móvil para facilitar el enfoque y se podía guiar a través de un carril dentado. En la mitad inferior se instaló una manivela que podía rotar un disco con una ventana. Este disco tenía la medida de la pared trasera y en realidad funcionaba como una cubierta. Cada vez que se llevaba la apertura adelante del objetivo y de la placa ocurría una exposición. El tiempo de la exposición dependía del tamaño de la ventana y de la velocidad de rotación. Para lograr separaciones regulares entre las fases de la placa se debía hacer girar el disco de manera cíclica.

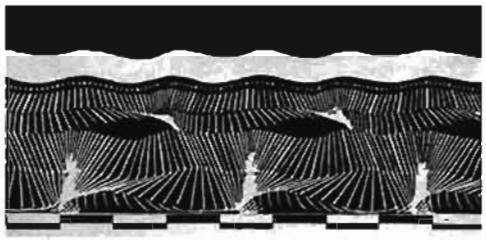
© **Gerardo Suter**, *Xiuhmolpilli*, de la serie *Códices*, 1991.

En la primera toma se hacían diez imágenes por segundo, es decir que el disco rotaba diez veces por segundo. Para su cronofotografía, Marey ya había desarrollado este principio de cubierta que hasta hoy se utiliza en las cámaras fotográficas sin mayores cambios.

Marey no sabía al principio qué nombre dar a estas tomas. Se habló, en un primer momento, de "juego de fotografía instantánea" o "fotografías sucesivas"; finalmente se decidió por "fotocronografía", término que se utilizó hasta 1885, cuando fue sustituido por el de "cronofotografía".

NUEVAS FORMAS DE PRESENTACIÓN

Al principio del siglo XIX, los hermanos Wilhelm y Eduard Weber publicaron investigaciones muy interesantes acerca de la mecánica de las extremidades inferiores humanas. Para demostrar el movimiento sucesivo de un hombre caminando dibujaron las



distintas fases de un esqueleto dando un paso y copiaron los dibujos unos sobre otros. Así pudieron ver las etapas particulares del cambio que aparentaban un proceso de movimiento sin interrupción. Cada fase estaba compuesta por tres o cuatro posiciones en una secuencia de cuatro etapas.

Como científico interesado en el movimiento, Marey conocía plenamente tales investigaciones y todo hace suponer que éstas fueron determinantes para sus experimentos posteriores. Para registrar las etapas del movimiento en una secuencia aún más corta tuvo que prescindir de los contornos y del volumen de la figura humana. Para resolver este problema, en la toma hizo abstracción de la figura humana y registró solamente líneas parciales que representaban a las extremidades y puntos para las articulaciones y la cabeza.

LAS CRONOFOTOGRAFÍAS PARCIALES O GEOMÉTRICAS

Para lograr este concepto de abstracción Marey utilizó las características de la fotografía. Se sabía, por experiencia, que el fondo negro no dejaba huellas en la placa fotográfica, por lo que tuvo que adaptar la figura humana al fondo oscuro. Para esto, un hombre fue vestido con un traje negro de terciopelo con gorra, colocándosele en un lado de su cabeza, de sus brazos y de sus piernas, hilos metálicos reflectantes, separados en las articulaciones por puntos. Los hilos y puntos reflectantes fueron registrados en la placa durante el movimiento. Marey logró así que una gran cantidad de fases del movimiento estuviesen cerca una de la otra sin sobreponerse. Estas líneas se pudieron copiar en negativo o positivo.

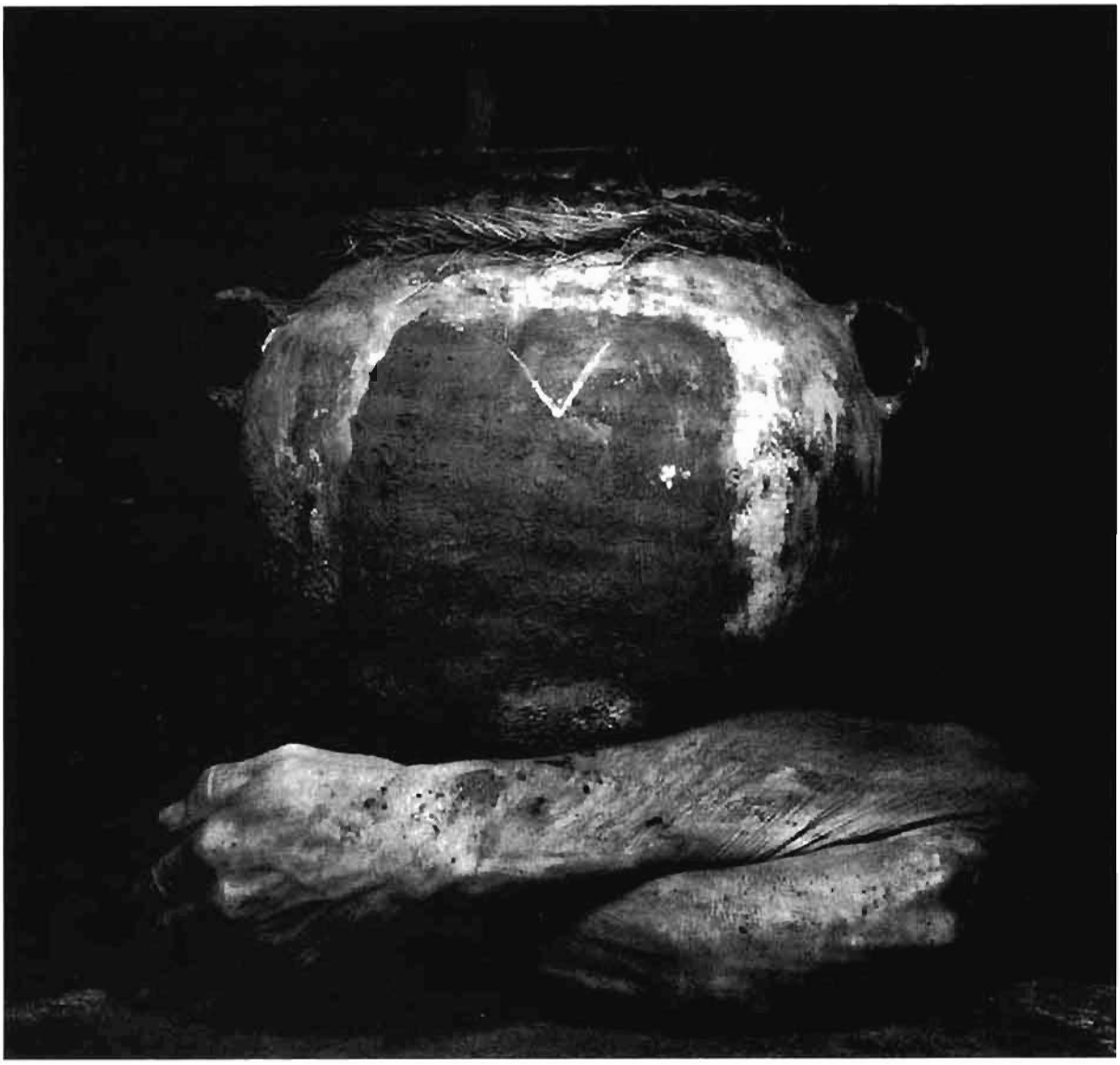
En lugar de diez tomas por segundo, con este método se pudieron lograr cien: la velocidad de rotación del disco se mantuvo, pero el disco amplificado contenía diez aperturas. Marey llamó a este tipo de tomas "cronofotografía geométrica o parcial".

El volumen corporal reducido a líneas tiene, a simple vista, las características de un dibujo nunca realizado por un dibujante. El grado de abstracción de esos "lineamientos" representaba una exigencia excesiva para el observador del siglo XIX. El movimiento se presenta aquí como una secuencia rítmica que desarrolla una dinámica propia clara en la superficie. Abstraído de la figura, sin funciones precisas, el movimiento representa sólo vagamente su motivo desencadenante. Estas representaciones del movimiento tuvieron una aceptación cuyo alcance trascendió el espectro de la simple investigación científica.

Las cronofotografías geométricas o parciales ocupan un lugar especial en la obra fotográfica de Marey. Sus cualidades y el potencial de sus imágenes fueron descubiertas, aunque treinta años después, por diferentes artistas. Marcel Duchamp y los futuristas fueron deslumbrados por el atractivo de los fenómenos fotográficos del movimiento. La fotografía instantánea, al liberarse del yugo del tiempo, ha creado una nueva sensibilidad. La imagen científica de Marey, que no se somete a un código de reglas académicas, fue vista por estos artistas como un modelo de libertad que habla un lenguaje prometedor: la mirada percibe en ella un tiempo que le parece reversible, que no es ya la envoltura de la acción sino el objeto mismo del estudio, el sujeto de la disección. Al arte le toca superar tales modelos para explorar otras "cosas mentales".

Tomado de* Photographie *5/99.
Traducción de I. Schulte/M. Gauchat.

© Gerardo Suter, *Tlapoyahua*, de la serie *Códices*, 1991



© **Gerardo Suter** *Octecomatl*, de la serie *Códices*, 1991

Santiago Ramón y Cajal

La fotografía de los **colores**

Gerardo
F. Kurtz

BREVE HISTORIA DE LA CONQUISTA DE LA FOTOGRAFÍA EN COLOR

La historia de la resolución del problema técnico para producir fotografías en color se remonta a los tiempos de los propios inicios de la fotografía. Cuantos intentaron encontrar un sistema para fijar la imagen de la cámara oscura comprobaron la dificultad no sólo de fijar la imagen misma, sino que vieron en sus experimentos que el problema de fijar el color es algo muy difícil de resolver. Con el invento del daguerrotipo (Daguerre, 1839), y con la aparición poco después del sistema del calotipo de Fox Talbot, una de las primeras cosas que se comentaron en los círculos que prestaron atención al nuevo invento fue precisamente el carácter monocromático de las imágenes fotográficas; de forma generalizada se lamentó que el color no se "representaba" en ellas. Muy pronto la fotografía se mostró como un instrumento útil para muy diversas aplicaciones científicas, comerciales y artísticas, y con ello crecieron paulatinamente los incentivos para encontrar mejoras a los sistemas fotográficos. Uno de los problemas que existía en aquellos años tempranos de la fotografía con respecto de la fotografía en color es que el estudio de la química y de la física estaba en pleno desarrollo, y todavia no se habían resuelto algunos problemas fundamentales relativos al comportamiento físico de la luz y del color. Recién en 1801 se conocía el trabajo de Thomas Young, que expuso por primera vez una teoria sobre la propia visión de los colores que se fundamentaba en los principios *reales* del comportamiento del color en el ojo y que, además, demostraba que esta característica tenía que ver con un "acontecimiento fisiológico" y no con un "acontecimiento material". Uno de los primeros científicos que de forma extensiva se interesó por el comportamiento del color y sobre la forma de registrarlo con sustancias fotosensibles fue Johann

