73

Frank R. Wilson

LA MANO

De cómo su uso configura el cerebro, el lenguaje y la cultura humana

Frank R. Wilson LA MANO

METATEMAS

Frank R. Wilson

LA MANO

De cómo su uso configura el cerebro,
el lenguaje y la cultura humana

METATEMAS

Libros para pensar la ciencia
Colección dirigida por Jorge Wagensberg

Al cuidado del equipo científico del Museu de la Ciència
de la Fundació "la Caixa"

* Alef, símbolo de los números transfinitos de Cantor

Frank R. Wilson

LA MANO

De cómo su uso configura el cerebro, el lenguaje y la cultura humana

Traducción de Jaime Gavaldá

TUSQUETS
EDITORES

Título original: *The Hand. How Its Use Shapes the Brain, Language and Human Culture*

1.ª edición: septiembre 2002

© 1998 by Frank R. Wilson

© de la traducción: Jaime Gavaldá, 2002
Diseño de la cubierta: BM
Reservados todos los derechos de esta edición para
Tusquets Editores, S.A. - Cesare Cantù, 8 - 08023 Barcelona
www.tusquets-editores.es
ISBN: 84-8310-828-3
Depósito legal: B. 35.707 - 2002
Fotocomposición: David Pablo
Impreso sobre papel Offset-F Crudo de Papelera del Leizarán, S.A. - Guipúzcoa
Liberdúplex, S.L. - Constitución, 19 - 08014 Barcelona
Encuadernación: Reinbook, S.L.
Impreso en España

Índice

P. 13 Agradecimientos
17 Prólogo

29 1. El alba
49 2. El nexo mano-pensamiento-lenguaje
73 3. El brazo que bajamos de los árboles
91 4. Lecciones de títeres de Alejandría y Düsseldorf
105 5. La mano, el ojo y el cielo
121 6. La prensión del pasado
135 7. El pulgar de veinticuatro quilates
153 8. La mano derecha sabe qué acaba de hacer la izquierda
169 9. Malos chicos, polilitos y revolución heterotécnica
187 10. La mano articulada
213 11. *Prestissimo* afinado y en evolución
233 12. De Lucy a LuLu y a Rose
245 13. Dura, tierna y tenaz
261 14. Oculto en la mano
279 15. Una cabeza para las manos
297 Epílogo

311 Apéndices
317 Notas
371 Bibliografía
381 Índice onomástico

Para Pat, Suzanna y Jeff,
sin quienes nada tendría sentido

Soy un pájaro muy viejo y sabio, pero no un ermitaño en el desierto que sólo puede profetizar cuando sus intestinos se retuercen de hambre. Estoy sumergido profundamente en el viejo rompecabezas del hombre, tratando de ligar la sabiduría del cuerpo con la sabiduría del espíritu hasta que los dos sean uno. A mi edad, el espíritu no puede separarse del cuerpo sin dolor ni destrucción, desde los que sólo pueden decirse mentiras desatinadas.

Padre Ignacio Blazon
en *Fifth Business,* de Robertson Davies

Agradecimientos

Comencé a trabajar en este libro en el verano de 1989, cuando inicié un año sabático en el Departamento de Neurología de la Universidad de Düsseldorf, en lo que entonces era la Alemania Occidental. Aquél fue un buen año para ese viaje: cayó el Muro de Berlín, junto con los gobiernos tiránicos del Este, y el mundo empezó a buscar una nueva comprensión de sí mismo. Nadie sabía, ni podía aventurar, qué vendría a continuación.

Como el lector comprobará, *apenas sabíamos qué vendría a continuación* es un tema clásico en evolución, al que volveremos una y otra vez en este libro. También es una descripción del viaje que comenzamos mi esposa y yo al partir de Nueva York rumbo a Southhampton a bordo del *QEII*. Desde aquella partida optimista y esperanzada, más de una vez he tenido buenas razones para recordar las proféticas palabras de Lauren Sosniak (de cuya labor en el proyecto de investigación del desarrollo del talento, de la Universidad de Chicago, hablaré más adelante en este mismo libro): «Al principio, nadie sabía en qué se vería envuelto, ni cuánto duraría, ni adónde conduciría».

Escribir este libro ha sido algo así —*exactamente* así— y ahora me enfrento a la seria pero feliz tarea de dar las gracias a las muchas personas que han contribuido, durante un dilatado periodo de tiempo, al inesperado logro que, creo, representa nuestros esfuerzos conjuntos. Nadie podría haber planeado el libro que finalmente ha surgido de esta aventura cooperativa, ni nadie puede saber qué vendrá a continuación, cómo se recibirán estas ideas y experiencias. Pero pienso que podemos enorgullecernos de lo que hemos intentado explicar, y preguntarnos.

En primer lugar, deseo expresar mi profunda gratitud a Dan Frank, mi editor de Pantheon, por la atención y el interés que dispensó a este proyecto durante su larga gestación, guiando pacientemente el desarrollo de su temática y la definición de sus límites. A medida que se aproximaba la publicación del libro conocí a otras muchas personas de Pantheon con las que pude contar, y cuya afectuosa atención hacia este proyecto me hizo sentir como si formara parte de su familia: Kristen Bearse, Ed Cohen, Sharon Dougherty, Kathy Grasso, Jay Gress, Altie Karper,

Grace McVeigh, Claudine O'Hearn y Meryl Zegarek. Mi más profundo agradecimiento también para mi agente Rosalie Siegel, que nunca perdió la paciencia cuando dos años se convirtieron en cuatro y cuatro en ocho. Rosalie nunca perdió su sentido del humor ni permitió que ninguna nube oscura se posara en nuestro horizonte.

Poco después de que Pat y yo nos trasladáramos a Düsseldorf, me reuní con Anton Bachleitner, director del Düsseldorf Marionette Theater, con quien tuve una entrevista formal. Este sorprendente encuentro me catapultó a una serie de entrevistas similares, cuyo poderoso mensaje colectivo me recordaba la famosa frase de Wilder Penfield, uno de los grandes patriarcas de la neurología y la neurocirugía: *La neurologie cherche à comprendre l'homme lui-même* (La neurología trata de comprender al hombre en sí mismo). A todos los que han compartido sus relatos conmigo (la mayoría, pero no todos los que el lector encontrará en estas páginas) les doy las gracias y les aseguro que cada uno de ellos vive por igual en el corazón de este libro: Robert Albo, Anton Bachleitner, Jeanne Bamberger, Anat Baniel, Meg Bennett, Jochen Blum, Nancy Byl, Joseph Cleary, Matthew Dickey, Leonard Gordon, David Hall, Barbara Hansen, Reed Hearon, Elizabeth Jones, Harlan Lane, George McLean, Mark Mitton, Richard Moore, Robert Norman, Patrick O'Brien, Loren Pedersen, Serge Percelly, David Ransom, Jack Schafer, Dorothy Taubman, Richard Unger y Richard Young.

Varias personas que fueron particularmente generosas con su tiempo, conocimiento profesional y entusiasmo me ayudaron a desarrollar y ensamblar los temas científicos, docentes y profesionales del libro: Jeanne Bamberger, Harlan Lane, Mary Marzke, Mark Mitton y Pat O'Brien. También agradezco a Donald Johanson haber puesto a mi disposición las ilustraciones de la colección del Instituto de Orígenes Humanos de la Universidad de Arizona. Dos preeminentes titiriteros británicos, George Speaight y Ted Baresford, aportaron una importante información sobre la historia de los títeres. El doctor Anastassios Simonidis, cónsul general de la República de Chipre en San Francisco, me guió con amabilidad y paciencia por un laberinto de terminología griega hasta un tesoro de importantísima información sobre la antigua medicina y el arte de los titiriteros en Grecia.

En algunos momentos críticos, varias personas me brindaron acceso, consejo, aislamiento y/o refugio: Marit Bakke, John Beebe, Martha Crewe, Susan y Robert Guerguy, Bonnie Helms, Rober Hopcke, Elizabeth Jones, Steve Kaye, Katie Clare Mazzeo, Helmut Möller, Loren Pedersen, Earl Reeve, Lynn Rogers, Barry y Norma Fisher Saipe, David Turner y Richard Unger (y Alana, y Shannon McCarthy). Peter F. Ost-

wald —mentor, colega y amigo— fue inspiración y ejemplo a lo largo de los muchos años de nuestra asociación en la Escuela de Medicina de la Universidad de California en San Francisco, y me satisface que nuestra amistad continúe ganando sentido a través del entusiasmo y el temple de Lise Deschamps Ostwald, que ha llevado adelante la labor de Peter con destreza y acierto extraordinarios.

Dejando atrás los comienzos formales de este libro y continuando hasta el presente, muchos colegas profesionales han animado e influido en las ideas expuestas y han ejercido una importante influencia en su carácter y orientación. Por todo este aliento y aportación, y por la incomparable alegría de una vida dedicada a la medicina y la neurología, mi más profundo agradecimiento y aprecio a: Susan Brown, Ted Boroian, Nancy Byl, Wally Cook, David Cooke, Robert Feldman, Robert Fishman, Robert Freeman, Hans-Joachim y Elsche Freund, Sid Gilman, Mark Hallet, Volker Hömberg, Robert Joynt, Julie Krevans, David Marsden, Mike Merzenich, Sorna y Eva Rajan, Flaviu Romanul, Oliver Sacks, Seymour Sarason, Robert Silverman, Holly Smith, Raoul Tubiana y Christoph Wagner.

Desde el principio, varios amigos han velado por este libro de una manera única e inapreciable: George Moore, neurofisiólogo, violonchelista y provocador sin pausa, que me presentó *The Hand*, de Sir Charles Bell, y luego nunca cesó de recordarme el libro que tenía que escribir; Jack Meehan, profesor de música y maestro en el arte de la vida equilibrada, que me ha mantenido a tono con sus manos, su sentido del humor y su corazón; Clara Toms, mi asistente durante muchos años, que manejaba cada problema como si nada ocurriese, que se anticipaba a cada necesidad y que velaba por mí y mi familia como si fuese la suya propia; Franz Roehmann, compositor, educador, montañero, esquiador y saxofonista, que ha sido el amigo más solícito y amable que seguramente nadie podría esperar tener; mi hermana menor, Julie Massey, cuya pasión por el teatro da energía y esplendor al día en The Goodman de Chicago, y que despertará al lector con inteligencia y entusiasmo, como hacen los actores, cuando no mira o escucha tan atentamente como debería.

Finalmente, con mi más profundo afecto, quiero recordar a varias personas cuyo devoto trabajo y amor a la vida han dejado una huella profunda y perenne, y que han desaparecido en su forma superficial o *terrenal:* mi madre y mi padre (cuyas cálidas y cariñosas manos todavía puedo ver y sentir), Eloise Ristad, John Blancking, Rosario Mazzeo y Michael Hendren. Cada uno de ellos, lo sé, continúa suscitando alegría, amor y pasión por el camino abierto en el insospechado pero afortunado vivir, como predijo D.H. Lawrence en *Fantasia of the Unconscious:*

«Los seres vivos viven y después mueren. Fallecen, como sabemos, para convertirse en oxígeno, nitrógeno y otras cosas. Pero lo que no sabemos, y quizá podríamos conocer algo más, es cómo pasan directamente a la vida, es decir, cómo se convierten en seres vivos. En otras palabras, ¿cuántas almas muertas vuelan por encima de nuestro desorden como golondrinas y construyen nidos bajo los aleros de los seres vivos? ¿Cuántas almas muertas, como golondrinas, pensamientos agitados y engendrados, e instintos hay bajo el techo de mis cabellos y los aleros de mi frente? No lo sé, pero creo que muchas. Y espero que lo pasen bien. Y espero que no demasiadas de ellas sean murciélagos».[1]

Prólogo

Esta mañana temprano, antes de levantarte, tus manos y tus brazos han vuelto a la vida, estimulando tu débil y desvalido cuerpo para afrontar el nuevo día. Puede que hayas empezado el día arremetiendo contra el silenciador del radio-reloj o el despertador de la mesilla de noche para apagar el irritante timbre. Superado el impacto del despertar, puede que te hayas sacudido el entumecimiento, el hormigueo del brazo sobre el que has estado durmiendo, que te hayas rascado e incluso hayas acariciado o abrazado a alguien que tenías al lado.

Después de remolonear bajo las sábanas y adoptar una posición más cómoda, te has dado cuenta de que ya tenías que estar levantado. Luego ha venido toda la rutina circense de las ruidosas maniobras en el cuarto de baño: el giro de los pomos de los grifos, la apertura y el cierre de las puertas del servicio y la ducha, la vuelta a colocar la tapa del sanitario en su posición correcta... Debes haber manejado cosas resbaladizas: jabón, cepillos, tubos y pequeñas botellas con tapones y tapas que hay que girar o levantar. Si te afeitas, una navaja se ha deslizado bajo tu nariz y por tu barbilla; si te maquillas, lápices, cepillos y tubos habrán dado color a tus párpados, mejillas y labios.

Cada mañana empieza con cierto ritual en nuestra carrera de obstáculos privada: objetos que deben abrirse y cerrarse, alzarse o presionarse, retorcerse o doblarse, extraerse, mezclarse o atarse, así como algo del desayuno que debe mondarse, exprimirse, tostarse, prepararse, cocerse o freírse. Las manos se mueven tan hábilmente en este terreno que no reparamos en sus logros.[1]

¿Qué *sería* de nosotros sin las manos? Nuestras vidas están tan llenas de experiencias corrientes en las que intervienen las manos de manera tan hábil y silenciosa que raramente pensamos en lo mucho que dependemos de ellas. Reparamos en nuestras manos cuando nos las lavamos, cuando tenemos que cortarnos las uñas o cuando aparecen unas arrugas y unas pequeñas manchas pardas que empiezan a inquietarnos. También les prestamos atención cuando nos las lesionamos o nos duelen.

El libro que tiene el lector delante es una meditación sobre la mano

humana, nacida de casi dos décadas de experiencias personales y profesionales que me impulsaron a querer saber más sobre el tema. Dos vivencias tuvieron una influencia capital: la primera fue mi experiencia como músico novato, cuando intenté aprender a tocar el piano de adulto; la segunda fue tratar con pacientes que tenían dificultades para emplear sus manos, siendo ya un neurólogo veterano. Cada experiencia aportó lecciones propias e indelebles; cada una engendró su propia progenie de preguntas.

Como casi todo el mundo, he pasado la mayor parte de mi vida ignorando el trabajo de mis manos. Mi primer intento serio de dominar una destreza manual en interés propio fue ante un piano. Por aquella época yo ya había entrado en la cuarentena y, en mi doble papel de padre y neurólogo, me sentí fascinado por el vuelo pianístico de mi hija de doce años, Suzanna. «¿Cómo logra que sus dedos se muevan tan deprisa?» fue la pregunta que se me ocurrió después de un buen rato de oírla. Leí todo lo que pude sobre el tema y, finalmente, me di cuenta de que nunca podría encontrar la respuesta hasta que yo mismo me pusiese al piano.[2]

Como principiante, imaginaba que el aprendizaje musical iría tal como lo plantean los profesores de música: empezar con piezas sencillas, aprender los nombres de las notas, practicar escalas y ejercicios, memorizar piezas, tocar en recitales de estudiantes para luego atreverse, de manera indecisa o resuelta, con composiciones cada vez más difíciles. Pero, a lo largo de cinco años de estudio, mi experiencia personal se fue desviando cada vez más de este itinerario. No es que yo fuese rápido o lento, que tuviese sentido musical o no; en diversos momentos me sucedió alguna de estas cosas. A pesar de los consejos de un experto profesor armado con los cánones más alambicados de la pedagogía musical, la empresa estuvo llena de inesperados giros, cambios de dirección y desviaciones. Es como si en mi interior *ya* existiera un plan para convertirme en músico; modesto, desde luego, pero un plan al fin y al cabo. Los protocolos musicales simplemente establecieron los términos cognitivos, motores, emocionales y sociales específicos, conforme a los cuales los movimientos de los dedos y las manos, al principio inseguros y torpes, se hacían cada vez más precisos y fluidos. Como esperaba demostrar (incluso para satisfacción de los profesores de música) podría haber asistido con la misma facilidad a una clase de talla de madera, de arreglos florales o de montaje de motores de automóviles de carreras.

Después de estudiar piano unos cuantos años, empecé a tratar con músicos como pacientes. La mayoría de ellos acudía a mí con la esperanza de que un médico con formación musical entendería mejor sus problemas físicos. Posteriormente vinieron «casos de mano» procedentes de

restaurantes, bancos, comisarías de policía, consultorios dentales, tiendas de maquinaria, salones de belleza, hospitales y ranchos. Todos acudían por la misma sencilla razón: no podían efectuar su trabajo sin un par de manos que funcionasen.

Un importante cambio de rumbo en mis ideas se produjo a raíz de una exposición que hice ante un grupo de músicos sobre un problema particularmente difícil y enigmático llamado «calambre del músico». Había llevado conmigo un vídeo para proyectarlo durante la conferencia, una breve miscelánea clínico-musical de manos lesionadas o que habían perdido misteriosamente su anterior destreza: unas manos que antes habían sido ágiles, ligeras y deslumbrantemente rápidas, ahora apenas podían arrancar unas notas de pianos, guitarras, flautas y violines. A los pocos minutos de película, uno de los presentes —un guitarrista— se desmayó. Quedé asombrado. No era ninguna de esas escenas grotescas que se ven a veces en las películas de hospitales; sólo mostraba músicos incapaces de tocar sus instrumentos. Cuando sucedió lo mismo en otra exposición, y luego en una tercera, quedé realmente preocupado. Estaba convencido de que se me habían escapado sutilezas o sentidos ocultos que sólo resultaban evidentes para algunos espectadores. Hasta mucho más tarde no logré comprender el mensaje real que expresaban aquellos desvanecimientos.

Ahora entiendo que no aprecié la diferencia que hay entre el compromiso personal de una carrera musical y el interés del *amateur*, incluso del que se lo toma más en serio. Aunque yo había trabajado muy duramente como estudiante de piano aficionado y le había dedicado mucho tiempo al asunto, aquello no era *mi vida*. En consecuencia, no tuve en cuenta la profunda empatía que sentían algunos de los espectadores de aquella película hacia los músicos incapacitados. Además (y esto es una lección que aprendí, persona a persona, de las entrevistas con no músicos para este libro) cuando un deseo personal nos impulsa a aprender a hacer algo bien con nuestras manos, se inicia un proceso extremadamente complicado que dota al trabajo de una fuerte carga emocional. Las personas cambian, al parecer de manera significativa e irreversible, cuando se funden el movimiento, el pensamiento y la sensibilidad durante la búsqueda activa y a largo plazo de los objetivos personales.

Los músicos profesionales son emotivos no sólo porque estén comprometidos con su trabajo o porque éste requiera la expresión pública de sus emociones. El compromiso del músico con sus manos es la consecuencia del intenso esfuerzo en virtud del cual éstas se transforman en el instrumento físico para la realización de sus propias ideas o la comunicación de sentimientos íntimamente guardados. Esto vale también para es-

cultores, artesanos, joyeros, malabaristas y cirujanos cuando están profundamente inmersos en su trabajo. Es más que simple satisfacción o contento: a los músicos, por ejemplo, les encanta trabajar y se sienten desgraciados cuando no pueden hacerlo; raramente aceptan con agrado unas vacaciones no programadas a no ser que sean muy cortas. Llama mucho la atención que unas personas que normalmente se permiten tan poco reposo en una disciplina tan absorbente (y, según algunas opiniones, escasamente gratificante) no puedan prescindir de ella. El músico en pleno vuelo es un ser extático, y la misma persona con las alas cortadas es una carga de dinamita con la espoleta activada. La palabra «pasión» describe esta atadura tan fuerte. Cuando logré comprender cómo se genera dicha atadura, la misión de este libro pasó a ser la exposición de las raíces físicas ocultas de la aptitud humana única para el trabajo apasionado y creativo. Ahora estoy absolutamente convencido de que estas raíces son más que profundas y más que antiguas. Vienen de muy abajo y muy atrás en el tiempo, desde mucho antes del alba de la historia humana, desde los orígenes mismos de la vida primate en este planeta.

La paleoantropología (el estudio de los orígenes de la humanidad) ha llegado más al público a través de dibujos animados que de obras serias. Pero esta disciplina aparentemente tan árida despierta ahora el interés de un público cautivado. Esto se debe a los asombrosos descubrimientos y brillantes informes de los pioneros más eminentes de la paleoantropología moderna: la familia Leakey en Kenia, Donald Johanson y, por supuesto, Stephen Jay Gould. La nueva información obtenida de los fragmentos de esqueletos fosilizados con una antigüedad de millones de años ha avivado la teoría de la evolución y la ha incorporado a las ciencias del desarrollo y el comportamiento, la lingüística y hasta las neurociencias. La figura de Charles Darwin y sus ideas vuelven a ser tan ampliamente discutidas y debatidas como lo fueron a mediados del siglo XIX. Evidentemente, la reciente explosión de publicaciones sobre Darwin, el *neo*darwinismo, el darwinismo *universal* y hasta el darwinismo *neurológico* avalan su genialidad; con el paso del tiempo, la influencia de sus puntos de vista y de sus trabajos no cesa de crecer.

El renovado interés por Darwin encuentra una silenciosa pero importantísima contrapartida en el reciente, pero también creciente, conocimiento de la vida y la obra, ambas notables, de Sir Charles Bell, cirujano escocés contemporáneo de Darwin y uno de los más respetados estudiosos de la anatomía comparada de su época. Ya muy joven, además de estudiar dibujo, ayudaba a su hermano mayor en las clases de anatomía. En 1806, después de trasladarse de Edimburgo a Londres y de convertirse él mismo en profesor de anatomía, publicó *Essays on the Anatomy of Ex-*

pression in Painting, un libro que fue muy popular tanto entre los artistas como entre los cirujanos, y que se mantuvo en prensa durante más de 40 años. El trabajo de Bell sobre anatomía comparada era bien conocido por Darwin, y sus *Essays* presagiaban la publicación por este último, en 1872, de *La expresión de las emociones en el hombre y los animales*.