Seebeck, que en 1810 publicó un trabajo sobre el comportamiento del cloruro de plata y de sus reacciones a las distintas bandas del espectro visible. Años después, J. F. W. Herschel (1792-1871) se interesó por los fenómenos que describiera Seebeck y publicó, en 1840, un trabajo sobre las reacciones del cloruro de plata al espectro de la luz visible. Herschel hizo un buen número de aportaciones a la fotografía: la propuesta del hiposullito de sosa como fijador fotográfico; fue uno de los primeros en acuñar el propio término "fotografía" y tuvo una participación decisiva en la configuración de las actividades experimentales sobre la fotografía de Fox Talbot, con quien estuvo en estrecho contacto a lo largo de los años en que éste desarrolló su proceso del calotipo. Los trabajos de Herschel interesarían al propio Niépce de Saint-Victor (1805-1870) que, en 1847, llegó a producir una serie de imágenes semifotográficas en color (espectros o contactos de dibujos) de laboriosa e imperfecta fijación. Los trabajos de Niépce de Saint-Victor, sobrino de Nicephore Niépce (1765-1833), antiguo socio de Daguerre y primer investigador en conseguir fijar la imagen de la cámara oscura en 1827, los estudiaría luego Becquerel (1820-1891), físico y gran técnico fotográfico, que aportaría las bases de gran cantidad de mejoras fotográficas y quien se interesó formalmente en la cuestión de la fotografía en color. Serían, no obstante, los trabajos del inglés James C. Maxwell (1831-1879) los que desarrollarían los principios expuestos por Young consiguiendo, en este terreno, resultados fotográficos que serían fundamentales en la resolución práctica de un sistema que permitiera obtener una imagen fotográfica en color. Maxwell fotografió un objeto coloreado (una cinta para el pelo) a través de filtros, produciendo tres imágenes distintas; cada una de ellas representaba monocromáticamente el valor tonal de cada uno de los colores fundamentales del objeto. Proyectando estas imágenes, filtradas convenientemente con filtros de cada uno de los colores con los que obtuvo inicialmente las imágenes, consiguió formar en la pantalla, superponiendo las tres imágenes proyectadas, una imagen fotográfica en la que se podían apreciar los colores originales del objeto fotografiado. Esto, que es un hito en la historia de la fotografía en color, no resolvió totalmente el problema debido a multitud de factores, tales como la elección de los colores de los filtros, las distintas sensibilidades de las placas fotográficas a cada uno de los colores, etcétera, pero sentó las bases con las que efectivamente se lograrían con el tiempo imágenes fotográficas en color. En los años sesenta del siglo XIX, el francés Louis Ducos du Hauron (1837-1920) acometería el problema general de la fotografía en color estudiando a fondo las experiencias realizadas hasta la fecha; publicó exhaustivos e importantes textos sobre la materia y obtuvo una serie de imágenes fotográficas en color aplicando los principios ya

© **Gerardo Suter**, *Tláloc*, de la serie *Códices*, 1991.

expuestos por Maxwell. Simultanea e independientemente a Ducos du Hauron, otro investigador, Ch. Cros (1842-1888), publicó exhaustivos análisis sobre la misma cuestión, pero no aplicó de forma práctica sus ideas, aunque sus teorías formularon las soluciones a la cuestión de la fotografía en color en un nivel similar al que alcanza Ducos du Hauron, quien en cambio sí había desarrollado de forma práctica (en la medida de sus posibilidades) diversas soluciones fotográficas para la obtención de imágenes en color. El principal sistema práctico que desarrolla Ducos se basa en la utilización de una pantalla en la que mecánicamente se depositan finísimas líneas coloreadas de los tres colores fundamentales, y que colocada delante de una placa fotográfica para filtrar con la pantalla la luz que le llega a la placa, permite obtener la base para producir una imagen fotográfica en color. No obstante, su procedimiento resultó en principio muy caro y no fue "redescubierto" sino hasta finales de siglo, cuando la construcción del tipo de pantallas requeridas para este sistema se hizo menos complicada y costosa. La aportación de Ducos de Hauron es absolutamente fundamental en la historia de la fotografía en color, y sus trabajos no obtuvieron una mayor resolución práctica debido a sus escasos resursos económicos y a lo adelantado de sus teorías. Desde 1868, en que publicara sus trabajos, no apareció en este terreno avance significativo sino hasta 1891,

© **Gerardo Suter**, *Coatlicue*, de la serie *Códices*, 1991.

cuando el francés Gabriel Lippmann (1845-1921) desarrolló y publicó un ingenioso procedimiento fotográfico basado en el "comportamiento interferencial" de la luz. Gozará este sistema de bastante aceptación en su tiempo e incluso se llegaron a fabricar comercialmente los complicados aparatos necesarios para la ejecución de fotografía en color con este sistema. Pero el proceso es caro y difícil, y se verá totalmente desbancado en 1907 al aparecer en el comercio las placas autocromas de los hermanos Lumière. Estas últimas ya permiten obtener imágenes fotográficas en color sin muchas complicaciones y tienen un éxito inmediato. Se basan en los principios generales que desarrollaron Maxwell y luego Ducos du Hauron, aplicados con ingenio y gran talento por parte de los hermanos Lumière. La solución de estos investigadores es aplicar frente a una emulsión fotográfica sobre vidrio una capa de granos de almidón teñida por los tres colores fundamentales que, en este caso, hace las veces de lo que en el sistema de Ducos hacía la complicada y cara pantalla de finas líneas de colores. Gozarán las placas de Lumière de una gran popularidad y su introducción al mercado marcó el comienzo de la historia de la fotografía en color como procedimiento útil y al alcance de cualquiera. Las placas de Lumière, junto con una rica pléyade de otras que se desarrollarían al abrigo del propio sistema de las placas autocromas, fueron de uso generalizado hasta los años treinta, cuando en el sistema fotográfico empezó a dominar la película flexible como sustituto de las placas de vidrio. Es entonces cuando aparecen las películas Agfacolor y Kodachrome que, con algunas variaciones, han llegado hasta nuestros días. La aportación más importante de aquellos años para la fotografía en color fue la introducción en el mercado de un negativo fotográfico del que se podían sacar copias en papel. Básicamente, los sistemas útiles y factibles que existieron en las primeras décadas del desarrollo de los procedimientos fotográficos en color producían transparencias positivas, aunque desde luego existían medios para hacer copias positivas en el papel a partir de éstos, pero en cualquier caso este positivado era complicado y los resultados no siempre favorables. La aparición del negativo del que se pueden sacar copias positivas en papel, y del que existen varios antecedentes técnicos, se lleva a cabo en los años cuarenta con la introducción del Kodacolor, que se lanza por primera vez en 1942. Siete años más tarde se mejora el sistema de esta película y desde entonces es el tipo de negativo fotográfico generalizado del que se sacan las copias en papel que inundan en la actualidad el mercado.

Así pues, en 1912, cuando ve la luz el trabajo de Cajal *La fotografía de los colores*, las placas autocromas estaban en plena expansión y la operación para obtener por este sistema imágenes fotográficas en color era ya bastante generalizada. Por otro lado, el sistema de Lippmann ha sido ya "desbancado", aunque suscita bastante interés en la comunidad científica debido a que los principios físicos del comportamiento interferencial de la luz en que se basaba este proceso fotográfico tienen vigencia en la actualidad.

La bibliografía fotográfica de Cajal anterior a 1912 pone en perspectiva la atención que hasta entonces había puesto el científico en la fotografía, tanto como instrumento de apoyo para los trabajos puramente científicos, como para los que realizó impulsado por su confesado entusiasmo por la práctica fotográfica. Esto lo llevó a hacer fotografía como verdadero aficionado y también, como lo hicieran tantos científicos desde 1839, apreció el valor del medio fotográfico como instrumento de registro y de ilustración de los trabajos de investigación científica. La investigación científica en los tiempos de Cajal estaba claramente influenciada por los avances que se habían hecho a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX en el campo de la óptica y en el diseño de los microscopios y otros aparatos de precisión. El microscopio en el laboratorio de investigación biológica en tiempos de Cajal ocupó un lugar primordial; también la fotografía jugó un papel importante al registrar aquellos datos que podían observarse y analizarse bajo el microscopio.

Extracto del estudio preliminar del libro de Santiago Ramón y Cajal, La fotografía de los colores, Editorial Clan, Madrid, 1999.

© **Gerardo Suter**, *Canto*, de la serie *Cantos rituales*, 1994.

Los encantos de la fotografía

Santiago
Ramón y Cajal

La fotografía común y, sobre todo, la fotografía en color, constituyen distracción incomparable para el trabajador intelectual. En los prosaísmos y miserias de la lucha profesional o de la vida oficinesca, pone un poco de poesía y algo de emoción imprevista. Sus placeres, eminentemente higiénicos y educadores, carecen de la tediosa monotonía del billar o de la ruda y peligrosa fatiga de la caza.

Solitario como el ciclista, el aficionado a la fotografía se basta a sí mismo. Sólo el objetivo puede saciar la sed de belleza de quienes, habiendo nacido artistas, no gozaron del vagar necesario para ejercitar metódicamente y dominar el pincel y la paleta.

Yo debo a la fotografía satisfacciones y consuelos inefables. Por agradecimiento al divino arte escribo este librito. Deseo celebrar lo que tanto amé, lo que es tan digno de cautivar a todo espíritu sensible y curioso de las bellezas naturales.

Excusado es decir que, cercano a la vejez, pertenezco a la grey de los antiguos aficionados. Jamás sentí desfallecimiento en mi devoción por la cámara obscura, cuyas imágenes, siempre variadas, ennoblecieron mis fiestas y alegraron mis vacaciones.

© **Gerardo Suter**, *Desentierro*, de la serie *Cantos rituales*, 1994.

En mi larga carrera de cultivador de la placa sensible, he sorprendido todas sus fases evolutivas. De niño me entusiasmó la placa daguerriana, cuyos curiosos espejismos y delicados detalles me llenaron de ingenua admiración. Durante mi adolescencia aspiré con delicia el aroma del colodion, proceder fotográfico que tiene los irresistibles atractivos de la dificultad vencida, porque obliga a fabricar por sí la capa sensible y a luchar heroicamente con la rebeldía de los baños de plata y la desesperante lentitud de la exposición. Alcancé después el espléndido periodo del *gelatino-bromuro* de Bennet y V. Monckhoven. Gracias a tan bello invento, los minutos se convirtieron en fracciones de segundo. Ya fue posible abordar la instantánea del movimiento, fijar para siempre la veleidad incopiable del oleaje, reproducir la fisonomía humana en sus gestos más bellos y expresivos, sorprenderla, en fin, durante los cortos instantes en que, libre del velo de la infatuación o de la *posse*, la verdadera personalidad del modelo asoma por ojos y labios. En mi culto por el nuevo invento, metíme a fabricante de placas, y me pasaba en un desván las noches vaciando emulsiones, entre los rojos fulgores de la linterna y ante el asombro de la vecindad curiosa, que me tomaba por duende o nigromántico. Ya en plena madurez, saludé regocijado la aparición del autocromatismo de Vögel y la exquisita sensibilidad de las emulsiones argénticas. La placa pancromática actual se identifica en sensibilidad cromática con nuestro ojo. Ya no traduce solamente el rayo azul como debe ocurrirle al pez de los abismos del mar; impresiónase también, en determinadas condiciones, en presencia del verde, el amarillo y el rojo. Gracias al admirable invento de Vögel hanse aclarado las mejillas y las rosas, y se han obscurecido como debían el cielo y las violetas.

Faltaba todavía alcanzar el soñado ideal, es decir, descubrir medios prácticos para fotografiar los colores, trocando la siniestra visión de búho por la riente visión de hombre. Y este ideal, quimera inaccesible al parecer, se ha realizado al fin. Hétenos ya, gracias al maravilloso invento de Lumière, emancipados de la intolerable esclavitud del *blanco y negro*. Flores y frutos, celajes y montañas, bosques y lagos, labios y mejillas, cabellos rubios o castaños, trajes y adornos policromos... todos éstos y otros mil motivos artísticos, antaño inabordables, resultan ahora empresas llanísimas, vulgares, accesibles al más modesto cultivador del objetivo. Porque, fuerza es reconocerlo, en su afán por garantizarnos el éxito, los hermanos Lumière han imaginado, con la creación de sus *autocromas*, la reproducción más sencilla y automática que se conoce. Bastan en rigor seis u ocho minutos para impresionar, revelar, invertir, redesenvolver, lavar y entregar al cliente una heliocromía, asombro de verdad y de belleza, cuando para hacer una buena fotocopia en negro es menester casi un día, a menos de resucitar el trasnochado y pueril procedimiento del *ferrotipo*, regocijo en otro tiempo de ferias y delicia de soldados y criadas.

Dicha grande para todos los que de vez en cuando necesitamos interrumpir, con un poco de solaz, el duro batallar del trabajo y ansiamos renovar nuestros goces artísticos, ha sido el poder asistir a la *èclosion* del procedimiento autocrómico y saborear sus encantos, antes de que la terrible *catarata senil*, empañando nuestro objetivo ocular, baje el telón sobre el mágico teatro de la vida.

No concibo tormento mayor para un admirador de la naturaleza que este cruel destierro de la luz, decretado por la senectud confabulada con la enfermedad. Triste cosa debe ser, en efecto, vivir condenado a enfocarse a sí mismo, a reemplazar la realidad infinita con la pálida cabalgata de juveniles recuerdos. Mirar hacia sí es tomarse egoista, desinteresarse de un mundo que no se ve; al contrario, mirar hacia afuera vale tanto como regalarse con un espectáculo variado e imprevisto; es renovar nuestro haber ideal y moral, solidarizándonos cada vez más con el mundo y sus criaturas.

Dígase lo que se quiera por los fervientes del libro talonario o por los inconscientes cultivadores de la velocidad –seres dichosos que, como ciertos mosquitos, vuelan por volar desenfocándolo todo y no mirando nada–, la fotografía no es deporte vulgar, sino ejercicio científico y artístico de primer orden y una dichosa ampliación de nuestro sentido visual. Por ella vivimos más, porque miramos más y mejor. Gracias a ella, el registro fugitivo de nuestros recuerdos conviértese en copiosa biblioteca de imágenes, donde cada hoja representa una página de nuestra existencia y un placer estético redivivo.

Y es algo más. Constituye también medicina eficacísima para las decadencias del cuerpo y las desilusiones del espíritu; seguro refugio contra los golpes de la adversidad y el egoísmo de los hombres. De mí sé decir que olvidé muchas mortificaciones gracias a un buen *cliché*, y que no pocas pesadumbres crónicas fueron conllevadas y casi agradecidas al dar cima a feliz excursión fotográfica.

Privilegio de la fotografía, como del arte, es inmortalizar las fugitivas creaciones de la naturaleza. Gracias a aquélla, parecen revivir generaciones extinguidas, seres sin historia que no dejaron la menor huella de su existencia porque la vida pasa, pero la imagen queda.

¿Habéis pensado alguna vez en lo que significa un álbum de fotografías? Al contemplar la efigie de seres inexistentes, ¿no os parece que, a la voz de un conjuro, los muertos abandonan sus tumbas para contarnos su triste o feliz historia? Y a menudo, el fantasma evocado no aparece tocado con las venerables canas de la vejez, sino adornado con las galas de la juventud y en lo más culminante y florido de la curva vital. ¿No es verdad que la serie cronológica de fotografías de un sujeto parece realizar el ensueño de la reversibilidad de la vida, del cinematógrafo al revés, retrocediendo desde la decrepitud al nacimiento y desde el sepulcro a la cuna?

Fijáos en la robusta matrona rodeada de retoños; desdibujada por la grasa, convertido el artístico jarrón en imponente cuenco, semeja reina de abejas destinada a poblar zumbadora colmena. Por fortuna, ahí está vuestro álbum. Miradla rehabilitada y transformada en grácil doncella. ¿Qué imagen es digna de quedar en nuestra memoria, de vivir asociada a las más agradables evocaciones juveniles, ésta o la otra?

© **Gerardo Suter**, *Tierra*, de la serie *Cantos rituales*, 1994.

Contemplad en escena a la opulenta y transversal *característica*. En otro tiempo fue hermosa dama joven, ídolo del público. Consultad vuestra colección. Acaso la bella actriz vive en alguna parte. Quizás la encontraréis entre las instantáneas de la mundana plaza de Biarritz. Sí, vedla allí; parece una sílfide saliendo del mar, luciendo vistoso traje modelador de la forma, porque el agua y la capilaridad son dibujantes concienzudos que no saben de vaguedades y eufemismos. ¿Cuál merece perpetuarse?

He aquí un veterano general, cargado de espaldas y de cruces, saliendo de Palacio. ¡Ruina es que da lástima! Hojead nuevamente vuestro álbum. Miradlo a caballo, en su época gloriosa, cargando bravamente al enemigo. El veráscopo le sorprendió en un momento épico: ¡jadeante el caballo, amenazadora la espada, al desgaire el bigote, centelleantes y avizores los ojos! ¿Qué imagen quedará en nuestro recuerdo y en la historia, ésta o la otra?

Sin duda que la vida se renueva y nuestro álbum puede todavía enriquecerse, y a la vieja colección de fotografías en negro añadiremos la nueva serie de fotografías en color. Y todas estas pruebas tendrán derecho a nuestro entusiasmo. Pero sólo las fotografías contemporáneas de nuestra juventud o de nuestra madurez saben hacer el milagro de resucitar a los muertos, porque reproducen aquella capa de humanidad, con la que conjuntamente sentimos, anhelamos y amamos...

¡Lástima grande que hayamos nacido demasiado temprano! La ciencia infatigable nos lleva de sorpresa en sorpresa, y cada invención es un placer arrebatado a nuestros abuelos. Los que vamos para

© **Gerardo Suter.** *Arraigo*, de la serie *Anáhuac*, 1995.

viejos, ¡cuánto daríamos ahora por poseer fotografías en color de nuestros progenitores en plena florescencia de fuerza y juventud! ¡Qué dicha sería poder contemplar, sin los afeites y convencionalismos de la pintura, siempre aduladora y esquemática, las juveniles facciones de nuestras madres, de quienes casi todos los que pasamos de los cincuenta conocemos no más la efigie, desfigurada y marchita por el sublime sacrificio de la maternidad! Sólo nuestros hijos han alcanzado tan noble y espiritual satisfacción.

A vosotros, los jóvenes, reserva el porvenir gratas sorpresas. El progreso de hoy se llama la fotografía en color; mañana se cifrará conjuntamente en la reproducción del color, el movimiento y el relieve. Entre tanto, aprovechémonos de la labor meritoria de sabios e industriales. Atesoremos para nuestro invierno las flores de la primavera.

Para iniciar o fortalecer en nuestra juventud la noble afición a la heliocromía, redactamos este librito. Nada nuevo hallarán en él los doctos en materias fotográficas. Aspiramos exclusivamente a resumir en forma clara y metódica, los principios teóricos y reglas prácticas de la fotografía en color, siguiendo las huellas y aprovechando las enseñanzas de tratadistas extranjeros tan eximios como Ducos du Hauron, Lippman, Lumière, Vidal, Namias, Neühauss, Valenta, Ives, Kenneth-Mees, barón v. Hübl, Drouin, Quentin, etcétera.

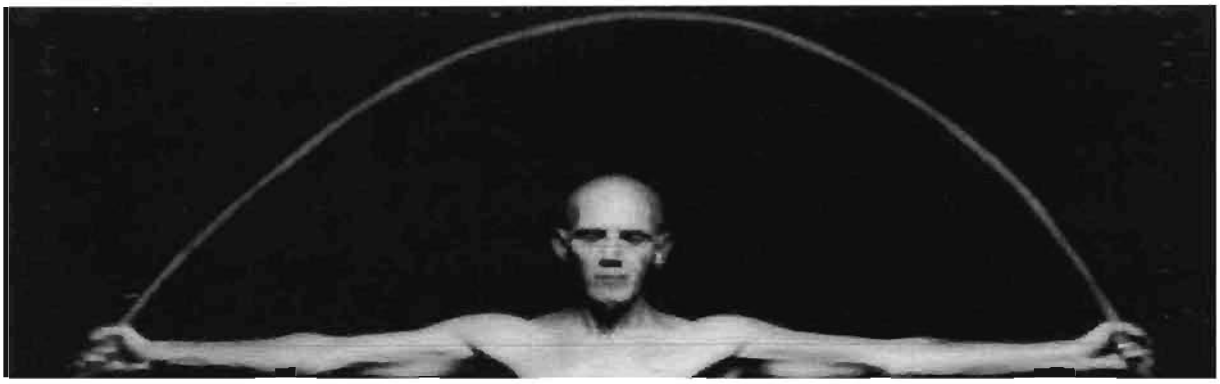
© **Gerardo Suter**, *Cielo*, de la serie *Anahuac*, 1995

Carecemos en España de obras de esta índole, y juzgamos que no serán superfluos los consejos de un veterano cultivador de casi todos los géneros heliocrómicos, desde el proceder tricrómico de Ducos hasta el interferencial de Lippman.

Consignado dejamos que estimamos indispensable exponer, en forma sumaria, la teoría de cada procedimiento y de cada manipulación. Privarse de la teoría es rechazar la mitad del placer fotocrómico, que consiste en comprobar experimentalmente la exactitud de los principios científicos. El devoto de la heliocromía no debe ser rutinario practicón atenido a recetas y formularios, al modo del carpintero que, aguijado por la necesidad, abandona la garlopa por el objetivo. Ocioso parece insistir en el vulgar argumento de que sólo acierta quien sabe. La interpretación de los resultados obtenidos y el remedio de los fracasos y accidentes, deben buscarse en la clara comprensión del mecanismo físico-químico de cada operación fotográfica.

Tal es el fin perseguido por el libro actual. Si con nuestra modesta contribución conseguimos fomentar la afición y entonar un tanto la cultura y el fervor de los heliocromistas de nuestro país, quedarán plenamente satisfechas las aspiraciones del autor.

Introducción del libro* La fotografía de los colores, *Editorial Cian, Madrid, 1999.



Usos de la fotografía

© **Gerardo Suter**, *Bitácora*, vista de instalación de impresiones fotográficas sobre acetato transparente y video proyección en blanco y negro, 1997.

John
Berger

Quiero escribir algunas de mis respuestas a las ideas que expone Susan Sontag en su libro *On Photography*. Todas las citas que utilizaré en este artículo están sacadas de dicho texto. A veces, las ideas son mías, pero todas ellas se me ocurrieron como resultado de la lectura del libro.

La cámara fue inventada por Fox Talbot en 1839. Tan sólo treinta años después de su invención, como un instrumento de lujo para la élite, la fotografía ya era utilizada en los archivos policiales, en los informes de guerra, en los reconocimientos militares, en la pornografía, en la documentación enciclopédica, en los álbumes familiares, en las postales, en los informes antropológicos (muchas veces, como en el caso de los indios de Estados Unidos, acompañada por el genocidio), en el moralismo sentimental, en cierto tipo de sondeos (el mal llamado "objetivo indiscreto"): efectos estéticos, periodismo y retrato formal. La primera cámara barata se puso en el mercado un poco después, en 1888.