En 1833, cuando Darwin había cubierto cerca de la mitad de su épico viaje de cinco años a bordo del *Beagle*, Bell terminó y publicó el cuarto tratado Bridgewater: *The Hand, Its Mechanism and Vital Endowments, as Evincing Design*. De acuerdo con las condiciones de la donación Bridgewater, Bell pretendió que este libro ayudara al establecimiento de la biología como apoyo de la fe religiosa. Pero el resultado fue otro. Su análisis de las consecuencias comportamentales de la variación de la estructura anatómica y sus puntos de vista sobre la relación entre movimiento, percepción y aprendizaje eran revolucionarios y muy importantes. El libro, junto con la obra de Bell sobre la anatomía del sistema nervioso, tuvieron una influencia bastante mayor en el desarrollo de la neuropsicología que en el pensamiento o el debate religiosos.

Es realmente asombroso leer ahora *The Hand* de Bell, porque su singular mensaje —ningún relato serio de la vida humana puede ignorar la importancia central de la mano— sigue siendo tan incisivo como cuando se publicó por primera vez.[3] Como admonición a la ciencia cognitiva, este mensaje es plenamente actual. Es más, yo iría más lejos y diría que cualquier teoría de la inteligencia humana que ignore la interdependencia entre la mano y la función cerebral, sus orígenes históricos o la influencia de esta historia en la dinámica del desarrollo del ser humano moderno es, en términos generales, errónea y estéril.

Siguiendo a Bell, empezaremos con un breve repaso de lo que se conoce como el calendario evolutivo del hombre (y de su mano) y luego pasaremos al presente —a la «década del cerebro»— para considerar los esfuerzos más recientes de los antropólogos y neurólogos para crear un calendario comparable de la evolución de la inteligencia. Este repaso preliminar es esencial para un capítulo posterior del lenguaje humano y un comentario sobre el papel que algunos teóricos atribuyen a la mano en la aparición del pensamiento simbólico.

Continuaremos con una exhaustiva revisión de conjunto de los mecanismos anatómicos y fisiológicos necesarios para la función de la mano. No es posible comprender la mano como una parte dinámica del cuerpo, ni abordar con seguridad cuestiones más amplias concernientes a su relación con la función cerebral o el desarrollo humano, sin un mínimo conocimiento de los fundamentos de su estructura y función. Ahora bien, ¿qué queremos decir con «la mano»? ¿Debemos definirla según sus límites físi-

cos visibles? Desde la perspectiva de una anatomía *superficial* clásica, la mano se extiende desde la muñeca hasta las puntas de los dedos. Pero, bajo la piel, estos límites son sólo una abstracción, una línea trazada a lápiz por los «cartógrafos» que no nos dice nada acerca de qué es la mano o cómo trabaja en realidad.

A ambos lados de la muñeca, bajo una fina capa de piel y tejido conjuntivo, de la mano al antebrazo pasan tendones blancos y nervios filiformes. ¿Forman parte de la mano los tendones que pasan por la muñeca hasta el antebrazo? Después de todo, sólo podemos tamborilear con las uñas o utilizar un lápiz gracias a la tracción de los tendones y músculos anclados cerca del codo. Desde la perspectiva de la anatomía *biomecánica*, la mano es una parte integrante del brazo, una terminación especializada de una estructura articulada que, a modo de grúa, cuelga del hombro y de la parte superior del pecho. Si estamos de acuerdo en que la mano debe conceptualizarse en términos biomecánicos, nos enfrentamos a definiciones más complejas. Sabríamos muy poco sobre las acciones de la mano viva si no fuera por la observación de los efectos de las lesiones en su función; estas observaciones están bien documentadas desde los tiempos de la antigua Grecia, cuando ya se sabía que un músculo podía quedar permanentemente paralizado cortando un fino filamento blanco que de alguna manera lo activaba. Estos filamentos se llaman nervios, y los médicos y los anatomistas de la antigua Alejandría ya sabían que los nervios tienen su origen en la médula espinal. Ante este hecho, ¿qué debemos hacer? ¿Debemos considerar los nervios que controlan los músculos y tendones que mueven la mano como parte de ella?

Otro conjunto de observaciones, iniciadas hace algo más de un siglo, ha puesto de manifiesto que la mano puede quedar inutilizada por una lesión cerebral causada por una caída, una herida de bala o un proceso patológico (apoplejía, esclerosis múltiple o enfermedad de Parkinson, entre otros). Las patologías asociadas a enfermedades o lesiones específicas, confinadas en diferentes partes del cerebro, pueden tener efectos completamente diferentes y característicos sobre la función de la mano. ¿Deben considerarse parte de la mano las áreas del cerebro que regulan su función? Desde el punto de vista de la anatomía *fisiológica* o *funcional*, la respuesta es sí. No hace falta seguir para darnos cuenta de que una definición precisa de la mano está más allá de nuestras posibilidades. Aunque comprendamos el significado convencional del término anatómico, no podremos decir con seguridad dónde empieza y termina en el cuerpo la mano propiamente dicha, su control y su influencia.

El problema de entender qué *es* la mano se complica infinitamente, y la investigación se hace inabarcable, cuando pretendemos explicar los dis-

tintos modos en que la gente utiliza sus manos, o comprender cómo se adquiere la destreza en su uso. Es decir, cuando aplicamos las manos a la vida real y nos enfrentamos a los mundos ilimitados y solapados de la función sensomotora y cognitiva, más las infinitas combinaciones de velocidad, fuerza y destreza que se observan en las habilidades y conductas humanas. También nos enfrentamos a los caprichos del aprendizaje humano. Consideremos la siguiente secuencia de acontecimientos:

> «Dos personas del mismo sexo y aproximadamente la misma edad, complexión física y educación empiezan lecciones de piano y de juegos malabares. Al cabo de un mes, el primer estudiante parece progresar más deprisa con el piano que con el malabarismo, mientras que con el segundo parece ocurrir lo contrario, y cada cual dice que sus manos parecen estar mejor dotadas para una actividad que para la otra. En respuesta a estos resultados divergentes, se modifican las lecciones de piano y de malabarismo para cada estudiante, introduciendo todos los cambios que se supone pueden equilibrar los niveles de destreza de ambos estudiantes. Sin embargo, con el paso del tiempo, y a pesar de todos los esfuerzos para remediarlo, las diferencias de rendimiento *aumentan*. No importa qué se haga: el primer estudiante continúa mejorando más rápidamente en el piano que en el malabarismo, y el segundo continúa haciendo lo contrario».

¿Por qué ocurre esto? ¿Es que existen diferencias estructurales importantes pero invisibles en las manos de ambos? ¿Podríamos explicar las diferencias en sus habilidades para perfeccionar esas destrezas concretas si supiéramos más sobre la anatomía y la biomecánica de sus manos y brazos? Quizás. ¿O deberíamos acudir a la *ciencia del cerebro* para explicar la discrepancia? En el mejor de los casos, la respuesta vuelve a ser: quizá. Si bien es verdad que la mano no emerge sin más del extremo de la muñeca, no es menos cierto que el cerebro no es un centro de mando solitario que flota libremente en su cómoda cabina craneal. El movimiento corporal y la actividad cerebral son funcionalmente interdependientes, y su sinergia está tan poderosamente formulada que ninguna ciencia o disciplina puede explicar por sí sola la destreza o la conducta humanas. De hecho, no es nada obvio que ésta sea una cuestión *científica*. La mano está tan ampliamente representada en el cerebro, sus elementos neurológicos y biomecánicos son tan propensos a la interacción y la reorganización espontánea, y los motivos y esfuerzos que dan lugar a los usos individuales de la mano tienen unas raíces tan profundas y extensas, que debemos admitir que estamos tratando de explicar un imperativo básico de la vida humana.

Finalmente, esta «meditación» trata de yuxtaponer e integrar tres perspectivas totalmente dispares sobre el papel de la mano en la vida humana:

1) la perspectiva antropológica y evolutiva: de dónde procede la mano humana y cómo adquirió el repertorio de movimientos que le han dado un papel central en la vida y la supervivencia humanas;

2) la perspectiva biomecánica y fisiológica: la ingeniería de la estructura y la función especializada de un miembro superior que ya no se emplea para soportar peso y cuya configuración terminal está adaptada para manejar objetos exteriores;

3) la perspectiva neurocomportamental y ontogénica: cómo se desarrollan y refinan las interacciones entre la mano y el cerebro, y cómo se relaciona este proceso con el carácter único del pensamiento, el desarrollo y la creatividad humanos.

La última de estas tres perspectivas es la que más parece necesitar una aclaración.

En el año 1990 yo estaba en Alemania investigando los problemas de ejecución de los músicos en un laboratorio de la Universidad de Düsseldorf. Ya he comentado que estaba interesado en los calambres de la mano, un problema que comparaba en mi imaginación con una marioneta cuyos cordeles se habían enmarañado por arriba. Puesto que Düsseldorf es la sede de un importante teatro de marionetas, me puse en contacto con su director, Anton Bachleitner, para averiguar cómo funcionan estos muñecos. Inevitablemente, nuestra conversación sobre las marionetas derivó hacia el interés de Bachleitner por ellas. Bachleitner, un treintañero que había vivido desde los ocho años en aquel mundillo, insistía en que el primer día que puso sus ojos en una marioneta encontró la vocación de su vida. Tallador magistral, ha diseñado, esculpido y pintado casi todas las marionetas de los espectáculos producidos por su compañía; adiestra él mismo a todos sus colaboradores, elige y adapta los números y participa personalmente en ellos. Como todos los músicos que he conocido, vive a través de sus manos.

¿Cómo pudo Bachleitner saber, con ocho años, que aquello era lo que haría durante el resto de su vida? La descripción de su toma de conciencia no parece sólo la fantasía escapista de un niño; él *sabía* lo que quería hacer con su vida, actuó enseguida de acuerdo con esa intuición y obtuvo lo que deseaba. ¿Qué pudo justificar esta clara y primera visión de una vida futura y la mezcla fortuita de aptitudes que iba a necesitar? ¿Y cómo podemos explicar la franqueza y la ingenuidad con que aceptó la idea del lugar al que pertenecía?

A medida que localizaba y entrevistaba a otras personas cuyas profesiones dependían de un inhabitual y refinado control de la mano, comprobé que la mayoría de ellas podía expresar en cinco minutos las exigencias, puramente de procedimiento, de su trabajo. Pero comprender del todo cómo habían llegado a esa certeza y la habían convertido en profesión era otro asunto. Cada uno había hecho una serie de descubrimientos sucesivos, seguidos de un imperioso deseo de aprender más y de la determinación para «hacerlo bien» o «encontrar la verdad», sin que importasen los obstáculos. Este proceso siempre desembocaba en una personalización distintiva de su trabajo y un creciente sentido (o exigencia) de independencia. Normalmente, el proceso no resultaba ser muy diferente de mi propia experiencia con las lecciones de piano: espontaneidad, nada parecido a lo que se encontraba en los libros.

En estas historias también descubrí signos de inevitabilidad, como el pensamiento de que siempre habían sabido cuál era su sitio, igual que Bachleitner.

¿Están las personas predispuestas genéticamente a una vocación concreta basada en una aptitud biológica? De ser así, ¿podría predisponer la constitución genética de ciertas personas a actividades en las que es indispensable una habilidad manual refinada? En tal caso, ¿qué implicaciones tendría esto sobre nuestros tan estimados conceptos de inteligencia y aptitud? También surge una pregunta más profunda sobre la naturaleza del «talento innato», puesto que somos una especie que evoluciona genéticamente a un paso bastante más lento que el mundo en el que debemos sobrevivir como individuos.

El «diseño» del cerebro humano moderno se completó hace unos 100.000 años, o quizás antes. ¿Significa esto que cada persona está encerrada en cierta clase de mente como lo está en una estructura ósea, un color de ojos y de cabello, un sexo y una longevidad limitada? ¿Es posible que alguien «nazca» para ser astronauta? Es decir, ¿cómo puede cualquier ser humano dominar los requisitos físicos, mentales y psicológicos del vuelo espacial? Otros logros humanos bastante más mundanos y corrientes son igualmente difíciles de explicar. ¿Cómo conseguimos conducir un automóvil por una autopista en la noche, aparentemente guiados únicamente por nuestros faros? ¿Cómo pudimos aprender alguna vez el truco nocturno de *inferir* el verdadero estado de la carretera, sus obstáculos, y de los otros vehículos móviles, a través de las diminutas parábolas de luz que inciden en nuestra retina? ¿Cómo explicamos las evoluciones melódicas de un gran pianista de jazz, o de un violinista, o la puntería de un jugador de golf?

Estas preguntas no son extravagantes ni frívolas. Si el potencial comportamental tiene un grado importante de soporte genético, ¿cómo tole-

ramos aún el mundo moderno en que vivimos? ¿Dónde está la satisfacción de un oficinista o un operario actuales que realizan tareas automáticas o repetitivas en un contexto físico y social tan poco parecido al entorno ambiental prevaleciente en los orígenes de la prehistoria humana? ¿Qué podemos hacer si la «dotación genética» impone la regeneración de cierto porcentaje de la población cuyas aptitudes tienen poco o ningún valor para la sociedad moderna? Probablemente no es una broma que los juegos de ordenador, los deportes-espectáculo, las fantasías televisivas violentas y las salidas de caza y pesca de fin de semana sean las transformaciones necesarias de unos impulsos y habilidades residuales, aunque atenuados, que todavía arrastramos. Pero ¿es la creación de un menú de diversiones imaginativas nuestro único recurso contra la inmoderada inclinación hacia una obsoleta herencia de «cazador-recolector»?

Para profundizar en estas preguntas, veremos algunos ejemplos de la transformación cultural que ha experimentado el ser humano a lo largo de su trayectoria. Empleando como guías a personas cuyo trabajo no se basa únicamente en la mano, sino que está impregnado de antiguas tradiciones, veremos cuán poderosamente un motivo personal puede dar mucho sentido a los esfuerzos actuales cuando éstos se orientan hacia la satisfacción de las necesidades humanas básicas. Consideraremos la ceremonia de la comida, los rituales de la medicina y la magia, y las afirmaciones de la música. También nos detendremos en la «inmadurez permanente» del cerebro humano y nos preguntaremos si la cultura humana puede haberse convertido en nuestro propio archipiélago de las Galápagos «virtual», al cambiar el rumbo y el calendario de la evolución humana.

Finalmente, es inevitable considerar la tarea imposible asignada a los maestros, y la igualmente imposible tarea que hemos impuesto a nuestros niños y niñas, al pretender que absorban todo lo que cargamos sobre sus espaldas en nombre del futuro que desearíamos para ellos. Aunque los deportes y los videojuegos rejuvenezcan las conexiones físicas con un pasado primitivo, las escuelas serán las que, en definitiva, los conduzcan hacia el futuro.

Desde la revolución industrial, los padres han esperado que los sistemas educativos domestiquen y modernicen a sus hijos y los «preparen para la vida». Ésta es la teoría. Pero la educación (la ritualizada o, al menos, la formal) no es una solución de aplicación general al problema de la inexperiencia y la inmadurez mental de los jóvenes. No esperaba en absoluto que tantas de las personas que entrevisté rechazaran o *denunciaran* enérgicamente el tiempo que habían dedicado a la escuela. Sin nece-

sidad de preguntárselo directamente, la mayoría de personajes que he entrevistado se manifestaron muy convencidos de que, como resultado de lo que estaban haciendo con sus manos, habían clarificado su manera de pensar y el sentido de sus vidas. No sólo la mayoría era esencialmente autodidacta, sino que algunos habían creado su propio repertorio personal y exclusivo de conocimientos y habilidades, en abierta contradicción con las penosas experiencias de un sistema escolar que imponía la forma y el contenido de su educación con la pretensión de prepararlos para una vida modelada según las normas convencionales del éxito.

Aparte de una deferencia rencorosa a lo que podría llamarse el «lobby del cerebro correcto», ¿qué hay en nuestras teorías de la educación que respete los principios *biológicos* que rigen el proceso cognitivo cerebral y el cambio comportamental de los individuos? ¿Cómo se acomoda, o debería hacerlo, el sistema educativo al hecho de que para el género humano la mano no es simplemente una metáfora o un icono, sino a menudo el auténtico foco —la palanca o la pista de lanzamiento— de una vida plena y genuina?

No podemos escapar al carácter fugaz de nuestras vidas: cada uno de nosotros se mueve dentro de un solo fotograma de una película *muy* larga. Pero no somos meros receptores pasivos del modelo particular de cerebro formado en el interior de nuestro cráneo personal. Sabemos, más allá de toda duda, que la educación y la experiencia alteran el funcionamiento del cerebro, pero no podemos ponernos de acuerdo sobre la mejor manera de aplicar este principio en beneficio de nuestros hijos y de nosotros mismos. Devoramos las últimas declaraciones de los psicólogos educativos y los neurocientíficos cognitivos, pero no sabemos qué significa la palabra «aprender» referida al propio cerebro, aparte del concepto bastante agotado de las probabilidades alteradas de las funciones del «entramado sináptico» o de la «red neuronal». Hay *muchas cosas* que no sabemos.

Cuando empecé a trabajar en este libro creía en el deseo humano básico de autonomía y en la inventiva de las personas. El tiempo, y de nuevo las personas que entrevisté, me reafirmaron en esta convicción, ampliándola y enriqueciéndola. Estas personas también me dejaron muy claro que la autodefinición, aunque parezca haber tenido un fuerte influjo comportamental, no es un proceso pasivo. Tanto en el sentido literal como en el figurado, debe haber algún episodio de experiencia personal y de dedicación. Algunas veces empieza con la toma de conciencia de que todo aquello que la educación formal asume y exige debe ignorarse o resistirse. En realidad, una vez iniciado, el proceso de autoeducación y desarrollo nunca de detiene. Las personas han *nacido* llenas de recursos y

adquieren destreza y «clarividencia» cuando se interesan verdaderamente por lo que están haciendo. Se empiezan a comprender los orígenes —y a apreciar la interdependencia— de la destreza, la inteligencia y la vitalidad humanas observando los detalles, elemento a elemento y persona a persona. Ésta es la verdadera historia, y espero que los lectores la encuentren en estas páginas.

1
El alba

> A nuestros libros de texto les gusta ilustrar la evolución con ejemplos de diseño óptimo: el mimetismo casi perfecto entre una mariposa y una hoja muerta, o el de una especie venenosa y otra muy parecida pero comestible. Sin embargo, el diseño ideal es un débil argumento en favor de la evolución, porque imita la acción que se presupone de un creador omnipotente. Las disposiciones raras y las soluciones curiosas son pruebas de la evolución: caminos que un dios sensible nunca habría pisado, pero que, obligado por la historia, un proceso natural debe seguir forzosamente.
>
> Stephen Jay Gould[1]

Los más antiguos antecesores humanos directos fueron los australopitecos, unos «simios meridionales» africanos que caminaban erectos. El más conocido es Lucy, que vivió hace unos 3,2 millones de años en Hadar (África oriental) y cuyo descubrimiento causó una gran sensación no sólo en el mundo antropológico, sino también entre el público en general. Veinte años de cuidadosas investigaciones sobre su especie han consolidado su reclamada primacía.* Era el primer antepasado humano anatómicamente bípedo que se descubría. Su cerebro tenía el tamaño del de un chimpancé, pero su mano era distinta.[2] En la época de su descubrimiento ya se había hecho la seductora sugerencia de que el cerebro humano moderno podría haber evolucionado a raíz de un incremento del uso de herramientas por los descendientes de Lucy. Esta idea partió del antropólogo Sherwood Washburn, y se publicó en *Scientific American* a la vez que salían a la luz los primeros informes acerca de un homínido** usuario de herramientas *(Homo habilis)* de África oriental.

> «Ahora parece que los hombres-mono (criaturas capaces de correr, pero aún no de andar, sobre dos piernas y con cerebros no mayores que los de los antropoides actuales) ya habían aprendido a fabricar y utilizar herramientas. De ello se deduce que la estructura del hombre moderno puede ser el resultado del cambio, en términos de selección

* Desde el principio, Lucy tuvo que luchar por su título de antepasado humano. Para conocer las últimas teorías, véase la nota 13 de este capítulo.

** Homínidos es el nombre dado a la familia que incluye los géneros *Australopithecus* y *Homo*.

natural, provocado por un modo de vida en el que se empleaban herramientas... Desde la perspectiva a corto plazo, la estructura del ser humano hace posible nuestro comportamiento. Desde la perspectiva evolutiva, comportamiento y estructura constituyen un complejo interactivo tal que cualquier cambio en uno de estos parámetros afecta al otro. El hombre empieza cuando algunas poblaciones de antropoides, hace aproximadamente un millón de años, comenzaron a erguirse sobre dos piernas y a utilizar herramientas».[3]

En realidad, la tesis de Washburn contiene tres afirmaciones diferenciadas:

1. Los sistemas cerebral y musculoesquelético, *en tanto que órganos*, evolucionan como los organismos, mediante la modificación de su estructura y función a lo largo del tiempo. Por consiguiente, el comportamiento de cualquier miembro vivo de cualquier especie, en un momento determinado, refleja el funcionamiento de cada una de las partes del cuerpo en general, y (según Washburn) del cerebro y el sistema musculoesquelético en particular.

2. Dos modificaciones cruciales del sistema musculoesquelético contribuyeron al surgimiento de la línea homínida. La primera —tal como el mismo Darwin admitió— fue la adopción de la marcha bípeda. Modificaciones posteriores en la extremidad superior, que propiciaron un cambio en el repertorio de movimientos de la mano y favorecieron así el uso de herramientas, fueron el catalizador final de la subsiguiente escisión del género humano a partir de la misma rama primate que mucho antes había dado lugar a los grandes monos.