Habría que esperar, no obstante, hasta el siglo XX y el periodo de entreguerras para que la fotografía llegara a ser el modo dominante y más "natural" de remitirse a las apariencias. Fue entonces cuando pasó a sustituir al mundo como testimonio inmediato. Fue éste el periodo en el que se creyó en la fotografía como el método más transparente, más directo, de acceso a lo real: el periodo de los grandes maestros testimoniales del medio, como Paul Strand y Walker Evans. En los países capitalistas fue éste también el momento más libre de la fotografía: se había liberado de las limitaciones que imponían las bellas artes para convertirse en un medio público que podía ser utilizado democráticamente.

Sin embargo, este momento fue breve. La misma "veracidad" del nuevo medio dio paso a su uso deliberado como instrumento de propaganda. Los nazis fueron de los primeros en emplear sistemáticamente propaganda fotográfica.

Las fotografías son tal vez las más misteriosas de todas las cosas que conforman y densifican el entorno que reconocemos como moderno. Las fotografías son, en verdad, experiencia capturada, y la cámara es el arma ideal de la conciencia en su modalidad adquisitiva.

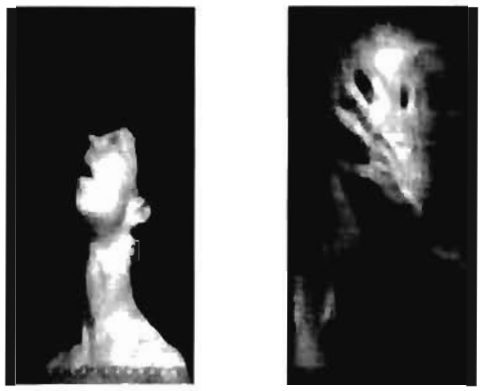
Durante el primer periodo de su existencia, la fotografía ofrecía una nueva posibilidad técnica: se trataba de una herramienta. Ahora bien, en lugar de ofrecer nuevas opciones, su uso y su "lectura" se fueron convirtiendo en algo habitual, una parte sin examinar de la propia percepción moderna. Muchos fueron los desarrollos que contribuyeron a esta transformación. La nueva industria cinematográfica. La invención de la cámara ligera, que hizo que el tomar una fotografía dejara de ser un ritual y se convirtiera en un "reflejo". El descubrimiento del fotoperiodismo, a partir del cual el texto empieza a seguir a las imágenes, en lugar de a la inversa. La aparición de la publicidad como una fuerza económica crucial.

Por medio de la fotografía el mundo se convierte en una serie de partículas independientes, inconexas; y la historia, la pasada y la presente en un conjunto de anécdotas y *faits divers*. La cámara torna la realidad atómica, manejable y opaca. Es una visión del mundo que niega la interconexión, la continuidad, pero que confiere a cada momento un carácter de misterio.

La primera revista de gran tirada empezó a publicarse en los Estados Unidos en 1936. En el lanzamiento de *Life* hubo, al menos, dos cosas proféticas, unas profecías que se harían realidad después de la Segunda Guerra mundial, en la era de la televisión. La nueva revista no se financiaba por sus ventas, sino por la publicidad que contenía. Un tercio de sus imágenes estaban consagradas a la publicidad. La segunda profecía reside en su título. *"Life"* ("Vida") es ambiguo. Puede querer decir que las imágenes que contiene son imágenes sacadas de la vida. Sin embargo, parece que promete algo más: que esas imágenes *son* la vida. La primera foto en el primer número de la revista jugaba con esta ambigüedad. Mostraba a un recién nacido con el siguiente pie de foto: "*Life begins...*" ("La vida empieza...").

¿Qué hacía las veces de la fotografía antes de la invención de la cámara fotográfica? La respuesta que uno espera es: el grabado, el dibujo, la pintura. Pero la respuesta más reveladora sería: la memoria. Lo que hacen las fotografías allí fuera, en el espacio exterior a nosotros, se realizaba anteriormente en el marco del pensamiento.

En cierto modo, Proust no supo ver que las fotografías no son tanto un instrumento de la memoria como una invención o un sustituto de ésta.



© **Gerardo Suter**, *Territorio*, detalles de la instalación *Cartografía*, 1996.

A diferencia de otras imágenes visuales, la fotografía no es una imitación o una interpretación de su sujeto, sino una verdadera huella de éste. Ninguna pintura o dibujo, por muy naturalista que sea, *pertenece* a su sujeto de la manera en que lo hace la fotografía.

Una fotografía no es sólo una imagen (como lo es una pintura), una interpretación de lo real, sino que es además una huella, algo directamente estarcido de lo real, como una pisada o una máscara mortuoria.

La percepción visual humana es un proceso mucho más complejo y selectivo que aquel mediante el cual se imprimen las películas. No obstante, tanto la lente de la cámara como el ojo, debido a su sensibilidad a la luz, registran imágenes a una gran velocidad y de forma inmediata al acontecimiento que tienen delante. Lo que, sin embargo, hace la cámara, y el ojo por sí mismo no puede hacer nunca, es *fijar* la apariencia del acontecimiento. Extrae la apariencia de éste del flujo de otras apariencias y lo conserva, tal vez no para siempre, pero al menos mientras exista la película. El carácter esencial de esta conservación no depende de que la imagen sea estática; las primeras pruebas de una película sin montar tienen exactamente la misma capacidad de conservación. La cámara separa una serie de apariencias de la inevitable sucesión de apariencias posteriores. Las mantiene intactas. Y antes de la invención de la cámara fotográfica no existía nada que pudiera hacer esto, salvo, en los ojos de la mente, la facultad de la memoria.

No estoy diciendo con esto que la memoria es un tipo de película. Eso es un símil de lo más banal. La

comparación película/memoria nada nos enseña sobre la segunda. Lo que aprendemos es cuán extraño ha sido el proceso de obtención de cada fotografía.

No obstante, a diferencia de la memoria, las fotografías no conservan en sí mismas significado alguno. Ofrecen unas apariencias —con toda la credibilidad y gravedad que normalmente les prestamos— privadas de su significado. El significado es el resultado de comprender las funciones. "Y las funciones tienen lugar en el tiempo y han de explicarse en el tiempo. Sólo lo que es capaz de narrar puede hacernos comprender." Las fotografías no narran nada por sí mismas. Las fotografías conservan las apariencias instantáneas. Hoy la costumbre nos protege contra el *shock* que entraña esa conservación. Comparemos el tiempo de exposición de una película con la vida de la impresión que queda registrada en ella, y supongamos que ésta va a durar solamente diez años: la relación en el caso de una fotografía moderna estándar sería de 20,000,000,000 a 1. Tal vez, esto no sirva para recordar la violencia de la fisión mediante la cual la cámara separa las apariencias de sus funciones.

Hemos de distinguir ahora entre dos usos muy diferentes de la fotografía. Hay fotografías que pertenecen a la experiencia privada, y hay fotografías que son utilizadas públicamente. Las primeras, el retrato de una madre, la instantánea de una hija, una foto de grupo de nuestros compañeros de equipo, se aprecian y leen en un contexto *que es una continuación de aquel de donde lo sacó la cámara.* (Muchas veces la violencia de la extirpación se siente en forma de incredulidad: "¿De verdad era éste papá?".) No obstante, este tipo de fotografías permanece rodeado por el significado del que fueron separadas. En cuanto artilugio mecánico, la cámara ha sido empleada como un instrumento que contribuye a la memoria viva. La fotografía es así un recuerdo de una vida que está siendo vivida.

La fotografía pública contemporánea suele presentar un suceso, una serie de apariencias atrapadas, que no tiene nada que ver con nosotros, sus espectadores, o con el significado original de ese acontecimiento. Ofrece información, pero una información ajena a toda experiencia vivida. Si la fotografía pública contribuye a una memoria, es a la de alguien completamente desconocido e incognoscible para nosotros. La violencia se expresa en esa incognoscibilidad. Recoge una vista instantánea de la misma forma que si el desconocido nos hubiera gritado: "¡Mira!".

¿Quién es ese desconocido? Uno podría responder: el fotógrafo. Sin embargo, si consideramos la totalidad del sistema de uso de las imágenes fotografiadas, esa respuesta, "el fotógrafo", resulta claramente inadecuada. Tampoco podemos responder: los que utilizan las fotografías. Éstas no se prestan a ningún uso porque en sí mismas no encierran significado alguno, porque son como imágenes en la memoria de un completo desconocido.

Un famoso dibujo de Daumier que muestra a Nadar en su globo sobre los tejados de París nos sugiere una respuesta. Nadar viaja por el cielo —el viento le acaba de arrebatar el sombrero— fotografiando con su cámara la ciudad y las personas a sus pies.

© **Gerardo Suter**. *Travesía*, de la serie *Geografía de la memoria*, 1995.

¿Ha pasado la cámara a sustituir al ojo de Dios? El declive de la religión coincide con la aparición de la fotografía. ¿Acaso la cultura del capitalismo ha sido asimilado a Dios a la Fotografía?

Esta transformación podría no ser tan sorprendente como resulta a primera vista.

Aquí y allá, la facultad de la memoria condujo a los hombres a preguntarse si, al igual que ellos podían preservar del olvido ciertos acontecimientos, no habría otros ojos observando y registrando unos acontecimientos que de no ser por ellos quedarían sin atestiguar. Tales ojos eran atribuidos a sus ancestros, a los espíritus, a los dioses o a una sola deidad. Lo que veía ese ojo sobrenatural estaba inseparablemente ligado al principio de justicia. Era posible escapar de la justicia de los hombres, pero no de esta justicia superior a la que nada se le podía ocultar.

La memoria entraña cierto acto de redención. Lo que se recuerda ha sido salvado de la nada. Lo que se olvida ha quedado abandonado. Si un ojo sobrenatural ve todos los acontecimientos de forma instantánea, fuera del tiempo, la distinción entre rocordar y olvidar se transforma en un juicio, en una interpretación de la justicia, según la cual la aprobación se aproxima a *ser recordado*, y el castigo, a *ser olvidado*. Este presentimiento, que el hombre ha aprendido de su larga y dolorosa experiencia del tiempo, puede encontrarse bajo diversas formas en todas las culturas y religiones y, muy claramente, en el cristianismo.

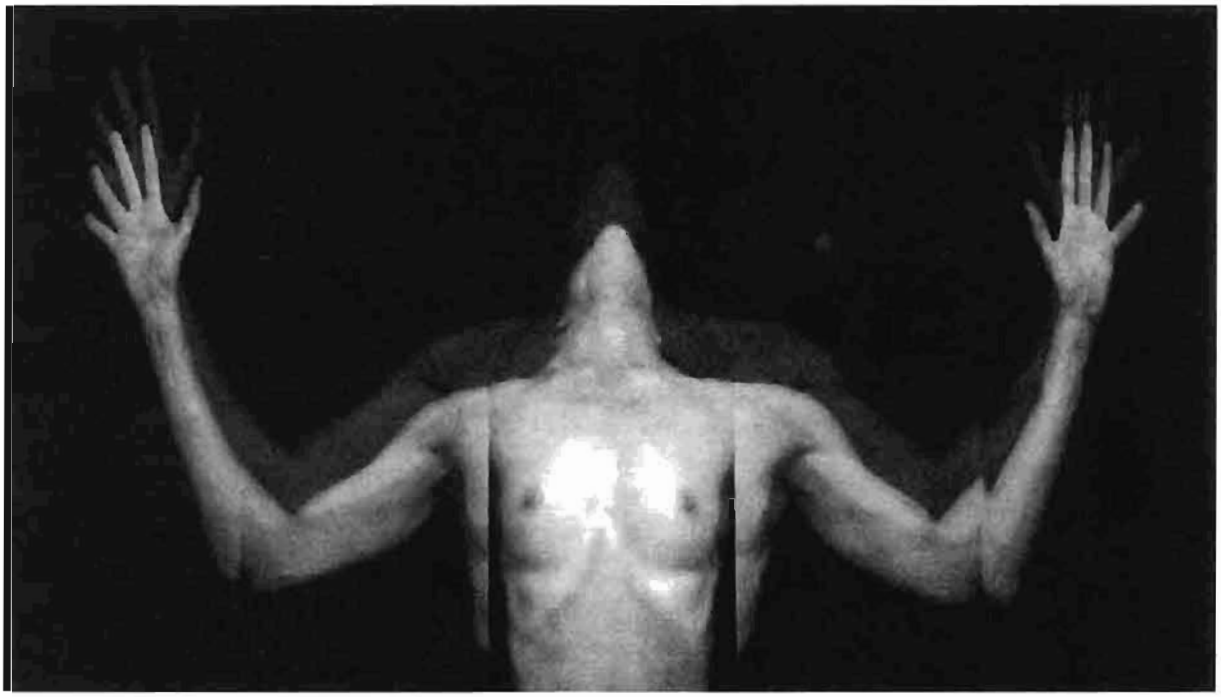
Al principio, la secularización del mundo capitalista que tuvo lugar durante el siglo XIX transformó, en nombre del Progreso, el juicio de Dios

en el juicio de la Historia. La Democracia y la Ciencia se convirtieron en los agentes de este último. Y durante un breve periodo, como acabamos de ver, se consideró que la fotografía era una ayudante de estos agentes.

A este momento histórico le sigue debiendo la fotografía su reputación ética de Verdad.

Durante la segunda mitad del siglo XX, el juicio de la historia ha quedado abandonado por todos, salvo por lo menos privilegiados o los desposeídos. El mundo industrializado, "desarrollado", horrorizado por el pasado, ciego con respecto al futuro, vive un oportunismo que ha vaciado de toda credibilidad el principio de justicia. Este oportunismo convierte todas las cosas en un espectáculo: la naturaleza, la historia, el sufrimiento, el resto de las personas, las catástrofes, el deporte, el sexo, la política. Y la herramienta utilizada en esta transformación —hasta que el acto se haga tan habitual que la imaginación condicionada pueda hacerlo por sí misma— es la cámara.

Nuestro sentido mismo de la situación está en la actualidad articulado por las interven-



© **Gerardo Suter,** *Cipatli*, de la serie *Cartografía*, 1996.

ciones de la cámara. La omnipresencia de ésta no deja de sugerirnos que el tiempo consiste en acontecimientos interesantes, acontecimientos que vale la pena fotografiar. Esto, a su vez, facilita que lleguemos a creer que todo acontecimiento, una vez iniciado, ha de verse completado, independientemente de su carácter moral, a fin de poder traer al mundo algo más: su fotografía.

El espectáculo crea un presente eterno de expectación inmediata: la memoria deja de ser necesaria o deseable. Con la pérdida de la memoria perdemos asimismo las continuidades del significado y del juicio. La cámara nos libra del peso de la memoria. Nos vigila como lo hace dios, y vigila por nosotros. Sin embargo, no ha habido dios más cínico, pues la cámara recoge los acontecimientos para olvidarlos.

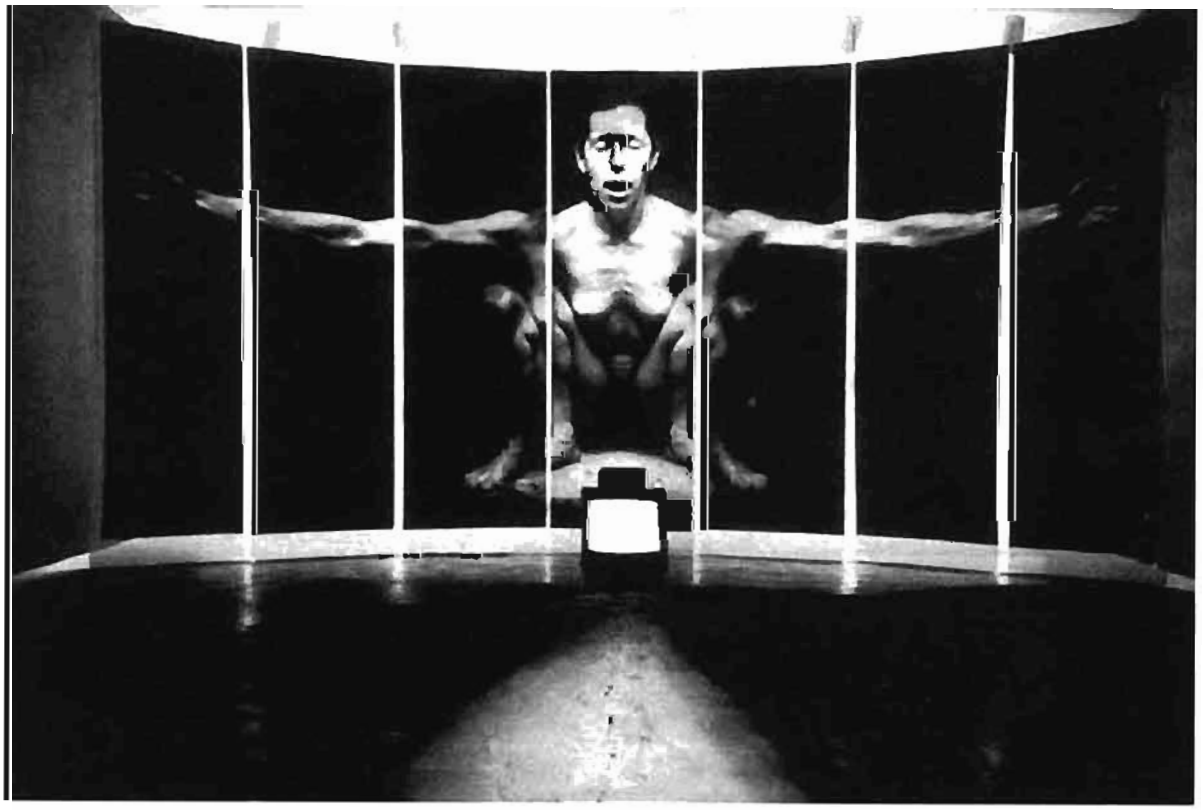
En el uso privado, el contexto de la instantánea registrada se conserva, de modo que la fotografía vive en una continuidad. La fotografía pública, por el contrario, ha sido separada de su contexto y se convierte en un objeto muerto que, precisamente porque está muerto se presta a cualquier uso arbitrario.

Las fotografías son reliquias del pasado, huellas de lo que ha sucedido. Si los vivos asumieran el pasado, si éste se convirtiera en una parte integrante del proceso mediante el cual las personas van creando su propia historia, todas las fotografías volverían a adquirir entonces un contexto vivo, continuarían existiendo en el tiempo, en lugar de ser momentos separados. La función de cualquier modalidad de fotografía alternativa es incorporarse a la memoria social y política, en lugar de servir de sustituto que predispone a la atrofia de esa memoria. El uso alternativo de las fotografías vuelve a llevarnos una vez más al fenómeno y facultad de la memoria. El objetivo ha de ser construir un contexto para cada fotografía en concreto, construirlo con palabras, construirlo con otras fotografías, construirlo por su lugar en un texto progresivo compuesto de fotografías e imágenes.

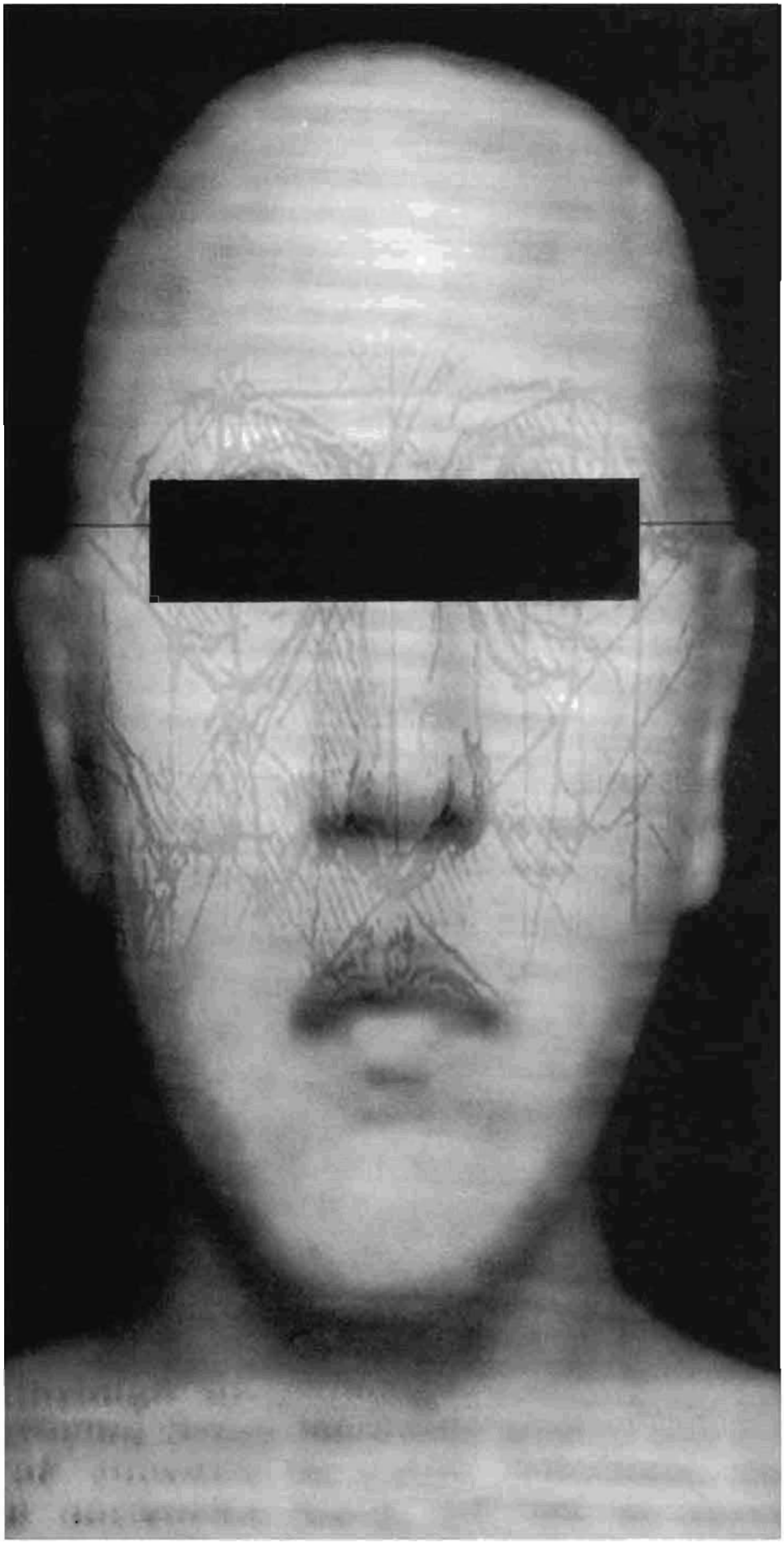
La memoria no es en absoluto unilineal. La memoria funciona de forma radial, es decir, con una cantidad enorme de asociaciones, todas las cuales conducen hacia el mismo acontecimiento.