3. La fuerza impulsora de la evolución del cerebro de los homínidos (que Washburn, respetando la influyente opinión de Sir Arthur Keith, identificó con el aumento del volumen cerebral) no fue simplemente la «presión selectiva» creada por el cambio ambiental externo. El *propio cerebro*, y luego la *sociedad*, vencieron sobre la jungla (metafóricamente hablando) como elemento desestabilizador y fuerza organizadora de este proceso, con unos efectos crecientes y poderosos sobre una serie de cambios adaptativos, tanto anatómicos como comportamentales, a medida que las líneas de homínidos se dispersaban por nuevos hábitats.*

* Esta proposición está en el núcleo de lo que se ha dado en llamar «darwinismo universal», entendido como la operación de los tres elementos cardinales de la teoría (variación, selección por aptitud y transmisión) en *cualquier* proceso dinámico y prolongado, biológico, social o incluso intelectual.

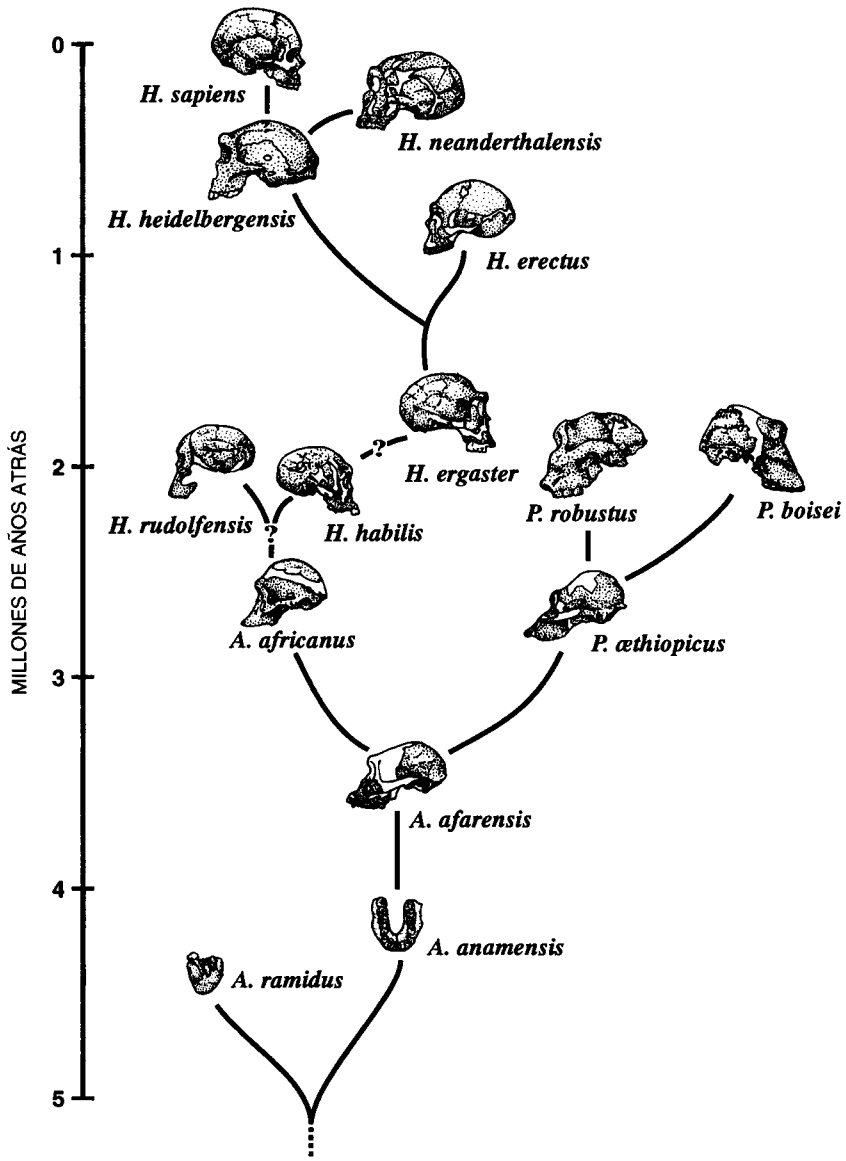


Figura 1.1. Genealogía recientemente actualizada que muestra un posible esquema de relaciones entre las diversas especies de la familia humana y que empieza con la adquisición del bipedalismo. Aunque los restos recuperados de manos y muñecas de *A. afarensis* son lo bastante completos para permitir deducciones detalladas sobre la función de la mano, el registro fósil subsiguiente es muy fragmentario hasta *H. erectus*, y no se tienen fósiles completos de la parte cubital de la muñeca hasta *H. neanderthalensis*. (Cortesía de Ian Tattersall.)

Washburn insiste mucho en que el cerebro humano moderno evolucionó *después* de que la mano de los homínidos se hiciera más «diestra» con las herramientas. Es una idea osada que nos obliga a observar desde muy cerca el trasfondo evolutivo de dicha mano, así como los cambios que propiciaron su actual configuración anatómica y sus capacidades funcionales.[4]

Lo que ahora sabemos sobre los orígenes humanos remotos se debe en gran medida a la vida y la obra, ciertamente heroicas, de Louis y Mary Leakey, cuyos trascendentales descubrimientos en África a principios de la década de 1950 nos han proporcionado no sólo la primera visión de la vida primitiva de los homínidos, sino también una estimación concreta de la antigüedad del cerebro humano.[5] Hasta tiempos muy recientes, la búsqueda de un cerebro humano «fundador» iba unida al supuesto de que el comportamiento distintivamente humano había sido fruto de un cerebro más grande.[6] Si se considera esta hipótesis, hay cuatro efemérides que revisten una importancia capital para los antropólogos. La primera es la aparición del clan de Lucy, los australopitecos, que parte de *Australopithecus anamensis* hace entre 4,2 y 3,9 millones de años (Ma). La segunda es la aparición del primer miembro del género *Homo*, *H. habilis*, hace aproximadamente 2 Ma. Le sigue, hace algo más de 1 Ma, *Homo erectus*. La cuarta es la aparición del *Homo sapiens* moderno, fechada en unos 100.000 años atrás.[7] A lo largo de todo este tiempo el volumen cerebral aumentó desde los 400-500 c.c. de los australopitecos hasta los 600-700 c.c. de *Homo habilis*, los 900-1.100 c.c. de *Homo erectus* y, finalmente, nuestros 1.350 c.c. de capacidad craneana media.* Estas fechas determinan un periodo finito para analizar lo que se sabe de los cambios sucesivos operados en la *mano* asociables a la evolución tanto del cerebro como del comportamiento.[8]

De hecho, los restos fósiles de brazos y manos son aún más raros que los craneales, y nunca se exagerará la importancia de su hallazgo y datación: si *pudiéramos* saber algo sobre la secuencia y cronología de las modificaciones que prepararon las extremidades superiores de los primates para un uso refinado de las herramientas, seguramente estaríamos en condiciones de asociar estos cambios a la aparición del cerebro humano

* La diferencia de capacidad craneana, casi el doble, entre *H. habilis* y *H. erectus* era más fácil de explicar cuando parecía que ambas especies estaban separadas por casi un millón de años. Si se confirma que son casi contemporáneas, el hipotético aumento directo del volumen cerebral se hace extremadamente difícil de sostener. Sobre la base de la evidencia disponible, habría que reivindicar para *H. habilis* una antigüedad mayor que la estimada a partir de los especímenes hallados, o pensar que, al igual que los australopitecos robustos, *H. habilis* fue una rama lateral extinguida de la línea que condujo a *H. sapiens*.

moderno. En la actualidad se conoce bastante bien la evolución de la extremidad superior primate, al menos lo bastante para tener idea de qué debemos buscar.[9]

Por lo que sabemos, los primeros primates se remontan al Paleoceno* y eran criaturas de tamaño pequeño, entre un ratón y un gato, que comenzaron a desarrollar las adaptaciones complejas que requerían las habilidades cazadoras y recolectoras para explotar fuentes de alimentación por encima del nivel del suelo. Considerados en conjunto, los primates abordaron el problema del tránsito a un modo de vida arborícola mediante los siguientes cambios físicos genéricos:

1. los ojos pasaron a ocupar una posición frontal en la cabeza, lo que permitía una visión binocular (una ventaja importante para «navegar» en un espacio tridimensional y para localizar y atrapar presas pequeñas a corta distancia);
2. la estructura del antebrazo y la clavícula (un regalo de antepasados insectívoros) se modificó para permitir una flexibilidad mayor y, quizás, una seguridad aumentada en los desplazamientos y comidas arbóreos;
3. las zarpas conservaron el arcaico pero extremadamente útil modelo pentarradial (pentadáctilo) que permitía asir con todos los dedos. Los pulgares adquirieron la capacidad de cerrar el espacio entre el pulgar y el primer dedo (es decir, se hicieron convergentes, aunque todavía no oponibles); las garras se transformaron en uñas terminales en la superficie dorsal de los dedos, mientras que las superficies palmares adquirían pulpejos surcados y sensibles. Todos estos cambios permitieron mejorar la aptitud trepadora, la locomoción por troncos y ramas, y el asimiento de frutos, hojas e insectos;
4. el hocico se acortó; la visión empezó a suplantar al olfato como sentido dominante, y las mandíbulas, el cráneo y los dientes se transformaron en consonancia con el cambio de alimentación;
5. el cerebro se agrandó y reconfiguró, probablemente para acomodarse a un medio geométricamente más complejo donde la caza, y la propia vida, entrañaban mayores riesgos físicos.

* Nuestra escala cronológica abarca toda la era Cenozoica (o era de los mamíferos), que va desde hace 65 Ma hasta el presente. El *periodo* —una subdivisión de la era— más antiguo es el Paleoceno (65-58 Ma), seguido del Eoceno (58-35 Ma), el Oligoceno (35-24 Ma), el Mioceno (24-5 Ma), el Plioceno (5-1,6 Ma), el Pleistoceno (1,6-0,01 Ma) y, finalmente, el Holoceno, que comprende los últimos 10.000 años. Véase Ian Tattersall, *The Fossil Trail*, págs. 3-16.

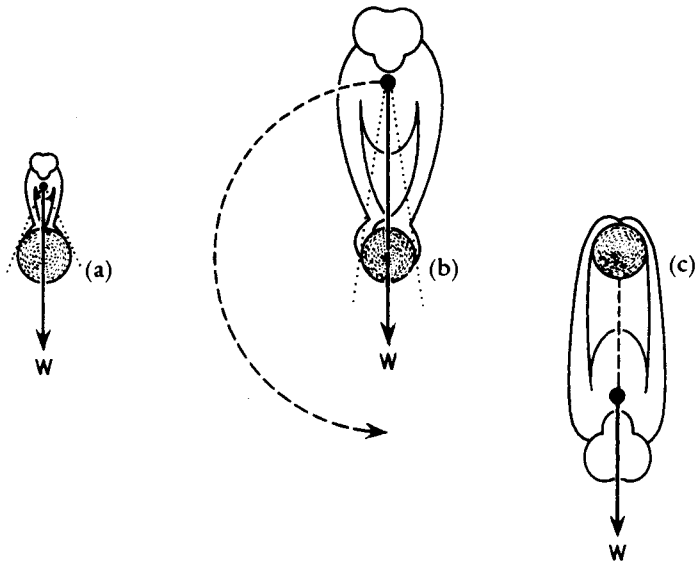


Figura 1.2. Explicación de Napier sobre el origen de la braquiación. A medida que el tamaño del cuerpo de los primates arborícolas aumentaba, el desplazamiento por las ramas era más estable desde una posición suspendida. (Según John Napier, *Hands*, 1980.)

Estos cambios empezaron en el Paleoceno (65-58 Ma) y se consolidaron a finales del Eoceno (35 Ma). También es probable que hacia el final de este periodo aparecieran los «simios» o antropoideos. Los primeros simios vivían en los árboles y eran exclusivamente cuadrúpedos: ninguno había desarrollado aún las adaptaciones en hombros y extremidades superiores para la locomoción suspendida en los árboles. Se cree que estos cambios (y otros posteriores en la caja torácica y la estructura ósea clavicular que permitieron la braquiación completa) tuvieron lugar a mediados o finales del Oligoceno.*

A comienzos del Mioceno (24 Ma) evolucionaron los monos antropomorfos, o «antropoides». El porqué de esta diferenciación no está claro, aunque podría obedecer a simples factores físicos: los antropomorfos son mayores que los otros simios arborícolas, y su tamaño debió de convertirse en un problema en las copas de los árboles, donde el alimento

* «Braquiación» significa desplazamiento (o balanceo) estando suspendido de los brazos. Más adelante veremos en detalle la notable mecánica de esta acción. En general, aunque los monos no antropomorfos pueden desplazarse suspendidos de los brazos (y de las colas), la mayoría de ellos carece de unas extremidades cuya estructura permita una braquiación «completa».

abunda pero suele estar al final de ramas pequeñas. Napier ha sugerido que la locomoción cuadrúpeda en las ramas no es satisfactoria cuando el tamaño y el peso del cuerpo crean un centro de gravedad desfavorable.[10]

A finales del Mioceno, los antropoides africanos bajaron de los árboles y volvieron al suelo. Los grandes monos eran animales de buen tamaño, y sus hábitos alimentarios cambiaron algo. Los gorilas —los mayores de todos— se convirtieron en una suerte de ballenas terrestres lo bastante grandes para verse libres del acoso de la mayoría de predadores, y fueron capaces de subsistir a base de una dieta vegetariana muy simple. Los chimpancés representan un estadio de transición locomotora y alimentaria, con una dieta mixta que incluye animales pequeños y una bipedestación muy limitada, tanto que para soportar el peso suelen recurrir a los nudillos.

A principios del Plioceno (cuando empieza la historia de los homínidos) la mano simiesca existía en diversas formas. Al principio, los cuatro dedos tenían esencialmente la misma forma y funcionalidad. Los huesos de estos dedos (falanges) eran relativamente planos y estaban ligeramente curvados en la dirección de la flexión. Los antropomorfos, y unos cuantos monos no antropomorfos, tenían uniones muy fuertes en la parte inferior para que los tendones flexores se mantuvieran junto al hueso. La oposición del pulgar tal como podemos efectuarla nosotros no era habitual, aunque los gorilas y algunos monos del Viejo Mundo se acercan mucho a ella.* Se hicieron posibles los movimientos digitales aislados que permitían rascarse, agarrar y excavar, pelar o descarnar; los objetos pequeños podían cogerse entre los dedos pulgar e índice (acicalarse es un pasatiempo favorito que realizan con la mano todos sus actuales poseedores, nosotros incluidos). Los objetos podían sostenerse y transportarse con cualquiera de estas manos de la misma forma que nosotros sostenemos una maleta.

La principal diferencia entre la mano prehomínida y la nuestra reside en el pulgar, que tendía a ser corto en comparación con los otros dedos: más corto en el chimpancé y el orangután, más cercano al de los homínidos en el gorila, a veces incluso ausente en los monos no antropomorfos. Un hecho interesante es que, aunque el pulgar más parecido al humano es el del gorila, nunca se ha observado que este animal intente usar herramientas. Los chimpancés, con un pulgar más pequeño, sobresalen entre los póngidos como usuarios habituales y espontáneos de herra-

* En los seres humanos, la oposición total del pulgar se debe no sólo a la rotación de este dedo y su alargamiento relativo, sino también a la rotación del índice y otros dedos. Esto no ocurre en la mano de ningún prehomínido.

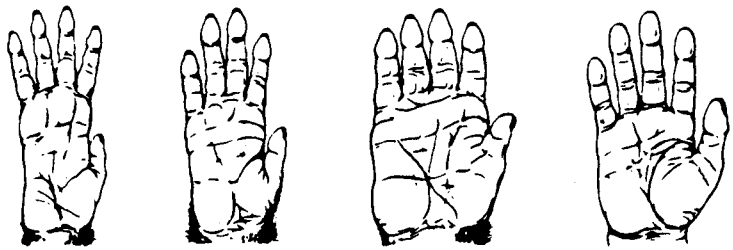


Figura 1.3. Mano humana comparada con las de antropomorfos que comparten un antepasado común. Las manos antropoides están representadas a la misma escala que la humana. *Pongo* es el nombre científico del orangután y *Pan* el del chimpancé. (Según A. Schulz, *The Life of Primates*, 1969.)

mientas, y también como aprendices ávidos e improvisadores en medios donde pueden recibir la influencia de la enseñanza y los utensilios humanos.[11]

Otra innovación que apareció con los antropomorfos fue la liberación de la unión del extremo final del cúbito (el hueso más grande entre el codo y el antebrazo, que se une a la muñeca por el lado del dedo meñique). Este cambio debe considerarse crucial para la braquiación, ya que aumenta las posibilidades de girar el brazo por debajo del codo, movimiento necesario para balancear el cuerpo hacia delante por debajo del brazo. También permite que la mano se incline hacia la muñeca con independencia del pulgar.[12]

Nos enfrentamos ahora a la irritante página en blanco de la historia de nuestra mano, porque el mejor ejemplo que tenemos de una mano de homínido prehumano es la de Lucy. Este homínido ya presentaba algunas de las características de la mano humana, además de una profunda modificación en la estructura de las piernas y la pelvis. En realidad, son sus extremidades inferiores las que lo colocan (junto a los otros australopitecos) en el origen, o casi, de la línea que va del antropoide al hombre.[13] La pelvis es corta, y la estructura de las articulaciones femorales de cadera y rodilla es, a todos los efectos prácticos, la misma que la nuestra, algo nunca visto antes. Se cree que *A. anamensis* era bípedo por la estructura de la tibia. De Lucy se conocen la tibia, el fémur y la pelvis, por lo que su bipedestación no deja lugar a dudas.

Mary Marzke, antropóloga física de la Universidad de Arizona, ha dedicado mucho tiempo al estudio de los huesos de la mano y la muñeca de *Australopithecus afarensis*. La profesora Marzke remarca que Lucy no es el único primate que tiene un pulgar oponible. En realidad, los

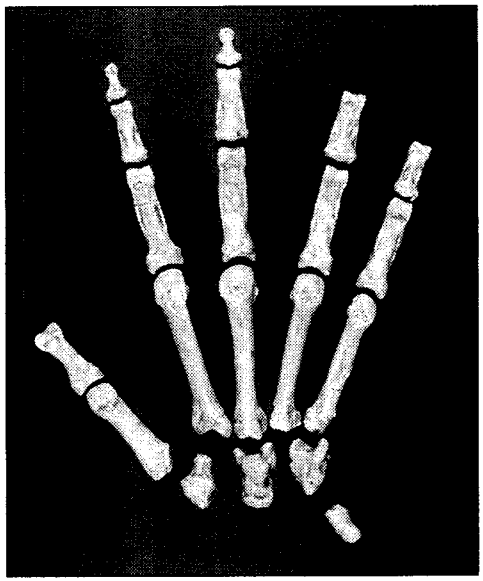


Figura 1.4. Mano izquierda de Lucy (compuesta a partir de varios especímenes de *A. afarensis)* vista desde la cara palmar. Faltan los extremos (falanges distales) de los dedos pulgar, cuarto y quinto, y cuatro de los huesos de la muñeca. (Cortesía del Instituto de Orígenes Humanos de la Universidad de Arizona. Fotografía de Diane Hawkey.)

chimpancés y los monos en general son capaces de tocar el índice con el pulgar. Lo que *no* consiguen (y tampoco conseguía Lucy) es tocar los dedos cuarto y quinto con la punta del pulgar. Ningún simio (tampoco Lucy) puede flexionar los dedos del lado cubital de la mano (el lado del meñique) hacia la base del pulgar en el movimiento conocido como «oposición cubital». Nosotros lo hacemos sin darle la más mínima importancia al empuñar un martillo, un palo de golf o una raqueta de tenis.

Es casi imposible apreciar los progresos de la mano de Lucy sin estudiar antes los huesos de su muñeca acoplándolos, moviéndolos a uno y otro lado, y comparándolos con los huesos carpianos de otros simios. Tras dedicar algunos años a este tema, Marzke ha llegado a la conclusión de que la mano de Lucy es, al menos parcialmente, una mano «moderna». La evidencia más llamativa de este diseño modificado reside en las superficies articulares de la base de los dedos pulgar, índice y corazón, y en los cambios de tamaño y orientación de las superficies articulares de los huesos carpianos contiguos a estos dedos. El pulgar es comparativamente largo, con una longitud relativa cercana a la del pulgar humano moderno. Contemplados en conjunto, estos cambios acercan el

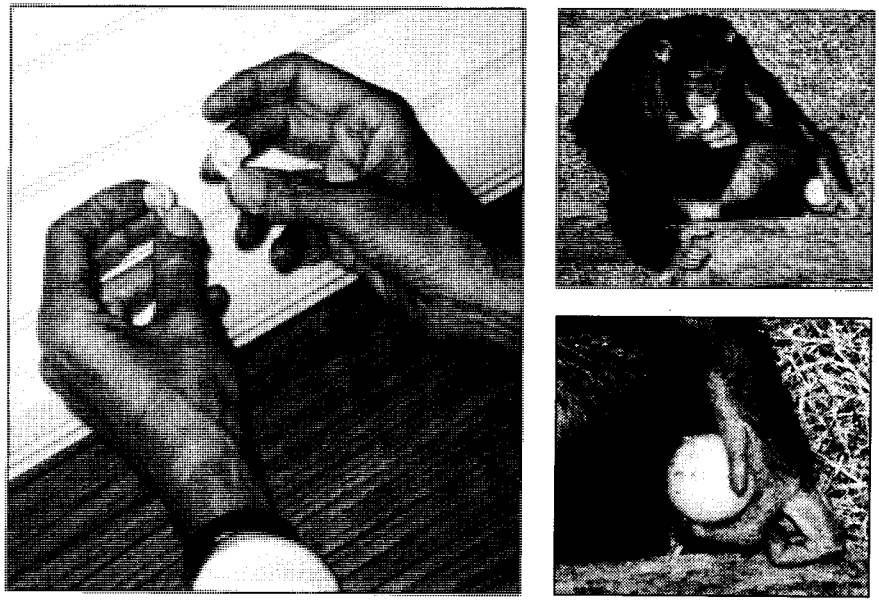


Figura 1.5. La antropóloga Mary Marzke compara los huesos carpales medios de la muñeca de *A. afarensis* (Lucy en la mano izquierda de Marzke) y de *Pan troglodytes* (chimpancé) en su laboratorio de la Universidad de Arizona. *Arriba, derecha:* Allie, un chimpancé estudiado por Mary, descansa en casa (en Bastrop, Texas). *Abajo, derecha:* la mano izquierda de Allie ampliada. Mientras que las diferencias entre los huesos carpales no son fáciles de apreciar, las que hay entre la mano del chimpancé y la humana son claramente visibles. Obsérvese especialmente la forma en que el tamaño del pulgar y su posición en relación a los dedos afecta a la capacidad de manipular los objetos. (Fotografía de Allie: con permiso del Departamento de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Texas, M.D. Anderson Cancer Center, Bastrop, Texas.)

aspecto *radial* de la mano de Lucy al siglo XX.[14] Las aparentes ventajas funcionales de estos cambios son:

- los dedos pulgar, índice y corazón pueden formar una suerte de «mandril de tres pinzas», lo que significa que la mano puede adaptarse para asir y retener firmemente formas irregulares sólidas (piedras y demás);
- la posibilidad de manipulación precisa de objetos prendidos entre el pulgar y la punta de los dedos índice y corazón;
- la posibilidad de sujetar piedras con la mano para golpear con ellas repetidamente sobre otros objetos duros (nueces, por ejemplo) o excavar para desenterrar raíces, ya que la nueva estructura de la muñeca disipa más eficazmente la energía del choque repetido que la mano simiesca.