Si queremos restituir una fotografía al contexto de la experiencia, de la experiencia social, de la memoria social, hemos de respetar las leyes de la memoria. Hemos de situar la fotografía impresa de forma que adquiera algo del sorprendente carácter decisivo de aquello que *fue* y *es*.

Del libro de John Berger, Mirar, Ediciones de la Flor, Buenos Aires, 1998. Traducción de Pilar Vázquez Álvarez.



© **Gerardo Suter**. *Viento*, de la serie *Geografía de la memoria*, 1995.

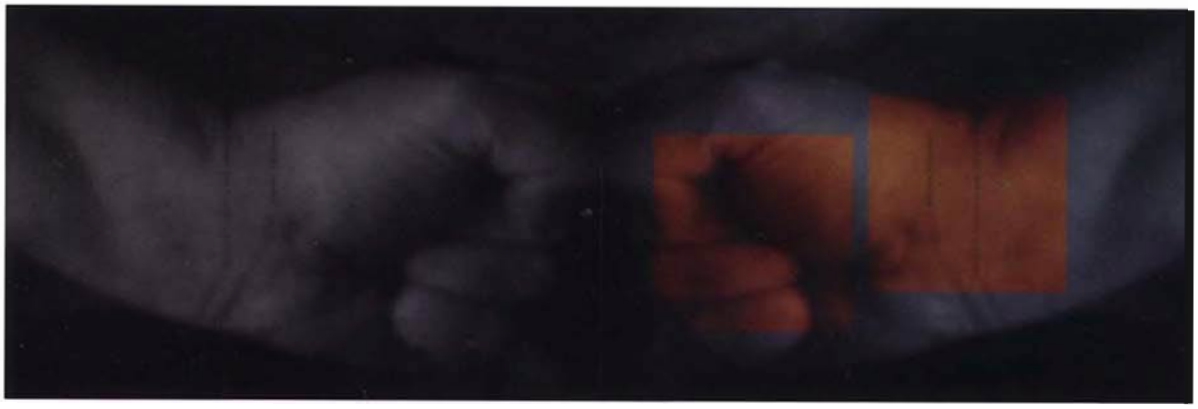


Circulaciones

Pedro Ángel
Palou García

En la disputa eterna entre la tradición y la revolución –incluidos sus vastos ejércitos–, habrá quienes recuerden a Duchamp o a Apollinaire para decir que todo es una recreación de lo ya hecho. Habrá también quienes, por el contrario, afirmen la innovación como el valor supremo y casi único en la obra artística. Ni unos ni otros, parece contestarnos Gerardo Suter.

En su trayectoria, ya vasta, su última instalación, *Circulaciones*, teje los hilos del cuerpo, la memoria y el tiempo. Los elementos de la trenza que nos sirven para vivir la experiencia de su instalación, para instalarnos de viaje, circulando, por su espacio. No nos llamemos a engaño: su ruptura es un largo camino, los resultados de esa búsqueda que es de vanguardia, son los logros de la madurez de una propuesta que aunque inicia en la fotografía dialoga con el lenguaje del video y con pistas sonoras. Se trata, pues, de una foto/video instalación que, estoy seguro, cambiará nuestra manera de ver, por lo que celebramos que el Museo Amparo de Puebla haya sido el recinto que acogió, durante los meses pasados, esta propuesta.

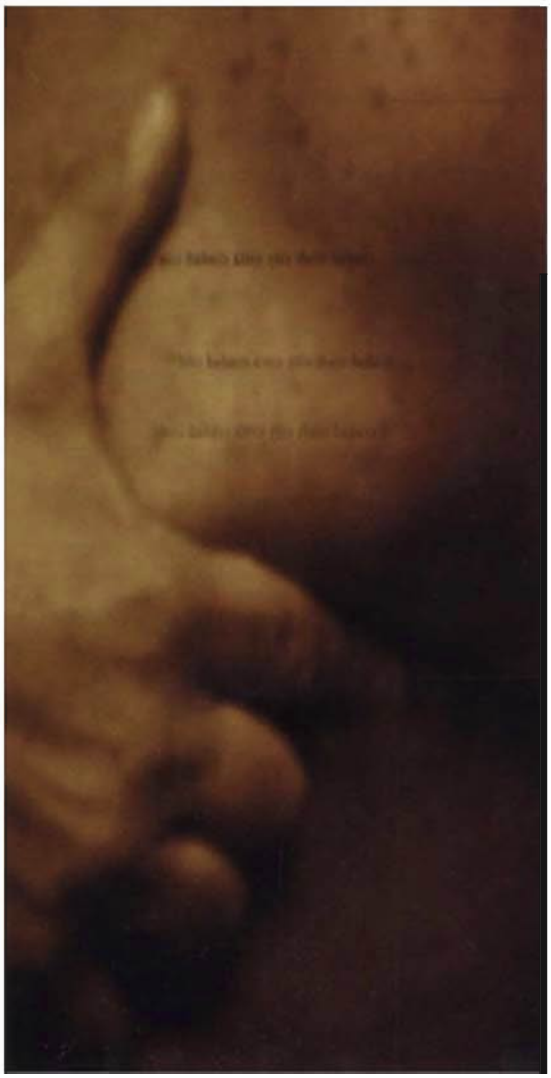


© **Gerardo Suter**, *Circulaciones* (detalles de la instalación), 1999

Desde 1978, en su primera exposición en Puebla, hasta la realizada en la galería de la Americas Society en Nueva York, en 1999, Suter ha sabido convivir con los espacios museográficos y convertirlos en espacios propios, personales. En su obra *Circulaciones* la ciudad será también un cuerpo, una memoria y un tiempo, el de la total interioridad. Cada quien *circulará* por su propia instalación con los textos y pretextos de Suter. No hay vuelta atrás, más que la oscuridad y por ello la memoria irá haciéndose de la superposición de imágenes y de múltiples velos que develan lo que cada uno experimentará ante ellos, siempre con la frase de Thomas Mann entre ceja y ceja: "La belleza te puede perforar como el dolor".

Hay, por supuesto, un dejo de melancolía en la impresionante sobriedad de Suter. Haces de luz que nos guían en la memoria, nos recuerdan que estamos hechos de carne, de arena, de tiempo. Tal vez del tiempo circular de sólo un minuto como en la pieza de arena expuesta en la tercera sala. Una melancolía del amor.

Kierkegaard descubre que tras la idea del amor se revela el sujeto viviente, el hombre de carne y hueso –había asistido en Berlín a los cursos de Schelling en la universidad. El filósofo pronunció la palabra favorita de Sören: *realidad*. El otro como presencia real, criatura extraña, ajena y posible enemiga del yo amante. Ver su *Diario de un seductor* donde propone la idea filosófica de un don Juan reflexivo. Ir al otro para conocer su misterio: "La conciencia aparece en él solamente bajo la forma de un conocimiento más elevado que se expresa como quietud... valiéndose de sus finísimas facultades intelectuales, sabía inducir en



tentación a una joven" –Regina Olsen. Una vez develado el enigma de la amada, la abandona porque el amor se consuma en el descubrimiento. Para Kierkegaard el amor es sólo *momentos prodigiosos, exaltados* que se agotan una vez vividos. Los ojos que miran unos ojos que también miran. "La melancolía es una manera, por tanto, de tener; es la manera de tener no teniendo, de poseer las cosas por el palpitar del tiempo, por su envoltura temporal. Algo así como una posesión de su esencia, puesto que tenemos de ellas lo que nos falta, o sea lo que ellas son estrictamente", dice María Zambrano.

Para mí *Circulaciones* es un libro. Estoy en un libro que es un escenario abierto.

En él, como en la vida, viajo de lo público a lo privado, de lo pedestre a lo esencial, de lo portátil a lo denso. No es cierto. Estoy en un libro que es una biblioteca que es una casa que es una galería de retratos que es un estadio. En él grito, como los otros, los muchos otros que soy yo. No es cierto. Estoy en un libro que discute con sus máscaras como lo hacía Barthes. No es cierto. Estoy en un estadio que es un libro y que es también una calle (los antropólogos la llamarían calzada) donde, desde tiempos inmemoriales, se practica el ejercicio de la instrospección. Estoy en un libro construido con cenizas, escrito entre los renglones de la historia, como colándose por ellos. Estoy en un libro que es la ciudad: "Importa poco no saber orientarse en una ciudad. Perderse, en cambio, en una ciudad como quien se pierde en el bosque requiere aprendizaje". Requiere un guía dispuesto, un libro, o las ruinas del libro. No es cierto. Estoy en un

libro que discute con la modernidad desde la periferia, desde la mirada estrábica del artista plástico latinoamericano, ex-traditado, *obligado siempre a recordar una tradición perdida, forzado a cruzar la frontera, con un ojo puesto en la inteligencia extranjera y el otro en las entrañas de su patria.*

La obra entera de Suter es un guiño, es el gesto supremo de la ironía. ¿Qué significa la risa en el proyecto moderno? Baudelaire define la modernidad como lo transitorio, lo fugaz, lo contingente. La risa irrumpe en ese escenario con una percepción lúdica. La vida aparece como un juego literario y el juego se transfigura en una metáfora de la existencia. El ritmo del mundo se mide con la ironía de lo pasajero, con la burla de lo efímero, con el humor ante la vacilación.

La risa comunica la levedad al orden del mundo.

Italo Calvino incorpora la levedad al *corpus* de los conceptos literarios.

Según su acepción, la levedad participa en un juego de oposiciones, esgrime una resistencia al peso de vivir. Como en la vida lo que elegimos y despreciamos por ser leve no tarda en revelar su propio peso insostenible –dice Calvino–, sería preciso invocar la risa. Porque el humor inyecta levedad en las cosas. ¿La levedad de Calvino es la transparencia de Suter?

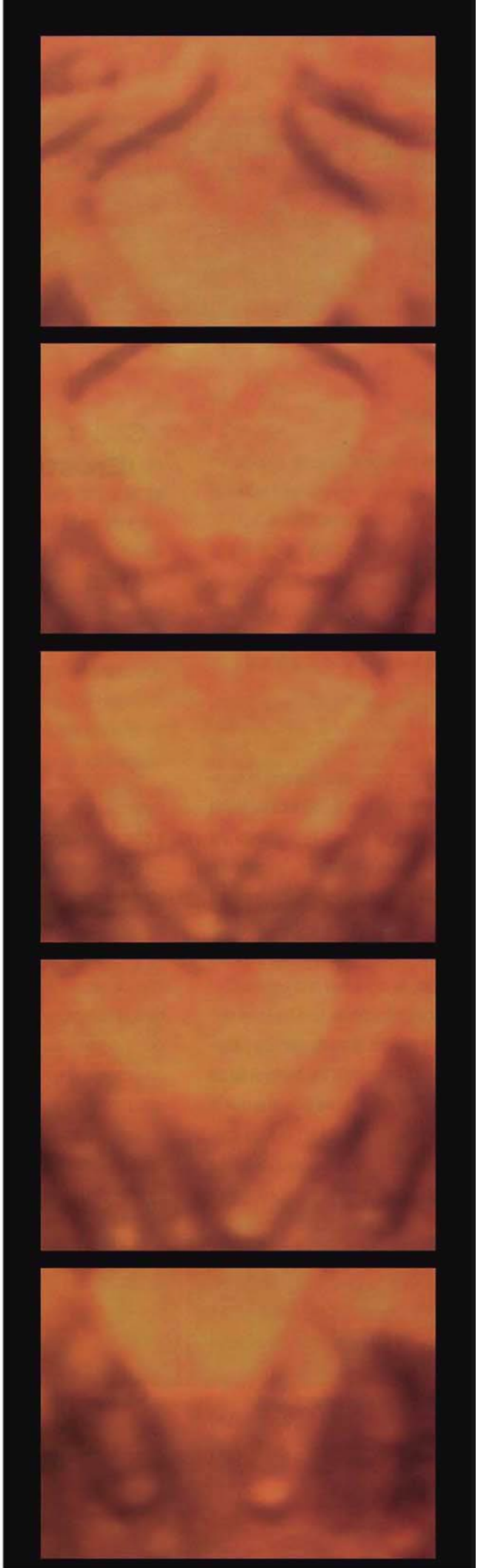
¿Qué se entiende por la oposición entre peso y levedad? "El peso de vivir para Kundera –explica Calvino– está en toda forma de constricción: la tupida red de constricciones públicas y privadas termina por envolver toda existencia en una trama de nudos cada vez más apretados... el humor es lo cómico que ha perdido pesadez corpórea y pone en duda el

yo y el mundo y toda la red de relaciones que lo constituyen... Transmite el sentido de la precariedad de los procesos que las han creado"; para los humoristas la levedad prevalece en las relaciones humanas y nos transmite la fugacidad de la existencia y lo contingente de cada acto, lo pasajero y azaroso que puede ser nuestro comportamiento.

Enrique Lynch, en su ensayo "La moral y la fábula" plantea una duda: "¿Por qué estoy tan dispuesto a ceder en mi autonomía moral cuando me pongo en contacto con la literatura?" (Y nosotros agregamos, con el arte, con la obra plástica, con la instalación, con la fotografía, con la mirada). La fábula y la sátira pertenecen a un género híbrido, bifurcado entre literatura y filosofía. Los relatos o narraciones morales que se producen en la confluencia entre un desasosiego suscitado por el sinsentido de los valores y un anhelo para reformar las conductas individuales. La idea de que la literatura sirve como técnica para cambiar las conductas anima la escritura de los moralidas. ¿En qué punto se tocan estas dos concepciones? Fábula y sátira revierten para moralizar. Sigue Lynch: "¿Por qué es lícito extraer un conocimiento moral de nosotros mismos por el mero hecho de recrear literariamente las acciones protagonizadas por otros?"

Mejor guardo silencio y los invito a circular libremente con Gerardo Suter por estos sus otros laberintos de la memoria, por esta retrospectiva que publica *Elementos*. No será poco lo que lo obtengamos, entonces, de enseñanza moral.

Pedro Ángel Palou García es Secretario de Cultura del Estado de Puebla.



La relatividad del cerebro

Carlos
Eróstegui R.

Hasta hace poco se creía que el cerebro era un ente que funcionaba de forma estática, es decir que la anatomía del cerebro, y más propiamente las conexiones que existen entre las neuronas del sistema nervioso central, quedaban definidas al finalizar su desarrollo. En otras palabras, se creía que una vez establecida una conexión de una neurona con otra dentro del sistema nervioso central, ésta permanecía así hasta el fin de la vida. Por ejemplo, se pensaba que la representación cortical en el área sensorial de una zona cutánea quedaba definida prácticamente en el nacimiento. Sin embargo, en las últimas décadas, este concepto quedó descartado con el desarrollo de la idea de plasticidad cerebral o neuroplasticidad; este concepto echa por tierra la anterior concepción sobre cómo funciona el cerebro, al menos en cuanto a su conectividad.

El concepto de neuroplasticidad fue desarrollado en la década de los ochenta y describe al cerebro como un órgano ya no estático, sino dinámico, es decir, que cambia constantemente su arquitectura, sus relaciones funcionales (la formación de nuevas conexiones implica la creación de sinapsis). Por ejemplo, el área cortical de representación de una superficie u órgano del cuerpo, cambia de acuerdo con el estímulo, y se piensa que este cambio se produce constantemente y puede ser detectado en pocas horas.

La plasticidad puede ser mejor entendida con el siguiente ejemplo. El área somestésica, situada en la circunvolución postcentral, está dividida en cuatro subáreas, una de las cuales corresponde a la mano. Dos investigadores, Merzenick y Kaas y sus colaboradores construyeron un mapa de la representación cortical de la mano en el área somestésica de un mono, mediante el registro unitario extracelular de la actividad neuronal a través de electrodos aplicados en la corteza, antes y después de la sección del nervio mediano, el cual inerva la mayor parte de los receptores táctiles de la palma de la mano. Ellos esperaban que, al seccionar el nervio, no hubiera respuesta en el área cortical correspondiente al nervio seccionado. Sin embargo, en el mapeo posterior a la sección, encontraron que sólo una porción pequeña del área cortical del nervio mediano era silenciosa, y que estimulando en la mano las partes vecinas al área inervada por este nervio, se activaba una parte significativa de la representación cortical del nervio mediano. Por ejemplo, áreas de la palma de la mano que normalmente tienen una representación cortical pequeña, se habían expandido substancialmente a una porción importan-

Elementos 37, 2000, pp. 58-59

© **Gerardo Suter.** *Bitácora* (video), 1997.

te de la representación cortical de la palma después de la sección del mediano.

Esto significa que las neuronas que antes de la sección representaban el área inervada por el mediano, después de la sección habían establecido conexiones con las neuronas que provenían de las áreas vecinas en la mano, es decir se crearon nuevos vínculos entre las neuronas.

Los mapas corticales adultos son diferentes en cada individuo dependiendo de los estímulos a los que haya estado sometido en su historia de vida, los cuales proporcionarán una particular arquitectura a cada cerebro. Esta diferenciación cerebral junto con la variabilidad genética constituyen entonces las bases biológicas para la expresión de la individualidad. Esto último ha sido comprobado por el mismo equipo con un experimento en el que se entrenaron monos para que hagan girar un disco rotatorio con los tres dedos medios de la mano con el fin de obtener jugo de banana. Los monos entrenados fueron sometidos a registro de las neuronas del área somestésica involucrada en la sensación táctil de los tres dedos. En el registro inicial y durante las primeras horas de registro simultáneo con la acción de hacer girar los discos, el área de los tres dedos tenía una cierta extensión, pero después de aproximadamente siete horas de estímulo continuo (hacer girar el disco) el área de la representación cortical de las yemas de los dedos que hacían girar el disco se incrementó significativamente. Esto quiere decir que aun en pocas horas el cerebro cambia y se adapta a las nuevas situaciones que vive un individuo.

La plasticidad puede explicar el fenómeno del aprendizaje y es también, por ahora, una de las formas de abordar algunas enfermedades psiquiátricas llamadas funcionales.

Así, el cerebro con que nos levantamos no es precisamente el mismo cuando nos acostamos; el cerebro de ayer no es el mismo de mañana.

BIBLIOGRAFÍA

Hawking, S., *Historia del Tiempo*, Editorial Crítica, Mexico, 1988.

Kandel, E., "Cellular Mechanisms of Learning and the Biological basis of individuality", en Schwartz J. y Jessell, T., *Principles of Neural Science*, Prentice-Hall International Inc., U.S.A., Tercera edición, 1991.

Peschansky, M., *Le Cerveau en Quatre Dimensions*, Ediciones Hachette, París, 1993.

Carlos Eróstegui R. es profesor de la Escuela de Medicina de la Universidad de Cochabamba, Bolivia.

© **Gerardo Suter.** *El viaje* (video, proyección, sonido), de la serie *Cartografía*, 1996.

Cholula, la ciudad sagrada

Anamaría Ashwell
Fotografías de **John O'Leary**
Volkswagen de México, 1999

Darle sentido a la historia continua de Cholula durante miles de años ha sido una preocupación constante entre los mejores antropólogos y arqueólogos de la historia de México. Todas las crónicas de los conquistadores y catequizadores europeos del siglo XVI se refieren a la ciudad indígena y ninguno escatima elogios para la ciudad colonial...

La ciudad indígena que asombró a Cortés por su significación religiosa, después de 1519 quedó no solo abatida por la conquista militar, sangrienta y despótica que llevaron a cabo los españoles y sus aliados tlaxcaltecas, sino también silenciada por una conquista espiritual que, con la orden mendicante franciscana al frente, puso un empeño formidable para persuadir a todo este pueblo de la urgencia de aceptar ideas nuevas y actitudes distintas que clausuraron toda referencia habitual a las antiguas creencias y costumbres, en menos de un siglo. Los mismos nobles indígenas de la ciudad, que no murieron en el inicial choque militar con los conquistadores, se volcaron atropelladamente, seguidos de sus pueblos, a ese nuevo orden español y cristiano, porque su ciudad había quedado engullida por el caos de la conquista y los dioses antiguos, huidos y destruidos, los habían dejado en la más desoladora orfandad. Así, la antigua Cholula de creencias no cristianas quedó aniquilada aunque también, paradójicamente, arraigada en las construcciones religiosas y arquitectónicas que sobrevivieron a la destrucción; éstas asoman hoy por todos los rincones de la ciudad. **Anamaría Ashwell**

Juan C. Méndez
La curiosidad en la mirada
Introducción de **Ariel Arnal**
Secretaría de Cultura
Gobierno del Estado de Puebla, 1999

Si bien Juan Crisóstomo Méndez (Puebla, 1885-1962) fue reconocido en vida como un excelente fotógrafo de monumentos coloniales, la fototeca Juan C. Méndez de la Secretaría de Cultura del Estado de Puebla conserva una faceta de este fotógrafo mucho más enriquecedora. La diversidad de temas: paisaje, monumentos, la mujer, convierten al archivo de Méndez en un importante fondo gráfico para la documentación de la vida urbana poblana durante la década del treinta. Si bien no encontramos en Méndez el "compromiso social" de la fotografía mexicana coetánea (el Porfiriato, la Revolución o el movimiento cristero), sino más bien la curiosidad del aficionado, *su* mundo y *sus* intereses documentan de una u otra forma la capital poblana de entonces. Tanto su trabajo sobre monumentos coloniales, como la búsqueda furtiva de mujeres en la calle y en lugares públicos, hacen de sus imágenes un punto de reflexión necesario a la hora de inventariar el imaginario urbano poblano para ese periodo. Lo que desde temprano se vislumbra como una personalidad abierta, curiosa y diversa es lo que llevará a Méndez a incursionar en la fotografía. Esta personalidad con relación a la fotografía es sutilmente compleja. La técnica ha sido ya aprendida en la década de los veinte y eso le permite escudriñar con un lenguaje particular sus propios intereses. Lo que Méndez busca en sí y para sí mismo se define a través de un camino de tres senderos paralelos que en ocasiones se bifurcan y en otras se encuentran: el paisaje, la arquitectura y la mujer, todos ellos unidos bajo un solo concepto motor: la curiosidad. **Ariel Arnal**

Tierra de nadie

Hugo Diego Blanco
Fotografías de **Gerardo "Gudinni" Cortina**
Universidad Autónoma de Puebla, 1999

Por un efecto del tiempo las calles parecen rectas pero no lo son. La cuadrícula de su traza esconde un laberinto idéntico al de las relaciones familiares. Un jardín que en verdad es el territorio de una celada; un comedor que en realidad es un tribunal.