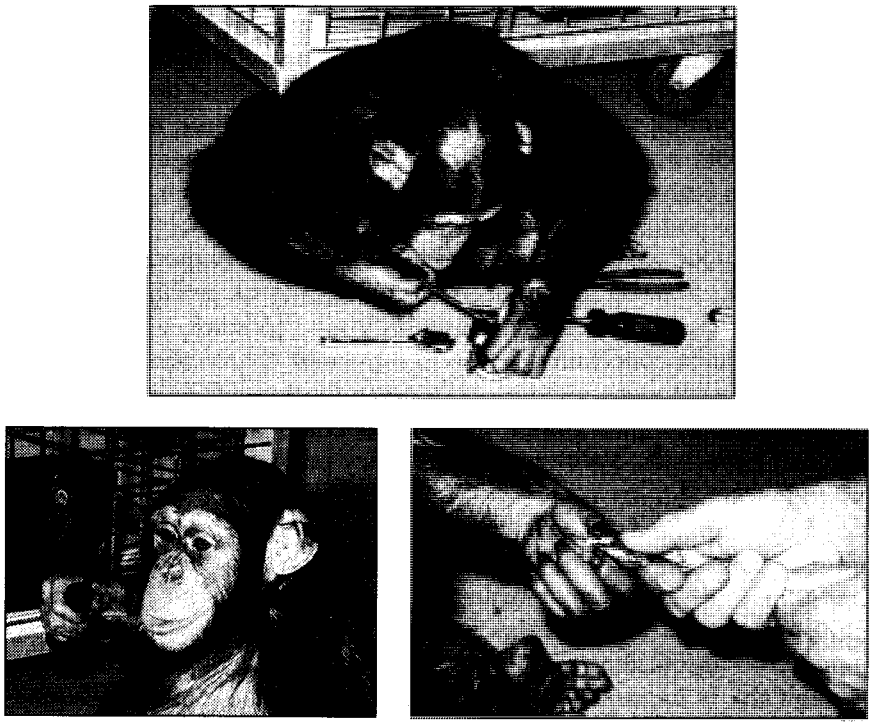


Figura 1.6. El enorme interés de Allie por las herramientas ilustra las similitudes y diferencias decisivas entre el modo de asir de un chimpancé y el de un ser humano. En la fotografía superior, Allie sostiene firmemente un destornillador de modo muy parecido al posicionamiento oblicuo que adoptamos nosotros para hacer girar el destornillador mediante la rotación del antebrazo. *Abajo, derecha:* la base estructural de las dos principales diferencias entre el asimiento del chimpancé y el humano se aprecia claramente cuando el entrenador de Allie le ofrece una llave inglesa: (1) todos los dedos de Allie se pliegan rectos sobre la mano, mientras que los dedos del entrenador se curvan hacia la base del pulgar; (2) aunque la longitud de los dedos del chimpancé y del hombre es comparable, el pulgar humano es proporcionalmente mucho mayor. (Fotografías de Mary Marzke, con autorización del Departamento de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Texas, M.D. Anderson Cancer Center, Bastrop, Texas.)

Estos cambios habrían otorgado a *A. afarensis* la capacidad de adaptar el pulgar y los dos primeros dedos de la mano a objetos de diferentes tamaños y formas, permitiéndole sostenerlos y manipularlos fácilmente. Ciertos cambios en los ligamentos sugieren que Lucy era capaz de percutir repetidamente con piedras pequeñas.[15]

La región de Etiopía, donde fueron hallados Lucy y sus parientes cercanos, está cubierta de piedras planas, por lo que no es aventurado

pensar que el uso de estas piedras (o palos, o partes de esqueletos de animales) para golpear y excavar era un comportamiento normal en *A. afarensis*. Pero aún hay más. Ya hemos visto que Lucy tenía también la pelvis y las piernas de un primate bípedo, lo que quiere decir que no adoptaba sólo ocasionalmente la postura erguida, sino que era la suya natural. Sin embargo, sus piernas no eran especialmente largas, y probablemente no podía correr más deprisa que sus vecinos o antepasados antropoides. ¿Qué valor tenía este cambio de estructura corporal para la supervivencia? Marzke ha estudiado detenidamente las pelvis fósiles para determinar los tamaños de los músculos y sus fijaciones, y ha llegado a la sorprendente conclusión de que la estructura ósea y muscular (especialmente la del *gluteus maximus)* sugieren fuertemente que Lucy estaba bien dotada tanto para golpear con piedras como para *lanzarlas* con velocidad y precisión. En otras palabras, Lucy podría ocupar hoy el puesto de un *pitcher*.[16]

Los chimpancés pueden lanzar piedras, pero lo hacen sobre todo para amedrentar o en señal de alarma. Casi siempre las lanzan desde abajo, porque no pueden apoyarse en la rotación de la cadera para acelerar el torso durante el balanceo de la extremidad superior. Lucy no tenía estas limitaciones. Podía lanzar por encima del hombro porque combinaba la capacidad de braquiación completa (incluida la supinación del antebrazo) con la capacidad de agarre en «mandril de tres pinzas», más una estructura y musculatura pélvicas que permitían el movimiento giratorio en torno al eje del cuerpo durante la preparación y el lanzamiento.[17]

Para Lucy, mucho más que para los chimpancés, el lanzamiento de objetos seguramente fue una estrategia de ataque, pero la mejora más importante en la acción de golpear tuvo que esperar a que se produjeran ciertos cambios en la configuración del lado cubital de la muñeca y la mano, cambios posteriores a *A. afarensis*. La oposición cubital es exclusiva de los seres humanos modernos, y representa la pieza final de un mosaico de cambios que afecta a la totalidad de la extremidad superior, desde el hombro hasta las puntas de los dedos, y que muy bien pudo ser la culminación de una estrategia de supervivencia a largo plazo única en los mamíferos. La oposición de los dedos cuarto y quinto, combinada con la desviación cubital de la muñeca, permite sujetar un palo fuertemente con la mano y orientarlo a lo largo del eje del brazo, de manera que el radio brazo-más-bastón (y, por consiguiente, la fuerza del golpe) aumenta.* Esta capacidad de elongación telescópica del brazo habría su-

* Véanse dos importantes ejemplos de agarre oblicuo en las figuras 6.2, 6.3 y 7.1.

puesto una ventaja decisiva en los encuentros hostiles a corta distancia, y cuando la mano homínida fue capaz de este agarre oblicuo ningún adversario ni ninguna presa de su mismo peso podían estar seguros, a menos que fueran lo bastante veloces, o cabeciduros, o estuvieran protegidos por una piel muy gruesa.[18]

Un segundo efecto de la oposición cubital es un incremento de la precisión del agarre, que permite manipular objetos pequeños entre los dedos sin contacto con la palma.* Una mano con esta aptitud biomecánica habría sido capaz no ya de blandir un palo largo y de lanzar piedras, sino de utilizar los cinco dedos para manipular con precisión objetos pequeños. En otras palabras, esta «pequeña» modificación habría mejorado en gran medida la función potencial de la mano ampliando los límites del repertorio comportamental que ya tenía y posibilitando la evolución de una nueva forma homínida más combativa y, a la vez, más diestra.

Se atribuye a Darwin la primera formulación del impacto potencial de la marcha en posición erguida: una mano liberada de la obligación de soportar el peso del cuerpo puede asumir otras tareas. La conversión de la zarpa en mano empezó con los primates arborícolas, pero su evolución hasta la mano humana actual requirió una remodelación exhaustiva que tuvo que pasar por un refinamiento estructural de toda la extremidad superior hasta el hombro, antes de que la mano pudiera empezar a capitalizar su incrementada libertad de movimiento. Durante este largo proceso, el propietario de la mano fue ganando tamaño, fuerza y agresividad.

En los primates arborícolas primigenios, la necesidad de agarrarse a los troncos y las ramas pequeñas favoreció una mano mejorada en el aspecto táctil, una mano cuyo repertorio de movimientos y capacidad de *control* eran amplísimos, desde el movimiento delicado de cada uno de los dedos hasta el poderoso agarre capaz de sostener todo el cuerpo durante largo tiempo (suspensión prolongada) o secuencialmente en el balanceo y el salto. A medida que aquellos animales adquirían destreza en la locomoción arbórea, las conexiones visuomotoras y táctilomoto-

* John R. Napier definió así los dos principales modos de agarre: «En la mano normal, la estabilidad se consigue de una de estas dos maneras: (1) El objeto puede sujetarse mediante la flexión parcial de los dedos contra la palma de la mano, aplicando una contrapresión con el pulgar en el plano aproximado de la palma. Esto se conoce como agarre de fuerza. (2) El objeto puede "pellizcarse" por flexión de los dedos contra el pulgar. Éste es el llamado agarre de precisión». John R. Napier, «The Prehensile Movements of the Human Hand», *Journal of Bone and Joint Surgery* 38B, nº 4 (noviembre de 1956), pág. 508. La cuestión de los agarres y manipulaciones de precisión se trata con más detalle en el capítulo 7.

ras tuvieron que experimentar un cambio enorme: el soporte cinestésico y visual para una acrobacia y una predación arbóreas aceptables exigía un cerebro mayor, con unas capacidades de control muy especializadas.

La propia braquiación pudo haber empezado simplemente como una acomodación biomecánica no sólo al aumento de tamaño, sino a la conveniencia de acceder al alimento estando en suspensión (el animal podía colgarse de una rama para llegar a frutos difícilmente accesibles de otra manera) o a ambas cosas, como propuso Napier. Pero el incremento resultante de movilidad en la extremidad superior permitió que el animal pudiera situar cualquiera de sus manos prácticamente en cualquier sitio dentro de una circunferencia cuyo centro era el hombro. El cerebro habría respondido a este cambio puramente biomecánico incrementando la complejidad de su representación del brazo y la mano en el espacio, y nosotros nos hemos beneficiado de este cambio global de diversas maneras: sin esta libertad de movimientos y la capacidad neurológica para controlarla y perfeccionarla, los deportes de pelota y raqueta no existirían, y los fontaneros o los mecánicos de automóviles no podrían trabajar en espacios estrechos y pobremente iluminados. En resumen, debemos concluir que la braquiación impuso una gran carga sobre la capacidad de control cinestésico y de cálculo espacial, ya que las manos tenían ahora un amplio radio de acción, y también debía haber una infinidad de tareas nuevas para los brazos y las manos que requerirían un uso diferenciado de las manos izquierda y derecha, así como la capacidad de una coordinación precisa de ambas durante las tareas bimanuales.

La importancia del bipedalismo no debe ignorarse al evaluar el impacto de los cambios experimentados por la extremidad superior. Los monos antropomorfos y los mayores entre los no antropomorfos retuvieron una musculatura poderosa desarrollada para soportar la cabeza, que en sí misma ya es una estructura primaria de ataque y defensa en estos animales. Los chimpancés y los papiones, como los perros y los gatos, están preparados para emplear mandíbulas y dientes en combates a muerte. Pero la supervivencia de los homínidos, cuya cabeza en posición vertical y en delicado equilibrio sólo podía ser un arma para la guerra *verbal*, se habría basado más en la cautela como defensa o, alternativamente, en la transformación de la extremidad superior en plataforma de lanzamiento de armas ofensivas. Tal como sugiere Marzke, incluso Lucy pudo haber sido un predador notable y peligroso si hubiese sido capaz de lanzar piedras con puntería. Una vez sus descendientes fueron capaces de prolongar su mano «protésicamente» y de fabricar proyectiles y dispositivos lanzadores más sofisticados, la corpulencia habría pasado a ser

esencialmente irrelevante para los homínidos, y su libertad para diseminarse por nuevos entornos se habría acrecentado.*

El cerebro de los australopitecos pesaba aproximadamente lo mismo que el del chimpancé: unos 400 gramos. Nadie sabe si el crecimiento del cerebro de los homínidos está directamente relacionado con el uso incrementado de herramientas, pero se sabe que éstas no tuvieron una estructura complicada, ni fueron transportadas ni conservadas durante mucho tiempo por sus usuarios, hasta épocas bastante recientes. Casi con toda certeza, la estructura social compleja, junto con el lenguaje, se desarrollaron gradualmente junto con la complicación y difusión del diseño, fabricación y uso de herramientas. En el próximo capítulo examinaremos algunas teorías nuevas e importantes sobre la interacción de estos grandes avances humanos.

Sabemos que, después de Lucy, en la base del dedo *meñique* se desarrolló una articulación más móvil, pero el origen de esta modificación estructural nos es deconocido. Hasta el momento no se ha recuperado ningún resto fósil de esta parte de la anatomía de *H. erectus*, de manera que no podemos decir si el aumento de la masa cerebral desde 400 gramos hasta 1100 gramos tuvo lugar antes o después de este cambio en la estructura de la mano. Esta pregunta sin respuesta es seguramente uno de los grandes tesoros de la antropología que aún siguen enterrados (figura 1.7).

Dadas las limitaciones del brazo y la mano de los simios, y en vista de la desaparición de los australopitecos, seguramente no es ninguna exageración afirmar que la modificación biomecánica de la base del dedo meñique pudo haber supuesto para la mano homínida una ventaja comparable a la que hubiera supuesto para su propietario no ya dotarle de pólvora, sino de la infraestructura biomecánica y de cálculo necesaria para una tecnología balística completa. Considerando todo lo que ya tenía, no había *nada* que aquella mano no hubiera podido hacer si hubiera tenido ocasión de aprenderlo. Con el tiempo, los nuevos ambientes plantearon retos que el cerebro *superó* modificándose grandemente en el proceso,** de manera que ahora quedan muy pocas cosas que esta mano ca-

* La coordinación entre bipedalismo y lanzamiento propuesta para *A. afarensis* tuvo que requerir necesariamente grandes avances neurofisiológicos. Aunque el simio tiene un control visuomotor muy preciso de las funciones de la extremidad superior, fijar la vista en un objetivo relativamente estacionario (una rama) mientras el sujeto está balanceándose es un problema muy distinto al de seguir un objetivo *móvil* a cierta distancia y utilizar la fijación visual para calcular el control del brazo como si fuera un lanzamisiles. El estudio de los mecanismos de control de movimientos tan complejos, o la confirmación de los modelos teóricos, está mucho más allá de nuestra capacidad tecnológica actual, y seguramente seguirá estándolo durante algún tiempo.

** Las implicaciones de este proceso de automodificación del cerebro se tratarán en el próximo capítulo y en el epílogo.

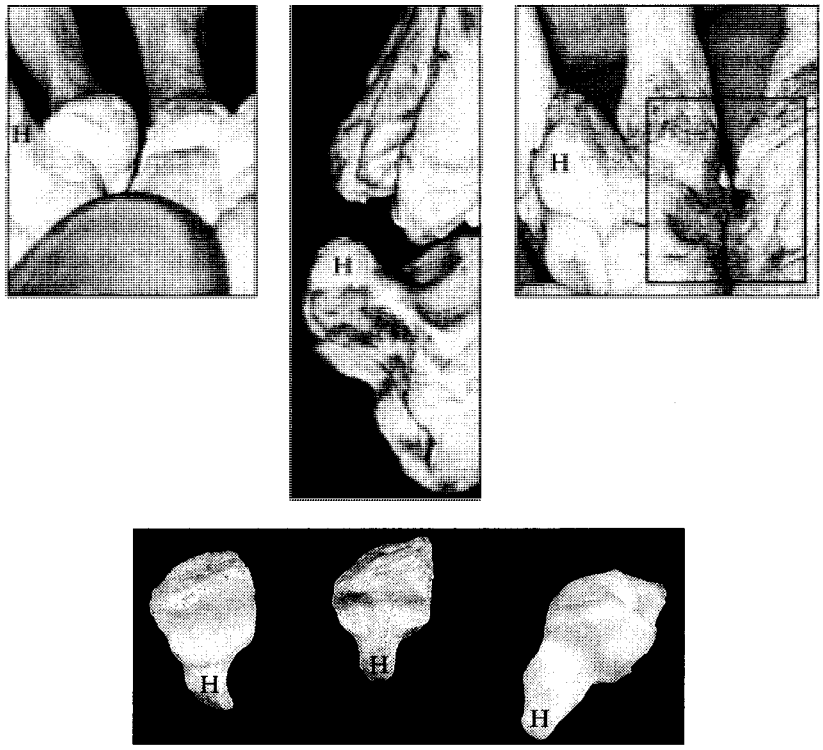


Figura 1.7. La transición del lado cubital de la muñeca ilustra las modificaciones, sutiles pero cruciales, del hueso medio del carpo y sus complejas articulaciones con los huesos de la mano *(metacarpianos)* correspondientes a los dedos corazón, anular y meñique. La anatomía de esta parte de la mano y la muñeca (que incluye la disposición de los ligamentos, tendones y músculos articulares) fija los límites del movimiento de los dedos anular y meñique al cerrar la mano (flexión). En los seres humanos, el conjunto articular carpo-metacarpo funciona como una articulación de junta saliente modificada, comparable a la articulación de la base del pulgar. *De izquierda a derecha:* humano, *A. afarensis* (Lucy) y chimpancé. La letra H señala el «gancho» (la proyección de la cara palmar). *Arriba, izquierda:* superficie de contacto entre la base de los metacarpianos tercero y cuarto. La curvatura entre la base de los metacarpianos favorece la rotación del lado cubital de la mano hacia el pulgar (supinación y oposición cubital). Compárense estas superficies articulares con las del chimpancé *(arriba, derecha).* Aquí la articulación es plana, lo que impide la rotación del cuarto metacarpiano en la flexión. Obsérvese también que el gancho del hueso carpiano medio es largo, lo que limita el movimiento de los metacarpianos. *Arriba, centro:* el carpo de Lucy, visto lateralmente, tiene superficies cóncavas para los metacarpianos cuarto y quinto, lo que tendería a limitar la oposición cubital. El gancho del hueso carpiano medio de Lucy es corto en relación al del chimpancé. (Cortesía del Departamento de Antropología de la Universidad de Arizona. Fotografía inferior: Diane Hawkey.)

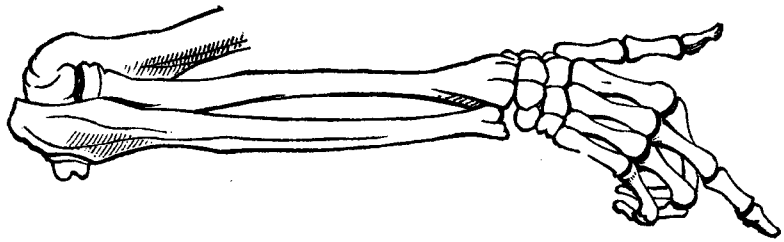


Figura 1.8. Dibujo de Charles Bell del brazo humano... pronación y supinación (Charles Bell, *The Hand*, pág. 69). Esta simple y bonita interpretación muestra una serie de modificaciones únicas y decisivas en la estructura del codo, la muñeca y la mano que permitió al ser humano convertirse rápidamente en el más delicado, pero también el más peligroso, de los primates.

paz de hacer herramientas que hacen máquinas que hacen ordenadores que, a su vez, hacen máquinas que hacen herramientas (etcétera, etcétera) no pueda hacer.

La secuencia que parte de *Australopithecus anamensis*, pasa por Lucy y llega a *Homo habilis, Homo erectus* y, finalmente, *Homo sapiens*, está muy bien estudiada y exhaustivamente documentada. Entretejidos en esta secuencia, algunos rasgos de comportamiento tuvieron un papel preponderante en la lucha por la supervivencia. Retrospectivamente, hemos llegado a contemplar el uso de herramientas, el lenguaje, el razonamiento y la autoconciencia como rasgos distintivamente humanos. Pero todavía estamos buscando en vano ciertos momentos o eventos definitorios en esta evolución comportamental. Los antropoides cuadrúpedos, ocasionalmente bípedos, dieron lugar a los australopitecos erguidos. El uso creciente de la mano en el manejo y la modificación de objetos comportó ventajas para la supervivencia de la progenie. La primera fase de esta evolución se asoció a un modesto aumento del tamaño cerebral en *Homo habilis*. Posteriormente, el perfeccionamiento y, quizá, la especialización en las habilidades manipuladoras, cazadoras y ofensivas (así como la ramificación de las interacciones sociales, fruto de una comunicación y una migración más estructuradas) tuvieron un efecto «estimulante» sobre el funcionamiento y la estructura del cerebro. Finalmente, la cooperación y la competencia intraespecíficas acrecentaron la necesidad de una estructura y una comunicación sociales, y también de una industria coordinada, todo lo cual requería un cerebro más potente y versátil. Cuando por fin tuvo cerebro suficiente para intuir lo que ese mismo cerebro estaba haciendo, *Homo* se erigió a sí mismo en *sapiens*.[19]

A menos que pensemos que el lenguaje y el razonamiento aparecieron *de novo* en el córtex cerebral, debemos admitir el punto de vista del profesor Washburn: todos los atributos comportamentales exclusivamente humanos adquiridos recientemente debieron surgir durante el largo proceso de agrandamiento del cerebro, que empezó con *Homo habilis* y con la infinidad de nuevas experiencias y entornos que inevitablemente acarreó el éxito del empleo inventivo de herramientas.