Si cada transeúnte guardara en su cartera el mapa de la conciencia de la ciudad, entonces muchas personas sabrían que aquellos signos hechos para no perderse, son un lenguaje cifrado que narra la historia de una hija muerta y la de una madre que perdió la razón a fuerza de aparentar que en el pequeño infierno no pasaba nada. Así se ha conseguido la paz en muchas ocasiones. La tregua fue buscada a través de sustantivos, adverbios y sinónimos. Pero la ciudad ha señalado que los adjetivos son el verdadero dictador de las pasiones humanas. El silencio los irrita y los convierte en violentos escuadrones. Destruyen altares y bibliotecas; alcobas y patios de juego. Nunca son más feroces que cuando la envidia los debilita, y en ese momento la abundancia de palabras graves y esdrújulas se convierte en un almácigo de nuevas creencias. Si se mueve la espada con discursos necesariamente avanzará la sangre y será imposible encontrar sustantivos sin estandarte, adverbios sin botín. **Hugo Diego Blanco**

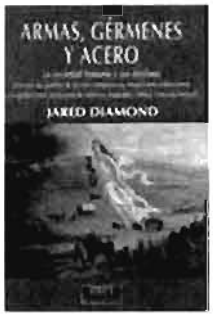
Luna córnea 17

Centro de la Imagen
conaculta,1999

Por diferentes caminos hemos llegado a esta entrega de *Luna córnea*, dedicada a documentar las paradojas que los ojos ciegos le significan a la mirada fotográfica. Explorar el tema de la ceguera en una revista que atiende los privilegios de la vista quizá resulte, para algunos, una provocación. Como lo demuestran la obra del esloveno Evgen Bavcar y las tentativas del oaxaqueño Nigenda, la fotografía no es un territorio para uso exclusivo de los videntes. En el mundo finisecular que dominan las imágenes, en el que existe la posibilidad técnica de habitarlas, de vivir su realidad virtual, los ciegos exigen un lugar y tienen un punto de vista.

Fotografías *desde* la ceguera y fotografías *sobre* la ceguera conforman nuestra reflexión en torno a las fronteras de lo visible y lo invisible. A esos límites se refiere Jaime García Terrés en su poema *Hacer y acontecer:*

ciegos todavía, recomponiendo:
¿quién nos equilibra, pues, las razones
dispersas, las tácitas aventuras,
las acres penumbras de soles negros
en la mira? ¿quién paga las angustias
en el laberinto de nuestra búsqueda?
(¿nadie?): todo ello vale por sí,
o será neblina que se despeja
en las iniciales horas del día. **Patricia Mendoza**



Armas, gérmenes y acero

Jared Diamond
Editorial Debate, 1998

La narración comienza hace 13.000 años, cuando los cazadores-recolectores de la Edad de Piedra constituían la totalidad de la población humana. En aquella época comenzaron a tomar rumbos diferentes en los distintos continentes las sendas de la evolución de las sociedades humanas. La pronta domesticación de animales y el cultivo de plantas silvestres en el Creciente Fértil, China, Mesoamérica, el sureste de los actuales Estados Unidos y otras zonas otorgó una ventaja inicial a los habitantes de estas regiones. Hasta ahora apenas se sabía por qué el trigo y el maíz, la vaca y el cerdo, tan consumidos en el mundo moderno, aparecieron como especies domésticas en esas regiones en particular y no en otras. Los orígenes localizados de la agricultura y la ganadería sólo son una parte de la explicación de los diferentes destinos de los distintos pueblos. La gran desigualdad en el ritmo de difusión de la producción de alimentos desde esos centros iniciales tuvo mucho que ver con otras características climáticas y geográficas. Las sociedades que fueron más allá de la fase de cazadores-recolectores tenían más probabilidades de desarrollar la escritura, la tecnología, las estructuras políticas, las religiones organizadas, además de gérmenes nocivos y poderosas armas de guerra. *Armas, gérmenes y acero* supone un avance fundamental en nuestra comprensión de las sociedades humanas. Expone cómo el mundo moderno y sus desigualdades han llegado a ser como son.

En busca de la memoria
El cerebro, la mente y el pasado

Daniel L. Schacter
Ediciones Grupo Zeta, Barcelona, 1999

Si bien hace veinte años los científicos creían que la memoria era algo mecánico que funcionaba como los archivos de un ordenador, ahora el psicólogo cognitivo Daniel L. Schacter demuestra el papel que desempeñan en el recuerdo las emociones y las experiencias vividas. El autor aporta una evidencia abrumadora para apoyar la tesis de que poseemos más de un sistema mnemónico.

Este libro contiene testimonios de pacientes con amnesias sorprendentes e introduce al lector en el mundo oculto de los recuerdos implícitos, influencias inconcientes del pasado que afectan a nuestro juicio, preferencias y actos. Examina la naturaleza y exactitud de las vivencias emocionales traumáticas, utilizando los últimos avances de la neurociencia cognitiva y se detiene en los falsos recuerdos y en las remembranzas ilusorias que algunas terapias provocan en los pacientes. Schacter asegura que no hay ningún criterio científico que permita establecer diferencias entre estos falsos recuerdos y la evocación de acontecimientos que, efectivamente, ocurrieron.

El psicólogo explica que nuestros recuerdos son los frutos delicados pero poderosos de lo que rememoramos del pasado, creemos sobre el presente e imaginamos acerca del futuro.

Enfermedades neurodegenerativas

Herminia Pasantes, Clorinda Arias, Lourdes Massieu, Alejandro Zentella, Ricardo Tapia
Fondo de Cultura Económica, 1999

Los avances en investigación en las neurociencias han permitido conocer muchos de los procesos fundamentales que permiten a los aproximadamente cien mil millones de neuronas que componen al cerebro humano llevar a cabo su especializada tarea de comunicación. Entre estas numerosas y variadas funciones se encuentran aquellas que permiten al individuo comunicarse con el medio ambiente, mediante los órganos de los sentidos y los movimientos musculares y, por supuesto, las llamadas funciones mentales. De aquí que cuando las neuronas degeneran o mueren, el resultado es la aparición de síntomas de extrema gravedad. Esto es lo que ocurre en las llamadas enfermedades neurodegenerativas. Las causas de estas enfermedades son en su mayoría aún desconocidas, lo cual constituye uno de los más formidables retos de las neurociencias. Sin embargo, ya se empiezan a vislumbrar algunos de los factores y mecanismos que, a nivel molecular, celular y de circuitos neuronales, parecen determinar que las células mueran. Son precisamente estos mecanismos los que constituyen el tema de este libro, que será sin duda una herramienta indispensable para los estudiantes de nivel superior y para los profesionales en biología, biomedicina, neurología, psiquiatría y psicología interesados en entender los factores básicos que pueden producir la muerte neuronal.

El despertar humano

Francisco de Paula, León Olea
Miguel Angel Porrúa, 1995

La visión de Francisco de Paula León para entender la conducta política humana a través de la metodología bioepistemológica, paralela a la evolución del cerebro y la civilización, es por demás sugestiva. Este trabajo aporta un conocimiento profundo a las posibilidades humanas del siglo XXI.

En el campo de las relaciones internacionales, el fin de la guerra fría nos proporciona ahora la oportunidad para competir y cooperar sobre las bases del interés, en sustitución de las ideologías. La revolución de las comunicaciones nos da la oportunidad de llevar a cabo esas actividades con premura, intensidad y capacidad para arribar a un estado de entendimiento del hombre, el cual no tiene paralelo en el récord humano.

Por ello, como dice Francisco de Paula en su conclusión, estamos ciertos de que los seres humanos tenemos en nuestras manos el potencial para resolver los problemas de nuestro tiempo. La cuestión es más bien si poseemos la capacidad para trabajar en el establecimiento de soluciones o en la creación del desastre.

El despertar humano deja clara esta alternativa al mostrar que, teniendo esa opción, ésta es consistente no sólo con nuestra historia sino también con nuestra biología.

Ciencia en el aula

Los alumnos entre la argumentación y el consenso
Antonia Candela
Paidós, México, 1999

Antonia Candela estudia la enseñanza de la ciencia mediante una etnografía del discurso del aula. Su trabajo es excepcional en el sentido de que su enfoque sobre el conocimiento y el discurso está sustentado en los estudios sociales de la ciencia, la retórica y la psicología discursiva. Los estudios sociales de la ciencia han puesto en tela de juicio algunas suposiciones idealizadas que continúan siendo el sostén de gran parte de la teoría y la práctica educativas. Dentro de estos estudios, el análisis de la ciencia en sí misma, como conjunto de prácticas sociales que pueden ser investigadas, se ha centrado en temas como: la naturaleza y funciones del descubrimiento y la manera de dar cuenta de estos "descubrimientos"; la manera en que se llevan a cabo las controversias científicas y cómo son resueltas; el carácter de las observaciones empíricas y cómo son descritas por los propios científicos para producir y justificar los postulados sobre el conocimiento; la organización retórica de los textos y del habla científica; la naturaleza y funciones de la variabilidad de las explicaciones de los científicos.

Además de realizar un estudio ejemplar de cómo es la ciencia en el aula, Candela nos aporta una imagen de lo que podría llegar a ser. Sabemos que una enseñanza adecuada de la ciencia puede ser difícil. Parte de esa dificultad puede ser inducida por las suposiciones de los maestros acerca de cómo debería funcionar la ciencia.

La catedral de Puebla en el arte y en la historia

Montserrat Galí Boadella, Editora
Secretaría de Cultura de Puebla, Arzobispado de Puebla e Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades BUAP, 1999

Las investigaciones reunidas en este volumen se presentaron en el Primer Coloquio sobre Arte en Puebla convocado por el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades en 1997. El tema de este coloquio fue la catedral de Puebla, en sus aspectos históricos y artísticos. En este edificio convergen todos los caminos de nuestra historia social, política y aun económica, por lo menos hasta bien avanzado el siglo XIX. Pero es sobre todo en lo artístico en donde radica la importancia histórica de nuestra catedral, ya que en ella trabajaron nuestros mejores artistas y en ella se cobijan algunas de las obras maestras de esta ciudad: el baldaquino de Tolsá, el Retablo de los Reyes, la cúpula pintada por Villalpando, sin olvidarnos del coro y de la Capilla del Ochavo.

Los colaboradores de este libro proceden en su mayoría de diversas instituciones poblanas, pero se contó con la participación de connotados especialistas tanto del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM como de universidades del extranjero. Con este libro el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades se propone, además, reanudar la investigación sistemática sobre la historia del arte en Puebla, interrumpida tras los brillantes trabajos pioneros de Francisco Pérez de Salazar y de Manuel Toussaint.