Recientemente, el antropólogo Peter C. Reynolds ha destacado que, a pesar de que en su profesión la manufactura de herramientas de piedra se contempla habitualmente como un esfuerzo solitario, no necesariamente tuvo que ser así. Reynolds sugiere que las herramientas complejas, como hachas y cuchillos, pudieron muy bien haberse fabricado habitualmente por grupos pequeños de individuos, cada uno de los cuales se encargaba de una parte del trabajo. La importancia de esta alternativa supera el mero pragmatismo del trabajo compartido. Los esfuerzos cooperativos de este tipo habrían requerido ciertos medios de comunicación, posiblemente en forma de signos manuales u otros gestos corporales, vocalizaciones, o quizás ambas cosas. En otras palabras, la fabricación cooperativa de herramientas podría haber creado las condiciones para la evolución del lenguaje. Un principio de lenguaje propiciado por la manufactura cooperativa habría fomentado la evolución no sólo de una fabricación más sofisticada, sino también de una cultura social más compleja y un lenguaje más refinado. Como ya se ha dicho, estos dos comportamientos interdependientes y que se refuerzan mutuamente también habrían propiciado un incremento de las representaciones cerebrales.[20] Por poco que el lenguaje y el uso de herramientas se convirtieran en rasgos heredables (aunque su desarrollo requiriera la exposición a un medio cultural adecuado) habrían alterado las perspectivas de supervivencia de los individuos genéticamente dotados para ambas habilidades.[21]

Una cuestión parecida, y para nosotros más práctica, concierne a las implicaciones neurológicas y comportamentales del matrimonio obligado mano-cerebro en una escala de tiempo comprimida. ¿Cuál sería la conexión entre el uso de herramientas, el lenguaje y el pensamiento en el tiempo que dura una vida humana? Recordemos la afirmación de Washburn de que la estructura humana (lo que está genéticamente determinado en nuestra anatomía) hace posible el comportamiento humano a corto plazo.

Si el lenguaje y el uso de las manos para la fabricación y empleo de herramientas coevolucionaron forjando eficazmente un nuevo campo de operaciones para el cerebro homínido y un potencial mental que co-

nocemos colectivamente como «cognición humana», entonces *encontraríamos* vínculos análogos en las historias individuales de las personas vivas, efectos de refuerzo entre el uso de la mano con un propósito determinado, el lenguaje y la cognición. Pensemos en lo que esto significa. El uso «inteligente» de la mano podría no haber sido un legado meramente incidental de los homínidos, sino —junto con el instinto del lenguaje— una fuerza elemental en la génesis de lo que llamamos «mente», activada en el momento de nacer.

2
El nexo mano-pensamiento-lenguaje

> No es la palabra lo difícil de entender. Lo que el niño no entiende es el concepto que se esconde tras ella. La relación entre palabra y pensamiento y la creación de nuevos conceptos es un proceso complejo, delicado y misterioso.
>
> León Tolstói[1]

Filósofos, psicólogos (especialmente los cognitivos y los psicolingüistas), antropólogos, arqueólogos y neurólogos comparten una fascinación singular —quizá sería mejor decir *mistificación*— por los difíciles problemas que surgen cuando se intenta enlazar algunas ideas básicas, ampliamente aceptadas, acerca de los orígenes de la inteligencia humana.

¿Qué puede decirse del cerebro que explique nuestro dominio —un caso único— sobre el resto del mundo natural? Afirmamos que el cerebro es la sede de lo que llamamos «inteligencia». Ahora bien, ¿qué entendemos por inteligencia? En términos generales, es la capacidad de descubrir, sopesar y relacionar hechos con el fin de solucionar problemas. Naturalmente, nosotros no somos los únicos animales con inteligencia, como quiera que se defina ésta. Sin embargo, a todos los efectos prácticos, los seres humanos somos únicos en cuanto a nuestro empleo elaborado y esencialmente obligatorio de dos estrategias de resolución de problemas.

En primer lugar, diseñamos y fabricamos una amplísima gama de herramientas diversas y especializadas. Algunas son muy sencillas y, de hecho, funcionan según los mismos principios que las utilizadas por muchos animales (a algunos de los cuales seguramente les debemos la idea inicial). Los seres humanos no fueron los primeros en usar piedras y palos como armas, martillos, sondas o palancas. Pero, en las últimas decenas de miles de años, la confección humana de herramientas ha tomado un camino muy diferente del que seguían los primates más avanzados, incluidos nuestros antepasados recientes. ¿Qué hemos hecho para que todo sea tan diferente? Sencillamente, convertir la tecnología en piedra angular de nuestra estrategia de supervivencia.[2]

En segundo lugar, tenemos otro recurso: el lenguaje. En realidad, tenemos muchas clases de lenguajes, cada una basada en un sistema formal de códigos y/o símbolos mediante los cuales representamos estados del mundo. «Representar» quiere decir «figurar», aunque con un signifi-

cado muy alejado del uso vulgar. Si nos referimos a la versión «en el cerebro» de un objeto o un proceso del mundo real, como suele decirse, la palabra viene a ser un lugar común que implica —aunque en modo alguno prueba— que hay, o puede haber, estructuras neurales, operaciones o estados que se corresponden con algún objeto o proceso exterior al cerebro.

Como nuestras herramientas, nuestro lenguaje debe muchísimo a los animales. Muchos de ellos se comunican de formas muy diversas para expresar infinidad de cuestiones relativas a sus vidas sociales o su supervivencia. Es indudable que los antepasados humanos estuvieron influidos por la rica variedad de ejemplos imitables. Lo mismo que el lenguaje humano hablado, las llamadas de los animales son medios de señalización eficaces y ampliamente utilizados entre miembros de una misma especie.[3] Los animales (incluidos los insectos) también recurren al «lenguaje corporal» para expresar emociones e intenciones sobre cuestiones básicas: alimento, apareamiento y territorio;[4] y como hacemos muchas veces los seres humanos, se comunican mediante objetos y señales. Además, y tal como ocurre en las diversas formas de lenguaje animal no verbal (un ejemplo clarísimo sería el lenguaje universal de las expresiones faciales y, en palabras del lingüista McNeills, esa especie de «gestos emblemáticos» que empleamos para atraer la atención de los camareros en un restaurante) la comunicación humana incluye una amplia gama de signos sociales que cualquiera puede interpretar. Sin embargo, las similitudes acaban aquí.

El lenguaje humano no es simplemente una mejora muy elaborada del lenguaje animal, sino que implica el uso de códigos y símbolos cuya correspondencia con objetos y hechos del mundo real (es decir, su *significado)* se ha establecido por convenio. Su entramado cerebral está tan localizado y a la vez tan generalizado, y la historia de su desarrollo individual es tan específica y a la vez tan programada, que exige una explicación particular.

Nadie discute la proposición básica de que los seres humanos se definen comportamentalmente por el uso único, elaborado y refinado de los utensilios y del lenguaje. Sin ellos, la sociedad humana (y en general la vida humana individual) no podría continuar. El lenguaje humano presupone unas relaciones expresamente cooperativas entre personas con un plan común de codificación-descodificación. En otras palabras, el lenguaje indica un modo de vida basado en la información compartida. Cuando las personas crearon el lenguaje formal, crearon también mecanismos para compartir conocimientos y, al hacerlo, autentificaron la existencia en sus vidas de una conciencia mutua y de un propósito

cohesionador. Para expresar este acuerdo, empleamos la palabra «cultura».

La comunión entre lenguaje y cultura está tan íntimamente ligada a la historia humana y constituye una fuerza tan ineludible en nuestro desarrollo y culturización personales que, de manera absolutamente natural, consideramos el lenguaje como el rasgo que explica y define nuestra inteligencia. Pero debemos guardarnos de equiparar estrategias comportamentales concretas con una inclinación más general a resolver problemas en interés de nuestro bienestar o supervivencia. Lo que necesitamos es una comprensión mejor de las relaciones entre el uso de herramientas, el lenguaje y la inteligencia, o quizá mejores teorías referentes a estas relaciones. En los últimos tiempos se han propuesto algunas teorías, ninguna de las cuales encaja bien con todos los hechos conocidos, aunque no dejan de ser intentos rigurosos de explicar la forma en que los cambios de tamaño y estructura permitieron al cerebro de los homínidos llegar a su estado presente, y de relacionar tales modificaciones con la evolución del comportamiento humano. Esto sí reclama nuestra atención. Las tres teorías siguientes son de particular importancia para la tesis central de este libro.[5]

La teoría de Robin Dunbar sobre incremento cerebral, lenguaje e inteligencia

Robin Dunbar, profesor de biología de la Universidad de Liverpool, ha publicado recientemente un libro titulado *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*. En forma sucinta, su propuesta, tan básica como intuitiva y atractiva, asume que el crecimiento del cerebro, la evolución del lenguaje y la necesidad de un comportamiento inteligente fueron exigencias concomitantes de la creciente complejidad social que adquirió la vida comunitaria de los homínidos. A medida que los primeros homínidos ampliaban sus territorios y se enfrentaban a retos ambientales más importantes, su supervivencia dependió cada vez más de la cooperación grupal. Dado que los grupos numerosos y cooperativos dependen de las relaciones de trabajo, que dependen a su vez del grado de conocimiento mutuo entre los miembros de la comunidad y de la comprensión de la estructura y la dinámica sociales, la cualificación mínima para un miembro del grupo sería lo que podría llamarse inteligencia social. Cuanto más numeroso sea el grupo, mayor será la exigencia de inteligencia social, la cual parece depender de la posesión de un cerebro grande. Pero no hay que olvidar que, como ha señalado el

psicólogo Harry Jerison, el coste metabólico de este privilegio es muy alto.*

Naturalmente, en la historia de los primates hay otras circunstancias posibles que podrían explicar la adquisición de un cerebro grande. Como indica el propio Dunbar, se ha sugerido que ello podría deberse a un cambio de alimentación. La vida arbórea de los primates comedores de frutos requiere la visión del color y la posibilidad de consumir una amplia gama de alimentos, y seguramente exigiría un cerebro grande para acomodar el procesamiento visual mejorado y memorizar mapas de zonas de alimentación dispersas. Pero no se ha hallado ninguna correlación entre el tamaño cerebral de los primates y la dieta frugívora. A Dunbar se le ocurrió que el análisis debería restringirse al *neocórtex*, la parte de evolución más reciente en el cerebro del primate. Si se compara el desarrollo del neocórtex con el *tamaño del grupo estable* se obtiene una progresión casi perfecta: cuanto más grande es la «tribu», mayor es el neocórtex de sus individuos. Esta correlación se mantiene en las setenta especies primates estudiadas, y también en otros mamíferos sociales no primates. Los vampiros, que son unas criaturas muy sociables, tienen un gran neocórtex, mientras que los carnívoros solitarios lo tienen muy pequeño.[6]

La búsqueda de ideas que den cuenta de esta relación condujo a la observación de que los simios dedican mucho tiempo a acicalarse mutuamente para mantener lo que podríamos llamar coaliciones. Los individuos que se acicalan unos a otros regularmente establecen alianzas, algo necesario en las sociedades complejas. En la investigación de Dunbar, el tiempo dedicado al acicalamiento aparece como un indicador universal y cuantificable de la atención interpersonal necesaria para la supervivencia de los individuos pertenecientes a grandes grupos. A partir del tamaño del neocórtex, Dunbar calculó que los seres humanos deberían agruparse en cohortes de hasta 150 individuos, y encontró una serie de ejemplos que confirmaban lo acertado de esta estimación, como el tamaño de una compañía militar, el de las comunidades hutteritas (que se dividen cuando pasan de 150 miembros) y hasta el tamaño «ideal» de las peque-

* El nombre de Jerison está estrechamente vinculado a lo que se conoce como «hipótesis de la encefalización», basada en cálculos de la relación entre el tamaño real del cerebro y el tamaño esperado según el peso corporal (véase su *Evolution of Brain and Intelligence*, Academic Press, Nueva York, 1973). El antropólogo Ralph Holloway aplicó la ecuación de Jerison para calcular un «coeficiente de encefalización» (CE) de 2,87 para los seres humanos; los valores para el chimpancé y el gorila son, respectivamente, 1,14 y 0,75 (Holloway 1996, págs. 89-90). El cerebro humano representa el 2% del peso corporal, pero consume el 20% de la energía que aporta la dieta. En argot informático, se diría que el cerebro humano es un sistema operativo cuya posesión y operatividad resultan muy caras.

ñas empresas, que tienden a sustituir el contacto personal por la comunicación escrita cuando la plantilla supera los 120 efectivos.* El tamaño del neocórtex permite predecir el tamaño del grupo, pues la inteligencia es básicamente *social;* cuanta más gente haya que tener en cuenta, mayor será la complejidad de las relaciones implicadas, y más tiempo habrá que dedicar a mantener las coaliciones.**

¿Qué tiene que ver el lenguaje con todo esto? La expansión del cerebro para afrontar las complejidades de la vida social no podía aumentar sin restricciones, como tampoco el tiempo dedicado al acicalamiento. El lenguaje, una solución alternativa para el ejercicio de la inteligencia social, demostró ser una vía muy eficaz para soslayar tanto la espiral ascendente del tamaño cerebral como la intolerable pérdida de tiempo que exigía el acicalamiento mutuo. Un ser humano, afirma Dunbar, tiende a mantener un círculo de amigos (gente de la que aceptaría con gusto una invitación a cenar, por ejemplo) de no más de 150 personas, con las que puede mantener una comunicación verbal íntima y cómoda. En efecto, el cotilleo es una subrogación *verbal* del acicalamiento primate. Según Dunbar, hay estudios rigurosos que demuestran que la mayor parte de lo que hablan las personas es puro cotilleo, incluso (afirma) en las universidades.

Convincente o no, esta hipótesis apenas explica de dónde *procede* en realidad el lenguaje moderno. Dunbar aborda el problema sugiriendo que hubo una especie de protolenguaje que fue social mucho antes que técnico. El lenguaje se hizo necesariamente técnico cuando el uso de herramientas por parte de *Homo erectus* y su expansión por todo el mundo requirió un intercambio sustancial de información entre individuos y grupos de individuos.

La aportación de Dunbar es importante porque pone el énfasis en la relación entre el crecimiento del cerebro y las complejidades mentales y sociales de la vida grupal en los primates superiores, y respalda sus tesis con una combinación cuantitativa (pero altamente selectiva) de datos biológicos y etnográficos. Lo que sin duda *no* hace es ayudarnos a comprender cómo encaja en este panorama el lenguaje humano *tal como lo*

* Véase Dunbar 1996, capítulo 4: «Of brains and groups and evolution».

** Un interesante argumento inverso sobre la primacía de la inteligencia social se debe al psicólogo Henry Plotkin, cuyo trabajo veremos con más detalle en este mismo capítulo. Plotkin ha señalado que las personas «piensan de manera más adaptativa que lógica» (véase *Darwin Machines and the Nature of Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge, 1993, págs. 190-198). Cita ejemplos del estudio de Wason y Cosmides, donde se demuestra que la gente es capaz de resolver fácilmente cuestiones lógicas que no entiende cuando se plantean de manera abstracta si se presentan en la forma de problemas sociales corrientes.

definen neurólogos y psicolingüistas. Para descubrirlo, tendremos que buscar otras fuentes.

La teoría de Merlin Donald sobre la evolución cultural y cognitiva

Merlin Donald es profesor de psicología de la Universidad de Queen en Kingston (Ontario). Su libro *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition* se publicó en 1991.[7] En él Donald propone que el cerebro humano, junto con el lenguaje, llegó a su estado actual a través de un proceso en tres etapas, cuyas transiciones coinciden con transformaciones comparativamente bruscas en la estructura física y el comportamiento de antropoides y homínidos. Cada una de estas tres etapas se define por un perfil específico de comportamiento motor y social, y se corresponden con descripciones bien documentadas de especies actuales y con la cronología establecida de los antepasados humanos. Los perfiles comportamentales son el fundamento de las deducciones sobre la «arquitectura cognitiva»* del cerebro en cada etapa. El postulado central es que cada etapa estuvo marcada por un cambio fundamental en la forma en que el cerebro respondía al mundo exterior:

> «La esencia de mi hipótesis es que la mente humana moderna evolucionó a partir de la mente primate a través de una serie de adaptaciones importantes, cada una de las cuales dio lugar a un nuevo sistema representacional. Todos los sistemas representacionales sucesivos han permanecido intactos dentro de nuestra actual arquitectura mental, de manera que la mente humana moderna es un mosaico de vestigios cognitivos heredados de las etapas primigenias de la evolución humana... La palabra clave aquí es *representación*. Además de un cerebro grande, una memoria aumentada, un léxico o un aparato fonador especial, en los seres humanos evolucionaron también sistemas para representar la realidad» *(Origins*, págs. 2-3).

Lo que Donald propone es que, ya en los antropomorfos, el conocimiento empezó a experimentar un cambio fundamental. ¿Qué significa esto? Intentaré aclararlo con una ilustración. Consideremos una cabra

* La expresión «arquitectura cognitiva» se refiere a las normas de organización y las características operativas de la mente que se deducen exclusivamente de la observación de sus productos (ideas expresadas y comportamiento manifiesto) sin referencia alguna a la anatomía o los procesos fisiológicos «mentalizadores».

que marcha por un bosque denso y encuentra la envoltura de una chocolatina: la huele; todavía tiene algo de chocolate, así que se la come y continúa su camino. Si pudiéramos hablar por la cabra, el significado de este descubrimiento sería «comida»; y la componente motivacional de la historia termina con la ingestión de la envoltura. Imaginemos ahora en la misma situación a un chimpancé que hubiera estado en contacto con personas. El comportamiento del animal sería éste: reconocer la envoltura, recogerla, darle la vuelta, arrugarla, sacudirla, olerla, lamerla, tirarla y marcharse. Como los chimpancés no hablan, deberemos traducir en palabras el «significado» de su descubrimiento: «Papel sabroso... puede que haya más en su lugar de procedencia». El aspecto motivacional (y nutricional) de la historia, la búsqueda de algún bocado por parte del chimpancé, puede o no continuar, según su empeño en hallar más chocolate. Luego llega por el bosque una persona que se detiene, recoge la envoltura, mira alrededor, se rasca la cabeza, de pronto se sofoca, deja caer el papel, da la vuelta y echa a correr por donde vino. ¿Qué clase de historia es ésta?

En cada una de estas viñetas, la envoltura de la chocolatina es «información» o, si se prefiere, «datos». Del comportamiento de la cabra deducimos que poseía un equipo sensorial y una experiencia suficientes para identificar la envoltura como alimento y actuar según su propio juicio, comiéndolo. El conocimiento que obtuvo la cabra de este encuentro era compacto, focalizado y pragmático; su respuesta, predecible. El tratamiento de la envoltura como «datos de entrada» por parte del chimpancé es más complicado. Podemos hacer la misma inferencia por defecto sobre el equipo sensorial del animal y suponer que, lo mismo que la cabra, el chimpancé tiene un esquema *comida/no comida* para clasificar los objetos de su mundo. Pero el comportamiento del chimpancé es más discriminatorio, más selectivo que el de la cabra. Para este animal, sólo *una parte* de la envoltura es comida. No podemos decidir si evita ingerirla porque su aparato digestivo carece de los enzimas necesarios para digerir ese material,* o porque es más remilgado que la cabra, o por cualquier otra razón; pero es evidente que el acto de lamer el chocolate adherido y luego tirar el papel depende no sólo de los datos visuales y olfatorios, sino de un conocimiento adicional que sólo él posee, o quizás alguna información suplementaria sobre la envoltura que, en virtud de algo exclu-

* Naturalmente, el chimpancé no puede saber esto, pero sí puede sentir cierta desgana instintiva hacia el papel o cualquier otra cosa que huela a tinta (aunque el olor esté enmascarado por el delicioso aroma del chocolate) o bien puede haber recordado al tío Creaky, su compañía favorita, retorciéndose y chillando después de comerse un papel así.

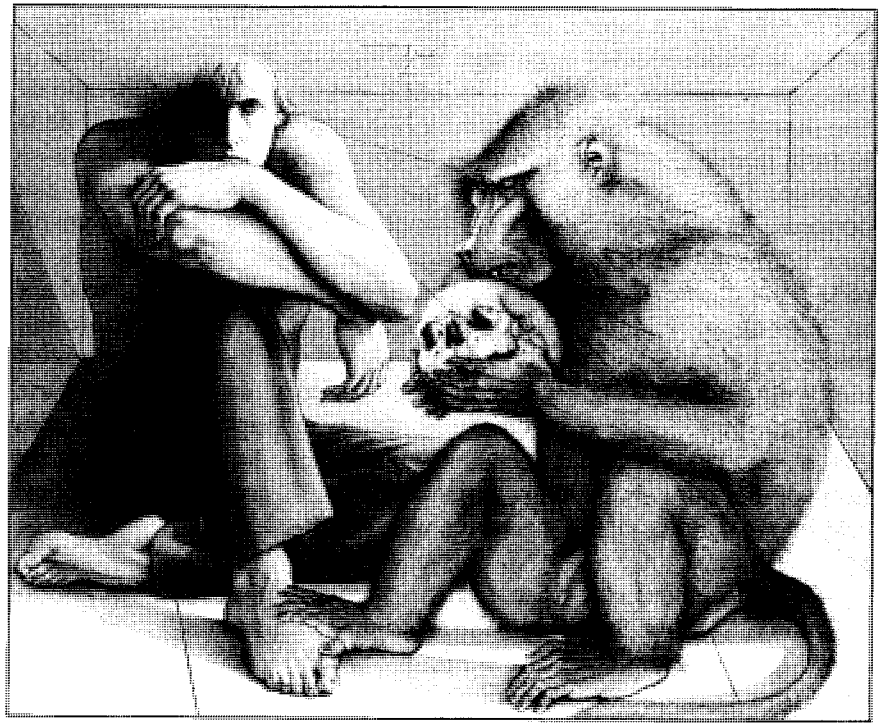


Figura 2.1. Hombre y mono en contemplación mutua. Los rasgos comunes físicos, instintivos y cognitivos evidencian un parentesco que no menoscaban las diferencias de comportamiento y cultura. *(Le Singe et l'Homme A*, de Pierre-Yves Trémois. Copyright © 1998 Artists Rights Society [ARS], N.Y./ADAGP, París.)

sivo de su almacén general de conocimientos, buscó y obtuvo a través de la inspección. El comportamiento del chimpancé contiene algunos elementos erráticos, pero es *casi* tan predecible como el de la cabra.

Del comportamiento de la persona después de recoger la envoltura, lo único que puede decirse es que era totalmente impredecible. Sin embargo, como este ser posee un *lenguaje*, puede darnos una explicación:

> «He estado buscando a Jack toda la tarde. El tipo desapareció después del almuerzo y ahora no sabemos qué hacer: el camión necesita un nuevo eje, la radio está hecha polvo y el único que puede arreglarla es él. Por eso fui a buscarlo. Después de algo más de medio kilómetro vi esa envoltura de chocolatina en el camino —¡muy reciente!— y pensé que andaba por allí cerca. Pero enseguida recordé que Jack *detesta* esa marca de chocolatinas, y que sólo conozco a

una persona que la traga: Blakesly, quien juró que si volvía a encontrarme me pegaría un tiro en cuanto me viera. ¡Chico, me he librado por bien poco!».

He ideado esta pequeña historia-problema para ilustrar la tesis de Merlin Donald. Debemos tener en cuenta las llamativas, a la vez que consistentes, diferencias entre el conocimiento humano y animal del mundo y la forma en que dicho conocimiento configura su conducta o impone fronteras a su repertorio comportamental. La historia presentada nos invita a observar las diferencias entre la cabra, el chimpancé y el hombre tanto en el aspecto motor como en el cognitivo. Las divergencias más llamativas, desde mi punto de vista, son las existentes entre el comportamiento motor de la cabra y el del chimpancé, y entre el comportamiento cognitivo de éste y el humano.

Comencemos por el aspecto motor. La cabra masca la envoltura y la traga. El chimpancé, en cambio, pasa por un proceso similar al que cabría esperar de un miembro de nuestra propia familia que encontrara restos dulces en el papel orlado de una tarta de cumpleaños. Manosearía el papel, miraría, olería y probaría. Después de estos torturantes preliminares, lamería el chocolate y tiraría el papel.*

Aunque haya una diferencia cognitiva entre la cabra y el chimpancé, siendo rigurosos, no podemos decir que el comportamiento del chimpancé sea «más inteligente» que el de la cabra, pues es casi seguro que esta última no ve la distinción entre papel y chocolate como un problema que requiera solución. Sin embargo, algo —quizá sea empatía— nos dice que el comportamiento del chimpancé es más inteligente que el de la cabra. Pero no nos equivoquemos: la cabra no es estúpida. Las cabras monteses son mamíferos exitosos y capacitados para sobrevivir en condiciones ambientales que nosotros no soportaríamos sin un equipo especial de supervivencia. Las cabras monteses están genéticamente «adaptadas» a este modo de vida, y están tan bien dotadas para ello que les traen sin cuidado los pequeños detalles.

Si nos fijamos en la diferencia de comportamiento entre el chimpancé y el ser humano, se aprecia una importante discontinuidad *mental*

* Nótese que, en esta situación, el chimpancé no obtiene ningún beneficio directo (en el inhóspito mundo de las realidades darwinianas) del hecho de liberar las extremidades superiores o mover independientemente los dedos: la cabra consume tanto chocolate como él. Si pudiera comentar la situación, la cabra diría que, después de todo, la tan encomiada extremidad superior liberada no supone un gran avance. Sin embargo, el chimpancé podría replicar que los preliminares que le permitió su destreza manual fueron *significativos* para él y añadieron placer a la experiencia.

en el hecho de que la persona no trata como alimento ni la envoltura ni el chocolate adherido. Sobre esta base, debemos describir su comportamiento como mucho más «inteligente» que el del chimpancé. Aunque el hombre no sea ninguna eminencia, no cabe duda de que está tratando de resolver un problema que, por cierto, no es nada sencillo.

Pero la magnitud real del abismo entre chimpancés y seres humanos se aprecia en el hecho de que la persona puede *leer*. Es capaz de asociar las letras del papel con los hábitos triviales (pero que adquieren una importancia fundamental) de dos conocidos suyos. En un santiamén genera una hipótesis compleja relativa a la búsqueda que estaba realizando («Jack debe estar cerca»), la comprueba mediante una serie de operaciones mentales, la rechaza, genera otra hipótesis (espontánea e inmediatamente alarmante), la acepta en vez de la primera (casi con certeza después de una estimación aproximada y rápida de la probabilidad de una consecuencia relevante) y, finalmente, en una muestra de relampagueante razonamiento inductivo, corre para salvar su vida. Más aún, en su comentario, nuestro narrador hace algunas referencias fugaces, pero ilustrativas, a la ciencia y la tecnología humanas: rueda, motor de combustión interna, montajes, electricidad, telecomunicaciones y el poder de la pólvora y la balística. También menciona la importancia de las habilidades humanas especializadas, cognitivas y manuales: la radio (un dispositivo que envía mensajes codificados o vocales) no funciona y *el único que puede arreglarla es él*. Por si esto fuera poco, la persona de nuestra historia tiene una *teoría de la mente*, es decir, puede generar y atribuir a otros (en este caso Blakesly) intenciones concretas y modificar su propio comportamiento en respuesta al estado mental que él mismo ha creado y asociado a otra persona.* Finalmente, como es lógico, puede explicar todo esto a sus congéneres (uno de los cuales, lo sabremos más tarde, sólo habla francés). ¿Cómo hemos llegado a esto a partir del chimpancé?

Henry Plotkin, a quien luego volveremos, diría que si esta historia se publicara para ser leída ilustraría la operación de una *jerarquía anidada*. Es como la trayectoria de una pelota en equilibrio sobre un bastón apoyado en el extremo de una cuchara sujeta por los dientes de un acróbata que a la vez hace el pino o se columpia en un trapecio. Yo, el autor de este libro, he ideado la historia de antes como esquema de otra historia (en cuya mitad nos hallamos); te la he contado a ti, querido lector, *como si fuera real*, y tú, después de descifrar el mensaje, te descubres a ti

* Sus padres notaron que, como casi todos los niños, se había convertido en un «adicto» a esta actividad ya a los cuatro años.

mismo como su auténtico objeto, y ahora te maravillas de las acrobacias que es capaz de hacer tu propio «sistema representacional».

Pero he omitido una parte importante de este relato, el núcleo del notable trabajo de Merlin Donald. Se trata, precisamente, del puente que construyó para llegar desde el chimpancé hasta nosotros. El trasfondo de la idea de Donald es el siguiente: la solución genuina, improvisada, de problemas, y con ella lo que podemos empezar a identificar como inteligencia, empieza en los monos no antropomorfos, se perfecciona en los antropomorfos y todavía más en los australopitecos. El bipedalismo trajo consigo oportunidades sin precedentes, pero también nuevos peligros para los homínidos que iban abandonando la protección de unos bosques en desaparición. Pero en la época de Lucy (hace casi 4 millones de años, como hemos visto en el capítulo 1) el uso cada vez más versátil del antebrazo y la mano (y en los antropoides, en especial los chimpancés, la tendencia acrecentada a explotar la habilidad manual) tenía ya una larga historia. Además, en esta misma época, el lado radial (pulgar) de la mano y su articulación con la muñeca empezaban a permitir una amplia gama de agarres.

Donald concede una gran importancia a todo esto:

> «El chimpancé da a sus manos infinidad de usos, y su notable capacidad para el uso de herramientas se conoce desde los tiempos de Darwin. Aunque los gorilas tienen cierta destreza manual, ésta es menor que la de los chimpancés, especialmente en lo que se refiere a su exploración. Esto parece indicar que los chimpancés tienen un sistema de autorrepresentación más sofisticado, al menos en cuanto a autoexploración manual.*
>
> Obsérvese que el control de la mano implica, por primera vez en la evolución, la convergencia en el mismo sistema de una retroacción visual, táctil y propioceptiva.** El control de la mano debe contemplarse como el cruce de un Rubicón biológico, después del cual un sentido distal dominante —la visión— controlará y modulará directamente las acciones» *(Origins*, pág. 147).

* Uno de los comportamientos más distintivos del chimpancé, que no se da en los monos no antropomorfos, es el uso de la mano para explorar su propia imagen en el espejo, que utilizan para guiar su autoexamen cuando tienen en la cara alguna marca. Esta reacción es interpretada por los primatólogos como una evidencia muy firme de autoconciencia.

** La palabra «propiocepción» hace referencia a la percepción de la propia posición, y se genera por la acción de sensores especiales en músculos, articulaciones, tendones, ligamentos y piel.

Donald propone que, a este nivel de desarrollo, puede decirse que los simios prehomínidos y los homínidos tenían una «cultura episódica»:

> «Este comportamiento, con su complejidad, parece irreflexivo, concreto, obligado por las circunstancias. Incluso el uso de señales y el comportamiento social son respuestas inmediatas, a corto plazo... Las vidas se viven enteramente en el presente, como una serie de episodios concretos, y el elemento superior en su sistema de memoria representacional parece estar al nivel de la representación de eventos» (*Origins*, pág. 149).

La tesis principal de Donald se centra en lo ocurrido desde la aparición de *Homo erectus* hasta 200.000 años antes de nuestra era (cuando se supone que se produjo la transición de *H. erectus* a *H. sapiens)*. La capacidad craneal media durante este periodo era de 1.000 c.c. (con tendencia a aumentar), aproximadamente el doble de los 400-600 c.c. de chimpancés y australopitecos. Como se vio en el capítulo 1, no hay informes de restos fósiles de este periodo correspondientes al lado cubital de la mano. Por lo tanto, no sabemos aún cuándo se produjo el cambio que permitió la oposición cubital, es decir, el avance funcional más reciente de la mano humana moderna.

Lo que sí se sabe es que, a finales de este periodo, *H. erectus* exhibía un comportamiento muy avanzado:

> «*H. erectus* fabricó una amplia diversidad de herramientas sofisticadas y se dispersó por todas las tierras eurasiáticas, adaptándose a los climas más diversos y viviendo en una sociedad donde la cooperación y las acciones coordinadas eran una estrategia fundamental para la supervivencia de la especie... Algunas características de la cultura de *H. erectus* sugieren no una continuidad, sino cambios cualitativos en la cognición. La difusión de la fabricación de herramientas requería, además de un elaborado mecanismo de invención y memorización de conjuntos de procedimientos complejos, habilidades sociales para enseñar y coordinar dichos procesos. *H. erectus* también cooperaba en la caza estacional, migraba a largas distancias, utilizaba el fuego, cocía los alimentos y desarrolló un volumen cerebral hasta el 80% del actual» (*Origins*, págs. 163-164).

Donald propone que, a lo largo de su difusión por todo el mundo, *H. erectus* desarrolló un sistema cognitivo nuevo que, como dice Dunbar, era absolutamente necesario para afrontar la expansión geográfica y de-

mográfica. Al final de un periodo que duró alrededor de 1,5 Ma, la evolución preparó el escenario para una nueva especie. Un ligero aumento de la capacidad craneana y la adquisición del habla fueron la fórmula que dio origen a *H. sapiens*.

La estrategia ganadora que *H. erectus* logró perfeccionar durante ese periodo es lo que Donald ha llamado cultura *mimética*.[8] El fundamento de la cultura *erectus* es la habilidad mimética:

> «La habilidad mimética, o mimesis, reside en la capacidad de producir actos conscientes, autoiniciados y representacionales, que son intencionales pero no lingüísticos... La mimesis es fundamentalmente distinta de la imitación o el mimetismo, ya que requiere la *invención* de representaciones intencionales... La habilidad mimética es el resultado de compartir conocimientos sin que los miembros del grupo tengan que reinventarlos... La forma primaria de expresión mimética es, y continúa siendo, visuomotora. La habilidad mimética básica para criar hijos, fabricar herramientas, cazar y recolectar cooperativamente, compartir los alimentos y otros recursos, encontrar, construir y compartir refugios, y expresar jerarquías y hábitos sociales, sin duda se basó en un comportamiento visuomotor» *(Origins*, págs. 169-177).

Tras considerar otra teoría global que pone gran énfasis en el papel de la fabricación de herramientas como base cognitiva del lenguaje, la posición de Donald sobre este punto tiene un interés especial:

> «El ejemplo de la fabricación de herramientas sugiere cómo pudieron haberse combinado estas habilidades generales y especiales para dar lugar a otra importante habilidad mimética... La fabricación de herramientas es, fundamentalmente, una habilidad visuomanual, pero también implica obtener los materiales necesarios, preparar las herramientas apropiadas a su debido tiempo, repartirse responsabilidades, etcétera. El uso de herramientas innovadoras pudo haberse producido miles de veces sin que diera lugar a una industria permanente, a menos que el "inventor" de la herramienta fuera capaz de recordar y rehacer o reproducir las operaciones necesarias para comunicarlas a los demás» *(Origins*, pág. 179).

Donald apunta que durante este periodo se incrementó el control de la musculatura facial, lo que permitió que, paralelamente, aumentara la gama de emociones comunicables por la expresión de la cara. Pero la anatomía y la función del tracto respiratorio (especialmente la posición y fun-

ción de la laringe y las vías aéreas superiores) no cambiaron significativamente, y los mecanismos neurológicos necesarios para el control del flujo de aire y la articulación verbal seguramente no llegaron a su estado presente. Esto quiere decir que el habla, tal como la entendemos hoy, probablemente no existió. Donald rechaza la posibilidad de que existiera un lenguaje visual basado en las manos, un lenguaje de signos comparable al habla en cuanto a dominio y potencia:

> «La modernidad del lenguaje de signos formal y su parecido con algunas formas de escritura aboga más en favor de su equiparación con la escritura ideográfica y otros inventos visuosimbólicos más o menos actuales que con la habilidad narrativa oral» *(Origins*, pág. 308).

Sin embargo, es casi seguro que el lenguaje gestual se empleó para la comunicación, y Donald lo considera una posible forma de comunicación mimética y quizás hasta «el precursor de las invenciones semióticas más avanzadas subyacentes al lenguaje» *(Origins*, pág. 220). En cualquier caso, es evidente que habla y gesto se solapan y se refuerzan mutuamente en el lenguaje humano. Pero la asociación de los gestos con el pensamiento humano es una cuestión distinta, aunque estrechamente relacionada con la anterior. La respuesta a este problema puede venir de las observaciones sobre el desarrollo: los psicólogos cognitivos y evolutivos interpretan la aparición del acto de apuntar con el dedo en los niños como un «gesto de intencionalidad» (alrededor de los catorce meses) que marca un hito en su desarrollo mental. También creen que este gesto, exclusivo del ser humano, está más allá del potencial cognitivo del chimpancé, que ni lo realiza espontáneamente ni lo adquiere por adiestramiento.[9]

La postura de Donald sobre la centralidad del habla como posibilitador primario —si no *agente provocador*— del lenguaje es clara: el lenguaje formal, con un control neurológico de su expresión heredable y plenamente desarrollado, se basa en el habla. A su vez, el habla es el resultado de la convergencia evolutiva de: (1) el avance general en la capacidad cognitiva (aptitudes representacional y mimética), (2) los articuladores del habla y (3) estructuras neurales de evolución reciente (concentradas, pero no confinadas, en las «áreas verbales» del hemisferio izquierdo en la mayoría de individuos) dedicadas a controlar la emisión del habla y a procesar su recepción.*

Aunque las tesis de Dunbar y de Donald difieren en cuanto a énfasis y especificidad, ambos identifican la aparición del lenguaje con el incre-

* Esta «subtesis» se presenta de manera detallada en el *Origins* de Donald, págs. 236-256.

mento de interacciones altamente coordinadas entre el *Homo* en evolución y el medio ambiente. También dejan claro que en el caso humano asistimos a un nuevo episodio evolutivo de la interacción organismo-entorno, pues a las presiones selectivas clásicas hay que sumar las derivadas de la organización de los primates sociales superiores en grupos cooperativos (e internamente competitivos). Se matan así dos pájaros de un tiro: la cuestión del origen del lenguaje y su relación con la inteligencia. También nos permiten vislumbrar cómo la propia sociedad —su cultura— entró a formar parte del proceso dinámico de selección.

La teoría de Henry Plotkin de la inteligencia como una «heurística secundaria»

Henry Plotkin es profesor de psicobiología en el Departamento de Psicología del Colegio Universitario de Londres. En 1993 publicó *Darwin Machines and the Nature of Knowledge*.[10] La tesis del libro de Plotkin complementa tan perfectamente la de Donald que su conjunto constituye, al menos para mí, un solo trabajo, definitivo e incomparable.

Para Plotkin, «conocimiento» significa algo más que palabras o hechos en la cabeza. Conocimiento es *cualquier* estado de un organismo que conlleva una relación con el mundo. Un torero que haya sido corneado por un toro tiene la palabra *toro* en su mente, y en la «representación» interna que se forja del animal se mezclan el recuerdo del incidente y las poderosas emociones conectadas con el mismo. Pero la cicatriz que tiene en el pecho también es una «representación» del toro: es una marca *en el cuerpo y sobre el cuerpo* del torero, una referencia permanente al toro y un símbolo de este animal y de su encuentro con él. Además (de acuerdo con la interesante visión de Plotkin) la cicatriz simboliza una parte del *conocimiento* que el torero tiene del toro; un conocimiento que también es la suma de múltiples integraciones a un nivel más profundo: articulaciones, ligamentos musculares de caderas, espina dorsal, rodillas, tobillos y pies transformados en sinergias de movimiento elegante, fluido y graciosamente explosivo. Este conocimiento incluye también una sed de adrenalina, una capacidad de concentración total y (sólo en el caso de que el toro no se arredre) la química impecable de las plaquetas y los anticuerpos de la sangre.

La convergencia de todos estos elementos en un solo individuo es un logro de la evolución, la cual (a través de los procesos inexorables de la variación genética, la selección y la transmisión, que ahora asociamos al nombre de Darwin) capturó esa combinación que es el torero, la guardó

en forma de código genético heredable en unos pocos incautos, y una tarde, mágicamente, surgió una versión absolutamente única de todo ello encarnada en la persona de nuestro joven amigo de ojos penetrantes.

Plotkin destaca que el proceso evolutivo es indiferente a éste o cualquier otro torero en tanto que individuos, pero no a la estabilidad y longevidad de sus genes.* Para que los genes se perpetúen no hay más que añadirles algo que, cuando se manifiesta en el cerebro de cualquier ser vivo, se convierte en un poderoso afán de permanecer vivo durante el tiempo necesario para aparearse. Muchas criaturas viven lo bastante no ya para experimentar dicho apremio, sino también para satisfacerlo y perpetuar sus mapas genéticos. Siempre que este mapa (o genoma) sobreviva, *aunque sea una copia imperfecta de los genes donados por los padres*, intentará inyectarse (literalmente) en la siguiente generación.

Cada nueva combinación de genes *pretende* ser una copia fiel. Sin embargo, en esta fórmula biológica se ha deslizado una ligera tendencia a que se produzcan errores, a veces fatales: un embarazo que acaba en aborto, un niño que no llega a la pubertad, un adulto estéril... Ocasionalmente, sin embargo, el «error» resulta ser providencial. Casi siempre que esto ocurre (cuando una mutación genética aporta alguna ventaja para la supervivencia) es porque el mundo ha cambiado lo suficiente para desaprobar la predicción inicialmente codificada, pero de una manera que permite que, por pura suerte, quede validada la predicción implícita en la mutación. Muy de tarde en tarde, pero con satisfactoria regularidad a muy largo plazo, surgen cosas sorprendentes y maravillosas. Un proceso estadístico frío y maquinal se transforma en un cuento de la Cenicienta genético.**

Plotkin llama *heurística primaria* a este mecanismo genético responsable de la longevidad de familias de genes a través de la generación, puesta a prueba y regeneración de mensajes genéticos codificados:

* En otras palabras, los genes miran por sí mismos. Por convenio universal, Richard Dawkins, primer titular de la cátedra Charles Simonyi de divulgación científica de la Universidad de Oxford, es el portavoz oficial de este axioma darwiniano. Hay tres libros importantes escritos por este autor, de lectura fácil, que desarrollan este argumento: *El relojero ciego* (1986), *El gen egoísta* (1989) y *Escalando el monte Improbable* (1996).

** Para quienes quieran tener un recordatorio asequible del carácter serendipitoso de la teoría darwiniana, transcribo el siguiente fragmento de una aleluya, animando al lector a recordar que los errores en el programa genético producen «inquietud» fenotípica.

La teoría de Darwin habla de impactos
y de fallos y de vacilaciones.
Si de temibles errores nace un príncipe,
¿podrían las zapatillas danzar sobre adoquines?

«En general, heurística significa "lo que conduce al descubrimiento y la invención"... La heurística primaria tiene dos características que conviene tener en cuenta. La primera es que toma la forma de la lógica inductiva, generalizando al futuro lo que fue operativo en el pasado. Es decir, las variantes exitosas se reintroducen en el reservorio genético, donde quedan disponibles para un nuevo muestreo por las generaciones futuras. Ésta es la parte conservadora y pragmática de la heurística. La otra característica es la generación de nuevas variantes por procesos fortuitos. Ésta es la componente radical, inventiva. Es la forma en que la naturaleza inyecta nuevos componentes en el sistema, posiblemente para suplir las deficiencias que pueden presentarse si lo que funcionó en el pasado deja de servir porque el mundo ha cambiado» *(Darwin Machines*, págs. 84, 139).

Cada organismo vivo porta unos genes que contienen, en virtud de la heurística primaria, el plan de una forma de vida que puede hacer frente a adversidades conocidas. El mensaje genético codificado incluye estructuras (cabeza dura, músculos fuertes, buena vista) y funciones (como, por ejemplo, zambullirse). Estructura, función, adaptaciones especiales, instintos: *todo* esto es «conocimiento» prefijado en el organismo gracias a los genes. Esta clase de conocimiento existe en todos los animales. Cuando el conocimiento inherente a la heurística primaria aumentó en ciertos primates grandes, sociales, migradores y longevos (recordemos que estos animales se diseminaron por ambientes que no les eran familiares, que comportaban peligros impredecibles y, por lo tanto, debían afrontarse con un equipamiento mental que permitiera una libertad de acción sin precedentes) empezó la «cultura episódica» de Donald. Como explica Plotkin, la inteligencia es otra auténtica Cenicienta de la evolución, la principal adaptación primate para hacer frente al «problema del futuro incierto»:

«El problema del futuro incierto se refiere a un organismo que viene al mundo equipado sólo con instrucciones de supervivencia que eran válidas en el momento de su concepción, pero que quizá dejen de serlo en un mundo cambiante... El problema del cambio puede resolverse de muchas maneras... [Una solución] consiste en producir fenotipos capaces de cambiar en respuesta a las transformaciones del mundo, lo que yo llamaría "opción de seguimiento"» *(Darwin Machines*, págs. 144-147).

En cuanto al conocimiento y la inteligencia requeridos para afrontar un cambio auténticamente impredecible (la localización de un pozo, del propio nido o de algún agente peligroso), hacen falta:

> «dispositivos que aporten conocimiento y cuyos estados internos encajen con las estabilidades a corto plazo del mundo. Estos dispositivos de seguimiento serían producto de los procesos evolutivos usuales de la heurística primaria y, en consecuencia, operarían dentro de ciertos límites. Pero tanto los valores de dichos límites como su vigencia escapan al poder de decisión de los genes. Por consiguiente, este tipo de dispositivos tiene cierto grado de autonomía, lo que les permite ser parcialmente independientes tanto de los genes como de los procesos del desarrollo» *(Darwin Machines*, pág. 149).

Plotkin está hablando aquí de la *inteligencia*, y la define en el contexto de su conceptualización previa como una heurística *secundaria.* Volviendo a las tesis de Donald y Dunbar, podemos afirmar ahora que la inteligencia *social* fue seguramente la primera iteración de la heurística secundaria de Plotkin. Esto no añade nada nuevo, pero muestra cómo encajan las ideas de Donald y Dunbar en la visión de Plotkin. Lo que nos permite apreciar claramente esta formulación es que aún no hemos explicado *qué* fue exactamente lo que hizo que *H. erectus* se convirtiera en *H. sapiens* (aparte de las vicisitudes de la migración y las intrigas políticas). ¿Podemos aceptar realmente que aquella magnífica criatura que era *Homo erectus* necesitó un millón y medio de años para adquirir los rudimentos del habla, aprender a cocinar y a coser, construir chozas y hacer teatro improvisado? Esto no es sólo una historia incompleta. Es una historia que ignora las principales implicaciones del regalo evolutivo de un repertorio inacabable de movimientos manuales ligado al poder cognitivo del cerebro.

En la conclusión de su libro, Plotkin nos retrotrae al verdadero nudo gordiano: el nexo entre conocimiento, lenguaje e inteligencia.

> «Puesto que el lenguaje es exclusivo de nuestra especie, una parte de la fracción de nuestra dotación genética que es nuestra y sólo nuestra debe ser la que determina la capacidad humana para funcionar en el campo del lenguaje. En otras palabras, debemos estar genéticamente predispuestos a aprender, pensar y comunicarnos por medio del lenguaje. Su unicidad como forma exclusivamente humana de conocer el mundo, así como las múltiples funciones que parece desempeñar en nuestra psicología, convierten la compren-

sión del lenguaje en una parte esencial de la ciencia del conocimiento humano.

»Este nexo entre las funciones del lenguaje implica que la relación entre la organización interna y las características externas del mundo, lo que define cualquier forma de conocimiento, adopta en el caso del lenguaje una doble forma dinámica: un evento externo como es una palabra o una frase encaja con las representaciones internas del significado de la locución, y el propio significado puede adquirir más de una forma. Es esta cualidad simbólica del lenguaje lo que hace que sea tan fundamental para nuestra psicología. El lenguaje domina hasta tal punto nuestra vida, especialmente nuestra vida mental interior, que es difícil no pensar en él como la plataforma de la comprensión y el conocimiento humanos» *(Darwin Machines*, págs. 201-202).

Plotkin expone de manera asequible el trasfondo de lo que se ha convertido en la cuestión central y más candente de la teoría lingüística: ¿de dónde vino el lenguaje humano? En realidad, la lingüística moderna parte de la obra de Noam Chomsky, que demostró la diferencia esencial entre el lenguaje humano y las otras formas de comunicación animal y explicó sus características únicas, tanto en su operación como en su desarrollo. La piedra angular de la revolución chomskyana es su insistencia en que los logros lingüísticos uniformemente espectaculares (y espectacularmente uniformes) de los niños no pueden atribuirse sólo al aprendizaje. Los niños no han escuchado lo bastante en sus primeros años para que ello pueda justificar su dominio del lenguaje desde el momento en que empiezan a hablar. Éste es el argumento de Chomsky —la «pobreza de estímulos»— y el arma fundamental de su demoledor ataque contra B.F. Skinner y la escuela behaviorista, que hasta 1959 había defendido persuasivamente que el lenguaje es un fenómeno enteramente social y que los niños lo adquieren a través de la enseñanza que reciben de sus padres u otras personas.* Plotkin resume así este argumento:

«Lo extraordinario es el contraste entre la inmersión casual en el entorno lingüístico experimentado por el niño y las estructuras altamente específicas e intrincadas que emergen. El aprendizaje del lenguaje se describe muy bien mediante la paradoja aparente del niño que ya sabe lo que tiene que aprender» *(Darwin Machines*, pág. 203).

* Véase Chomsky, Noam, «Review of F. Skinner's *Verbal Behavior*», *Language* 35, 1959, págs. 26-58.

En apoyo de este argumento (es decir, se puede evitar que los niños aprendan a leer o a montar en bicicleta, pero no que aprendan a hablar) Chomsky menciona dos rasgos universales del lenguaje humano: uno es que su desarrollo en el niño se ajusta a una pauta temporal muy precisa, con independencia del lugar de residencia o el idioma concreto que se adquiere; el otro es que todas las lenguas tienen la misma estructura innata. Recientemente, Chomsky ha recordado que los orígenes de la *estructura* del lenguaje —la interacción entre semántica y sintaxis— siguen siendo un «arcano», igual que sus raíces comportamentales y neurológicas.[11] El propio Chomsky no encuentra nada en el darwinismo clásico que pueda explicar el lenguaje humano.* Por este motivo, dice, la lingüística se enfrenta a un dilema teórico fundamental. Si el lenguaje humano es un rasgo heredable, pero distinto de cualquier forma de comunicación animal, *¿de dónde nos llegó?*

Las ideas de Chomsky ponen en tela de juicio algunos supuestos centrales y ampliamente compartidos por antropólogos, científicos cognitivos y lingüistas. Chomsky insiste en el carácter incontrovertible de las tres afirmaciones siguientes sobre el lenguaje humano:

- Es un rasgo heredable al nivel de especie.
- No es una función especial de la inteligencia general.
- No tiene análogos en la comunicación animal.

En los últimos años se ha publicado una cantidad sin precedentes de libros y artículos científicos que tratan de los orígenes del lenguaje humano.** El más reciente, *The Symbolic Species* de Terrence Deacon, defiende la tesis de que el habla humana es el órgano «natural» del lenguaje, y que la estructura subyacente tras el mismo puede explicarse en función de las adaptaciones del tracto vocal que permitieron traducir las representaciones simbólicas internas en vocalizaciones controladas. Alineándose con el eminente lingüista Philip Lieberman, Deacon insiste en que sería excesivamente simplista afirmar que la capacidad linguística fue acumulándose en silencio a lo largo de la evolución mamífera y primate hasta que, una vez el complejo tracto vocal humano estuvo prepa-

* En último término, Chomsky no es tanto un aguafiestas como un crítico radical de una teoría evolutiva que no consigue dar cuenta de algunos hechos incontestables. Quizá debería ser más preciso al describir su postura como una exhortación a los teóricos de la evolución y la cognición a volver al tablero de diseño hasta conseguir un esquema más plausible, más *unificador*, que pueda explicar el origen del lenguaje humano.

** El más conocido es *The Language Instinct*, de Steven Pinker, que examinaremos en el capítulo 10.

rado para producir los sonidos de un habla articulada, se produjo su «explosión».* Lo que les falta a los chimpancés, dice Deacon, no es tanto la capacidad de articulación vocal como la de *aprendizaje* vocal.[12]

En *Darwin Machines*, Plotkin concluye su discusión sobre el lenguaje planteando el siguiente problema:

> «Lo que ni yo ni nadie puede alcanzar a comprender todavía es la función originaria exacta del lenguaje» *(Darwin Machines*, pág. 206).

¿Ha resuelto finalmente Deacon el «problema de Chomsky»? En *Evolution in Mind*, Plotkin sugiere que Deacon está al menos en el buen camino:

> «Para Deacon, la referencia simbólica está en el meollo del lenguaje humano. Asume que la mente es producto de la evolución y que esto impone límites al proceso sensorial básico, la percepción, la atención, el volumen de procesamiento de información, de memoria y otros procesos cognitivos generales que proporcionan la capacidad de procesamiento sobre la que se construye la referencia simbólica... [Así pues,] en todo lenguaje convergen ciertas estructuras linguísticas universales. Pero esto no se debe a que los genes construyan una gramática universal en nuestros cerebros sino, más bien, a que "las estructuras linguísticas a cualquier nivel son producto de poderosos procesos evolutivos a múltiples niveles, donde las tendencias mentales innatas constituyen sólo una sutil fuente de sesgo darwiniano"» *(Evolution in Mind*, págs. 158-159.)

Aunque estoy bastante de acuerdo con la propuesta de Deacon, según la cual el lenguaje debe entenderse como el resultado de un proceso coevolutivo complejo, no puedo admitir que su modelo explique el origen de la *sintaxis*. Aunque aceptemos que el movimiento de los músculos del tracto vocal humano explica la síntesis de las unidades sonoras (fonemas) en sonidos más largos que el sistema auditivo humano puede detectar y clasificar en unidades de *significado* (palabras), todavía nos falta un camino muy largo por recorrer. Este proceso no explica en absoluto por qué y cómo el cerebro humano organiza la combinación de las *palabras* en *frases*. Como veremos en el capítulo 10, «La mano articulada», *hay* un modo de explicar de dónde viene la estructura de la frase,

* Véase Lieberman, Philip, *Uniquely Human: The Evolution of Speech, Thought, and Selfless Behavior*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991.

que además deja claro por qué ni la fisiología de la voz ni la acústica ni la percepción auditiva pueden darnos alguna pista mínimamente creíble acerca de los orígenes de la sintaxis.

Este libro, que no se basa ni en Chomsky ni en Plotkin, podría, sin embargo, contribuir al desarrollo de una explicación alternativa, bien documentada desde el punto de vista evolutivo, acerca de la relación entre pensamiento humano y lenguaje. A este respecto, lo más sobresaliente es el papel central de la mano en el pensamiento y la acción humanos, respaldado por una comprensión profunda de las especializaciones de la extremidad superior primate y su enorme importancia para la supervivencia ya antes de los australopitecos y, naturalmente, mucho antes de la aparición del lenguaje.

Lo que estoy sugiriendo es que, de hecho, a lo mejor ya *conocemos* cuál es el origen funcional del lenguaje. Es probable que, en algún momento, *H. erectus* completara los últimos toques de la remodelación evolutiva de la mano, lo que habría abierto las puertas a un nuevo repertorio de movimientos y ampliado las posibilidades manuales hasta unos límites insospechados. Como efecto colateral, se pusieron los cimientos de nuestra capacidad comunicativa y cognitiva. Con esto no quiero decir que una pequeña modificación de la antigua estructura pentadáctila pudiera por sí misma cerrar (o siquiera catalizar el cierre de) la brecha entre la cultura mimética de Merlin Donald y su sucesora, la cultura *mítica.** Más bien, esta nueva mano reflejaría una modificación de la heurística primaria que habría comportado la oportunidad de una nueva clase de conocimiento situacional basado en un uso de la mano todavía inexplorado e indefinido. En sí mismo, hasta que su utilidad no le confirió el valor añadido de la adaptabilidad, el cambio no fue más que una mutación. Sin sus precedentes, sin lo que le rodeaba y lo que estaba por venir, no habría sido ni semilla ni estímulo. Pero, con la ventaja de la retrospección, podemos intuir que los eventos subsiguientes a este cambio anató-

* Es decir, nosotros (y los neandertales) desde hace entre 150.000 y 200.000 años. Merlin describe el punto central:

> «El pensamiento mítico, tal como lo entendemos nosotros, podría contemplarse como un sistema unificado de creencias en metáforas explicativas y reguladoras, compartido por la colectividad. La mente habría ampliado su alcance hasta más allá de la percepción episódica de los acontecimientos, más allá de la reconstrucción mimética de los episodios, para llegar a una modelización global del universo humano en su totalidad. Los mitos constituyen tentativas de explicación, predicción y control causal, y todos los aspectos de la vida están impregnados por ellos» *(Origins*, pág. 214).

La segunda mitad del libro de Donald discute la cultura mítica y su (actual) sucesora, la moderna cultura teórica.

mico conspiraron para producir una segunda iteración de la heurística secundaria de Plotkin: la «inteligencia manual» o, simplemente, la «habilidad manual».

Desde este punto de vista, la tarea del presente libro consistirá en explorar y examinar críticamente esta proposición. La mano del hombre habilidoso fue algo más que una exploradora y descubridora de cosas en un mundo objetivo; fue también separadora, conjuntadora, enumeradora, diseccionadora y ensambladora. La mano del hombre habilidoso podía ser amorosa, agresiva y juguetona. Al final, en el contacto íntimo del acicalamiento encontró el poder secreto de la curación. También pudo haber sido la instigadora del lenguaje humano.

Hay evidencias cada vez más convincentes de que, con su nueva mano, *H. sapiens* adquirió no solamente la capacidad *mecánica* para el empleo refinado de herramientas, sino también, con el devenir de los acontecimientos, el ímpetu necesario para rediseñar o redistribuir la circuitería cerebral. La nueva manera de elaborar el «mapa» del mundo era una ampliación de las antiguas representaciones neurales que satisfacían la necesidad de control gravitatorio e inercial de la locomoción. Evidentemente, la física elemental estaba implementada en el cerebro y la médula espinal de los mamíferos desde hacía muchísimo tiempo, y esta herencia, junto con unas manos semejantes a imanes computerizados, garantizaba las facultades acrobáticas de los simios. Pero este cerebro habría incorporado una nueva física, una manera nueva de registrar y representar el comportamiento de objetos que se mueven y cambian bajo el control de la mano. Es *precisamente* este sistema representacional (una sintaxis de causa y efecto, de relatos y experimentos, cada uno de ellos con un principio, un núcleo y un final) lo que encontramos a los niveles más profundos de la organización del lenguaje humano.

Robertson Davies, el distinguido novelista canadiense, hizo una sugerencia extremadamente provocativa en *What's Bred in the Bone* al observar que «es tan seguro que la mano habla al cerebro como que el cerebro habla a la mano».[13] Creo que no nos estaba contando sólo una historia de pintores y cuadros, sino que (¡una vez más!) nos estaba diciendo que es tiempo de remodelar las teorías imperantes perversamente unilaterales (¿habría que calificarlas de «cefalocéntricas»?) sobre el cerebro, la mente, el lenguaje y la acción.

3
El brazo que bajamos de los árboles

¡Mira los hombros de ese tipo!

Oído en el paseo marítimo
de Venice Beach, California

Tan sutiles son las diferencias anatómicas entre la mano simiesca y la humana que los antropólogos no repararon en su importancia para las capacidades *funcionales* de una y otra hasta tiempos muy recientes. Ahora bien, si sólo nos centramos en la mano olvidaremos un elemento capital en la historia de la evolución: el brazo. El brazo era un instrumento tan sofisticado cuando su propietario bajó al suelo que casi no hicieron falta modificaciones ulteriores en su parte terminal para transformar toda la extremidad en lo que ahora es. Pero, por mucha importancia estética que puedan tener el hombro y la mano en una sociedad obsesionada por el atractivo físico, el verdadero *glamour* está en la ingeniería que se esconde bajo la piel.

Consideremos por un momento la fórmula ganadora en la locomoción cuadrúpeda por las ramas de los árboles. Todavía mejor: salgamos fuera y observemos la carrera de una ardilla de rama en rama. Los monos añadieron algunos trucos a este exitoso modo de desplazarse por las alturas, confiriendo a los brazos una mayor responsabilidad en el aterrizaje y añadiendo otra medida de seguridad: la cola prensil. Además de demostrarse satisfactorio para la locomoción, el aparato mano-brazo de los simios permitía al animal alimentarse suspendido de un brazo mientras arrancaba algún fruto con el otro. Los chimpancés tienen esta misma anatomía básica, con brazos y hombros idóneos para la vida arborícola, pero carecen de cola. El desplazamiento en suspensión (braquiación) se mejoró incrementando la capacidad de supinación del antebrazo.

Los antepasados de los chimpancés se llevaron consigo esta ingeniería hombro-brazo al bajar al suelo, pero su locomoción se quedó en una suerte de cuadrupedalismo torpe en el que los nudillos de las manos sostenían el peso del cuerpo junto con los pies. Cuando los australopitecos empezaron a andar en posición erguida, la extremidad superior casi no había cambiado, y los mecanismos de control seguramente tampoco. Si se hubieran producido cambios importantes, uno podría sospechar que el brazo estaba destinado a degradarse para convertirse en una estructura

meramente ornamental o reducida, como ha ocurrido con las extremidades superiores del canguro. Después de todo, ¿por qué no podían el hombro y el brazo volver a un segundo plano si sus responsabilidades primarias en la locomoción habían quedado obsoletas?

Pero el brazo del homínido no degeneró ni anatómica ni funcionalmente. ¿Por qué? Una respuesta posible sería que, por sí mismo, el brazo braquiador ya se había asegurado una «presencia» importante en el cerebro; es decir, la complejidad de sus funciones había llegado a tener una representación neural tan amplia que se había convertido en una parte indisociable de la red sensomotora del sistema nervioso central. Teniendo en cuenta los enormes riesgos de la vida terrestre, es casi seguro que la selección natural darwiniana favoreció la propagación de aquellos homínidos bípedos capaces de explotar *en el suelo* la agilidad de su brazo y la considerable destreza de su mano. En la nueva situación había razones de sobra para no dejar que aquella sorprendente estructura entrara en recesión (aunque no se puede descartar que los brazos degeneraran en algunas familias de homínidos primigenios; hoy diríamos que la fortuna no les sonrió).

Por lo tanto, como preludio esencial de la grandiosa historia de la mano, examinaremos cómo era el *brazo* prehumano y qué hacían con él sus poseedores. Para empezar, podemos hacer una instructiva visita al mundo de la construcción, donde tanto abundan las versiones mecánicas del brazo y son más fáciles de apreciar sus notables posibilidades, para aprender algo sobre acoplamiento, guía y propulsión.

En 1992, el *Wall Street Journal* publicó un artículo sobre el uso de la retroexcavadora como vehículo de competición. El titular decía: PARA VENCER EN ESTE RODEO, HOMBRE Y RETROEXCAVADORA DEBEN SER UNO.[1] El artículo se escribió a raíz del primer campeonato de la especialidad en Phoenix, Arizona, y estaba salpicado de declaraciones de los participantes. Los comentarios iban desde pronósticos sentenciosos sobre los ganadores hasta reflexiones más razonadas sobre el dominio de la máquina. La impresión era que el gobierno de una máquina así requiere una especialización motora de primer orden.

Jim Hart, un empleado del servicio de aguas de Bangor, Maine, se entrenaba para las finales tratando de encender cerillas con la pala de la retroexcavadora. Otro competidor practicaba «recogiendo un huevo de un montón de arena con una cuchara de mesa ligada a uno de los dientes de la pala de su máquina». Pero la práctica sólo no basta:

> «Hay que vaciar la mente y no pensar en nada si se quiere que la máquina se convierta en una extensión del brazo» (Louis Forget, obrero

de la construcción de Quebec que guió por primera vez una retroexcavadora a los nueve años de edad).

«Eres parte de la máquina y ella de ti» (Harvey Neigum, eventual ganador de la competición).

La idea de «ser uno» con la retroexcavadora no es más extraña que la idea de un jinete que se hace uno con su caballo, o la de un carpintero que se hace «uno» con su martillo. Este fenómeno tiene su origen en los incontables monos que dedicaron un tiempo igualmente incontable a «hacerse uno» con las ramas de los árboles. Es un sentimiento místico que emana de la combinación perfecta de un buen maridaje mecánico y algo en el sistema nervioso que puede hacer que un objeto externo se sienta como si hubiera brotado de la mano, del pie o (más raramente) de algún otro lugar del cuerpo.*

Poco después de que apareciera el artículo, escuché un relato sobre retroexcavadoras de boca de Richard Young, un joven californiano cuya profesión es la de entrenador de gruistas.[2] Le dije que estaba interesado en las grúas porque me recordaban la función del brazo, encargado de posicionar, sostener y mover la mano para ejecutar alguna tarea. El punto de vista de Richard era más práctico que el mío: lo que de verdad importa al trabajar con una grúa, dijo, es evitar que caigan. Hoy las grúas elevan cargas cada vez mayores a cada vez más altura entre edificios muy juntos. Hay más fuentes de error y, cuando surge algún problema serio, ni el gruista más experimentado tiene tiempo de emprender una acción correctora.

«Cuando ocurre algo que el operador no puede ver, sólo podrá corregirlo si lo ha previsto como posibilidad. Puede que esté izando una carga y por alguna razón, en un momento dado, la pluma bascula o un cable metálico cede. Con pesos de cien toneladas, basta una leve caída para que la sacudida haga oscilar la carga arriba y abajo, y en tal caso una ráfaga de viento la hará balancearse. El operador, sentado en su cabina, debe saber cómo parar todo eso. *Pero primero debe saber que puede ocurrir.* De otro modo estará perdido. Ésta es la causa de la mayoría de accidentes».

* Los contextos en los que se produce esta fusión son tan diversos que no hay una palabra que designe el proceso y sus muchas variantes finales. Quizá podría valer «incorporación»: la conversión de algo en parte del propio cuerpo. Es una experiencia común que hemos vivido al tocar un instrumento musical, comer con un tenedor o unos palillos, montar en bicicleta o conducir un automóvil.

Tras el énfasis de Richard en el peligro constante de vuelco subyace la cuestión del equilibrio. ¿Cómo *consiguen* las estructuras verticales mantenerse en pie mientras trasladan cargas diversas a distancias también diversas de su centro de gravedad? Las grúas pierden el equilibrio y caen cada dos por tres. ¿Cómo podría ser de otro modo? El control dinámico de la distribución del peso es fundamental. En cualquier momento, sin avisar, pueden producirse corrimientos de carga. Las medidas correctivas al alcance del operador son relativamente burdas, y el tiempo que tiene para actuar es fugaz.

El riesgo de caída complica el control de las grúas, pero nosotros podemos tener el mismo problema, y aumentado. Cuando llegamos a casa cargados de bolsas, o tropezamos con los muebles mientras sostenemos un café en una mano y una cartera en la otra, o jugamos con una pelota, desplazarse del punto A al B sin caerse resulta *mucho* más difícil si uno tiene las manos ocupadas. ¿Qué tiene que ver el brazo con el equilibrio?[3]

Pensemos en un obrero con un saco de cemento a la espalda que sube una serie de peldaños, luego se encarama a una escalera de mano y, por último, atraviesa una viga antes de verter su carga en una carretilla o una mezcladora. Cada vez que sube un peldaño se desequilibra al desplazarse el centro de gravedad; y lo mismo ocurre si se inclina ligeramente a un lado u otro, o se cambia el saco de hombro, o lo cambia de posición. Si anda por una superficie húmeda o polvorienta que le haga resbalar, deberá reestabilizar la carga al momento si no quiere caerse. Al propio tiempo, debe ser consciente de las sensaciones internas procedentes de su sistema musculoesquelético: si la carga supera la capacidad de aguante de sus músculos, huesos, articulaciones y ligamentos, puede lesionarse seriamente.

Este problema es tan complicado para el sistema neuromuscular que uno apenas tiene conciencia del control y la propiocepción implicados. Es demasiada la información que hay que reunir y analizar acerca de los ángulos de las articulaciones y la distribución del peso, y demasiadas las ecuaciones de inercia y fuerza que el cerebro debe resolver de manera rápida y simultánea. Richard destacó con gran orgullo algunos avances en la instrumentación de las grúas: momento de carga, ángulo de pluma e indicadores de nivel. Los símiles biológicos de esta instrumentación también existen en cada uno de nosotros. Pero los ingenieros han instalado todo este equipo en grúas que *están fijas en el suelo*. Nosotros, que no permanecemos quietos, tenemos problemas más difíciles que resolver.

En realidad, los australopitecos no tenían necesidad de inventar una función equilibradora nueva para la extremidad superior. Les bastó con tomar prestado, y luego promover, algo que ya existía por una razón de

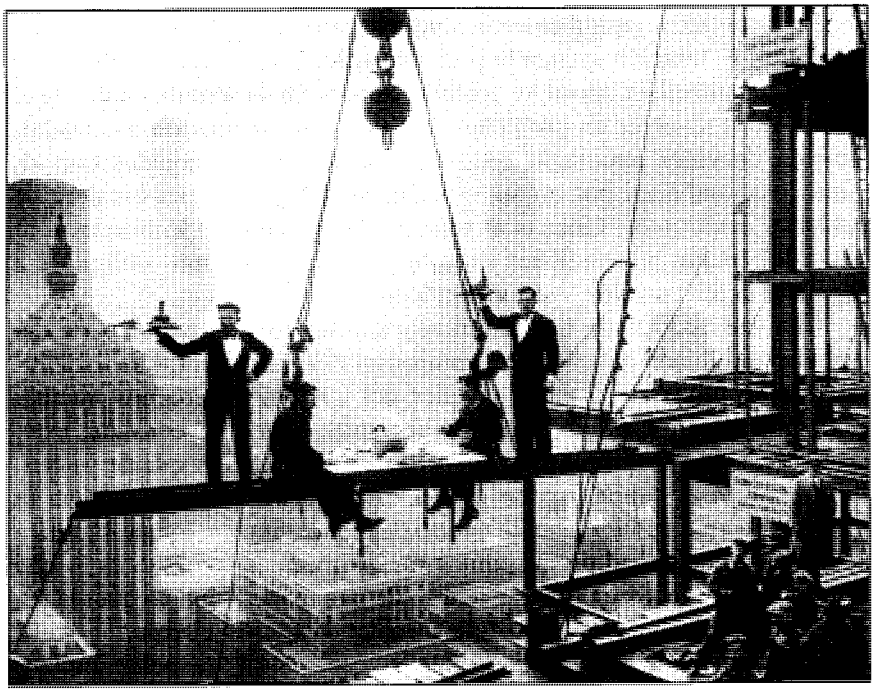


Figura 3.1. Obreros almorzando durante una pausa en la construcción del famoso hotel Waldorf-Astoria de Nueva York en 1930, una escena que nos remite al legado, nunca bastante apreciado, de nuestros antepasados arborícolas. (© 1930, Keystone/Sygma. Reproducción autorizada.)

importancia biológica comparable: una mona con su cría a cuestas debía ser capaz de correr por ramas estrechas y saltar de una a otra sin perder el equilibrio; y este sistema debía ser tan heredable como pueda serlo cualquier conjunto de rasgos neurológicos y biomecánicos, porque la supervivencia de la cría dependía de ello. Para todos los que vivimos ahora en el suelo y nos beneficiamos de este legado, la experiencia *consciente* de levantar y transportar cargas (o de los movimientos deliberadamente desestabilizadores del baile o la gimnasia) consiste principalmente en el registro de la sensación subjetiva de estar en equilibrio, o bien la constatación alarmante de que estamos «perdiendo el equilibrio» cuando los reflejos posturales no pueden compensar el desplazamiento del peso. El sentimiento de desvalidez que casi invariablemente precede a la caída está justificado, ya que pocas veces podemos hacer algo más que decidir *dónde* preferimos aterrizar, o qué lugar del cuerpo acusará menos la cosecha de magulladuras y contusiones que nos espera.

En estos actos equilibradores, nuestros hombros no sólo sirven para llevar fardos: también ajustan la posición de los brazos a cada paso, igual que un funambulista ajusta su pértiga, para evitar la temida caída. Si el gruista debe resolver un problema de física y trigonometría avanzadas, también debemos resolverlo *nosotros* cuando vamos cargados con alguna cosa, andamos por un suelo irregular o bajamos una escalera de peldaños deslizantes. Gracias al refinamiento de estas habilidades a lo largo de muchas generaciones de antepasados, no estamos obligados a depender de un panel de instrumentación.

Una vez establecido que la articulación del hombro forma parte del sistema equilibrado del cuerpo al compensar desplazamientos desestabilizadores de pesos en la parte superior del cuerpo, deberíamos intentar comprender, al menos en términos generales, cómo se consigue esto. Dada la libertad casi ilimitada del cuerpo humano para desplazar su centro de gravedad, cabría esperar que el diseño del hombro permitiera la máxima libertad de movimiento dentro de ciertos límites, lo que significa mantener la integridad de los puntos finales mecánicos.* Esto es lo que vemos, aunque, por supuesto, se realiza de una manera que no guarda semejanza con ninguna otra estructura articular de nuestro cuerpo.[4]

A diferencia de la pierna, cuyo núcleo óseo está firmemente implantado en la pelvis, el brazo se mantiene *fuera* del torso, suspendido por sus ligamentos esqueléticos y musculares. Anclado al hombro por una «percha» ahuecada al final de la clavícula, el brazo se fija a la caja torácica como una oreja de mar a la roca. Varias capas de músculos intercalados lo sostienen y mueven. Todos los músculos del llamado cinturón escapular están directa o indirectamente unidos al *omóplato*, que es el núcleo estructural del hombro.

La característica más sobresaliente de este hueso es una superficie suavemente curvada del tamaño aproximado de la mano. Su prominente parte plana —la «pala»— está moldeada para adaptarse firmemente a la parte superior de la espalda. En las personas delgadas, las palas de los omóplatos sugieren dos pequeñas cabezas de búfalo enfrentadas (dos triángulos rectángulos suavemente redondeados, con los «hocicos» apuntando hacia abajo). Cerca de la parte superior del omóplato, en su superficie exterior, una *cresta* horizontal forma un estrecho saliente que va ensanchándose a medida que se aproxima al extremo del hombro, donde se curva hacia arriba como la cresta de una ola. La parte superior

* No es fácil dislocarse el hombro, pero cuando ocurre no resulta nada agradable. Sin embargo, esto no es nada comparado con la total inoperancia del mecanismo limitador del movimiento. ¿Recuerda el lector lo que le ocurría al cuello de la niña embrujada de *El exorcista?*

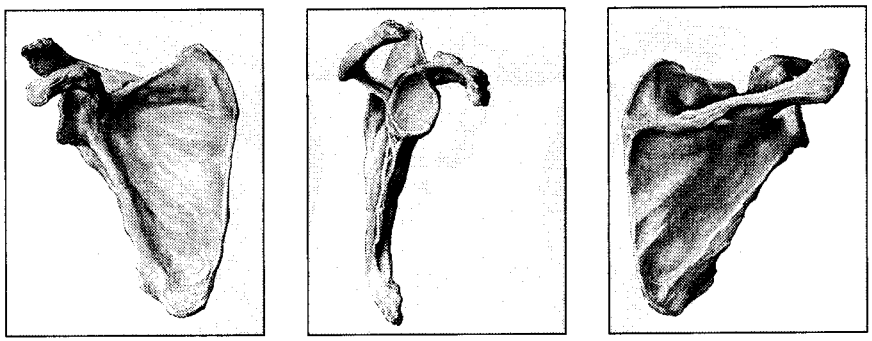


Figura 3.2. El omóplato humano derecho, visto desde tres ángulos. *Arriba, izquierda:* cara de la escápula que se adapta a la caja torácica. *Centro:* vista lateral que muestra el hueco amplio y poco profundo donde encaja la cabeza del húmero y, sobre él, dos proyecciones arqueadas. En conjunto, esta disposición (el *acromion* y la *apófisis coracoides)* proporciona un techo protector a la cabeza del húmero y la limita, concediéndole una máxima libertad de movimiento en su base. *Derecha:* la escápula vista por detrás. Muestra la arista prominente, separadora de dos grupos importantes de músculos que controlan el movimiento del húmero dentro de su hueco. (De Werner Spalteholz, *Hand Atlas of Human Anatomy*, 1923.)

de esta cresta se denomina *acromion.** La base redondeada de la cresta sirve de apoyo a un músculo pequeño pero importante, el supraspinoso, que inicia el movimiento lateral del brazo hacia fuera ayudando a otros músculos a ampliar el movimiento hacia arriba, hacia el exterior y por encima de la cabeza. Los dos únicos huesos con los que la escápula tiene contacto directo (con los cuales se articula) son la clavícula y el húmero. Esto sitúa el omóplato en una posición muy estratégica, en el centro del único contacto hueso-a-hueso entre el brazo y el resto del cuerpo. La articulación interior es la llamada acromioclavicular, y se localiza justo encima del hueco amplio y poco profundo, la fosa glenoidea, encarada directamente a la parte externa. En el lado exterior, el del brazo, está la articulación *glenohumeral*, una articulación esférica no diferente de las palancas de control que se utilizan en los juegos de ordenador, o de la palanca de cambios de los automóviles deportivos.** El contacto hueso a

* Esta pieza anatómica puede encontrarse fácilmente agarrando el hombro como si alguien acabara de darnos un puñetazo. Ya en su sitio, la mano encontrará el acromion deslizándola un corto trayecto hacia arriba, hacia la parte superior del hombro; se palpará una especie de borde óseo plano.

** El hueco de la articulación no se aprecia porque está completamente cubierto por el extremo superior del húmero y los grandes músculos de la parte superior del hombro. Pero sí puede notarse cómo *funciona*. Para ello hay que poner la mano en el hombro (en la posición

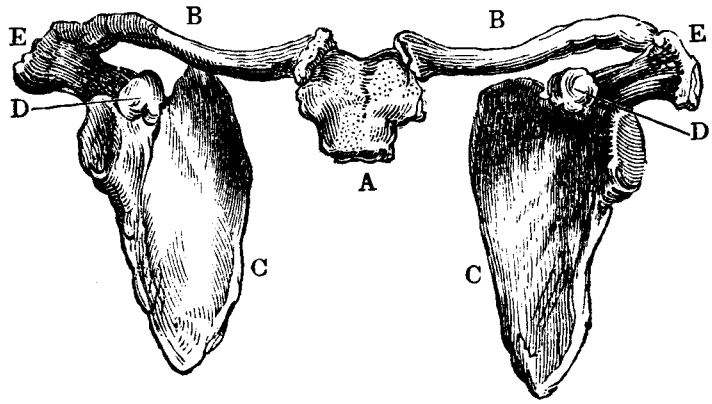


Figura 3.3. Dibujo de Charles Bell de los huesos de la cintura escapular. En el centro (A) el esternón, que es el único contacto óseo entre la extremidad superior y el resto del cuerpo. La clavícula (B) está dispuesta como un montante fuera del hombro, unida al omóplato por la parte superior de su cresta, o *acromion* (E). El límite interior del ala del omóplato (C) y el extremo de la apófisis coracoidea (D) son dos elementos importantes para la unión muscular del omóplato a la columna vertebral y el tórax. (De Charles Bell, *The Hand*, 1840.)

hueso entre el brazo y el cuerpo se completa en la parte anterior del tórax, donde la clavícula se une al esternón.[5]

Imaginemos por un momento que el omóplato no existe. Tendríamos una especie de bordón multiarticulado consistente en otros tres bordones de más o menos la misma longitud, dispuestos extremo con extremo y partiendo del centro del tórax: clavícula a húmero, húmero a codo (que conecta el húmero al radio y al cúbito) y codo a muñeca. Debe existir algún mecanismo que pueda transformar tres segmentos rectos y rígidos en una grúa plegable capaz de desplegar la mano para cualquier movimiento que desee. Hay muchas tareas antiguas que se basan en esta función de grúa del brazo: alcanzar flores y frutos, trepar por los árboles, hacer eructar a un bebé... Y hay también otras muchas tareas más recientes y específicamente humanas: manejar una raqueta, un bate o un palo para golpear una pelota, o un martillo para clavar clavos, o una aguja pequeña para coser edredones o suturar heridas, o —esta vez sin herramientas— lanzar una pelota de béisbol. El omóplato y su sistema muscular son unos participantes silenciosos e indispensables en la organización y ejecución de *todos* estos movimientos.

---

de «¿por qué no me pegas?») y mover el hombro tal como lo hace un *pitcher* de béisbol cuando se calienta. El músculo cuyo movimiento notaremos bajo la mano al hacer rotaciones sobre esta articulación es el deltoides.

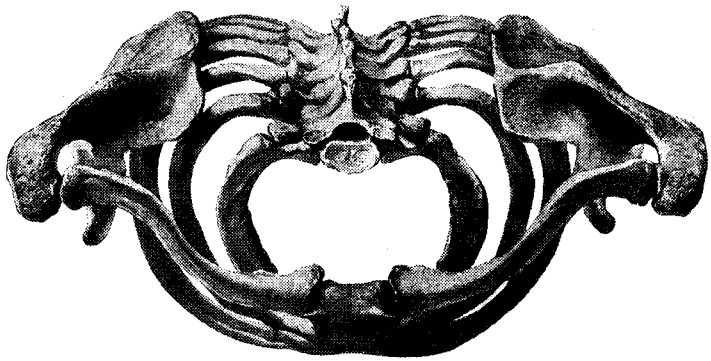


Figura 3.4. Vista de la cintura escapular desde arriba, mostrando la parte superior de la articulación del hombro y los contactos entre la clavícula y el esternón (línea media) y el acromion del omóplato (en el hombro). Con el tórax y la columna vertebral, ahora añadida, es fácil imaginar que la cintura escapular podría representar una transformación gradual de lo que anteriormente habría sido la costilla superior, ahora curvada hacia fuera en vez de curvarse hacia la columna vertebral. Si realmente ocurrió así, el omóplato representaría una expansión, y ulterior división en dos mitades especulares, de la vértebra torácica superior. Esto también explicaría por qué los músculos que unen el omóplato al tórax y la columna vertebral son tan importantes para la estabilidad de todo el aparato humeral. (De Werner Spalteholz, *Hand Atlas of Human Anatomy*, 1923.)

Cada una de estas acciones exige un control —diferente, pero igualmente rígido— de cada segmento del brazo mientras guía la mano hacia el objetivo. En la práctica, debido a la relativa inmovilidad de la clavícula, esto significa controlar los movimientos de los segmentos central (húmero) y distal (radio y cúbito) manteniendo firme el segmento proximal. Pensemos en el acto de mantener en equilibrio un palo de escoba ordinario de pie sobre la palma de la mano. Es un movimiento fácil para la mayoría de la gente. Pero ahora pensemos en el acto de mantener en equilibrio dos palos de escoba, uno encima del otro en vertical. El lector habrá visto hacer esto alguna vez, y si es un mago del equilibrio quizá sea capaz de hacerlo también. Ahora bien, ¿y si añadiéramos un *tercer* palo encima del segundo? Resultaría muy difícil mantener el equilibrio aunque sujetáramos firmemente la base del palo (que representa la clavícula) dentro del puño, y tengo serias dudas de que alguien lo haya conseguido nunca. Lo más difícil, sin duda, es controlar el movimiento de la base del palo superior.*

* Los conductores de camiones con remolque deben resolver un problema análogo cuando tienen que dar marcha atrás en una carretera estrecha. Los conductores experimentados tienen pocos problemas cuando son *dos* los remolques. Pero ¿cuántos conductores son capaces de hacer retroceder un camión con *tres* remolques en una carretera estrecha?

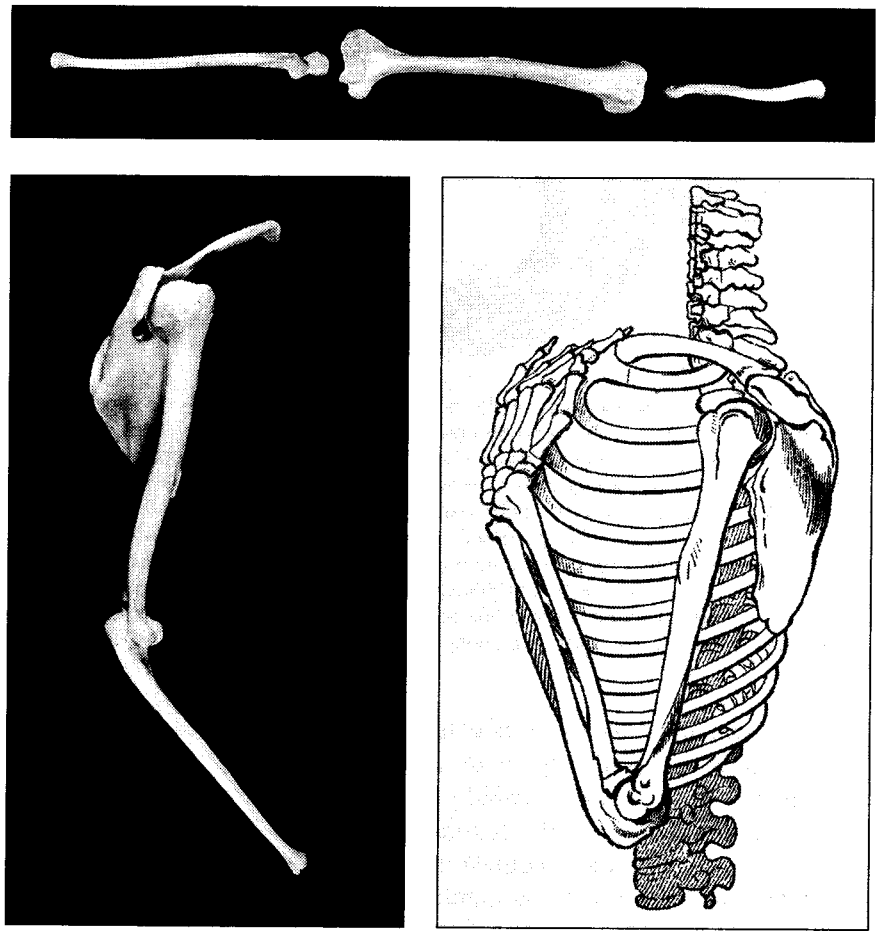


Figura 3.5. El ensamblaje —único— de tres piezas de la extremidad superior humana. *Arriba:* los elementos lineales, en despiece, y dispuestos extremo a extremo; *de izquierda a derecha:* cúbito, húmero y clavícula. *Abajo, izquierda:* los mismos tres elementos unidos al omóplato, entre la clavícula y el húmero, y las correspondientes articulaciones. *Abajo, derecha:* la bonita interpretación de Charles Bell, añadiendo el tórax, el radio y la mano. Obsérvese que Bell ha falsificado aquí la anatomía de la clavícula, creando algo parecido a una ilusión de Escher: la clavícula izquierda sale del lado derecho. (Fotografías de Diane Hawkey, Universidad de Arizona.)

Mantener tres palos de escoba en equilibrio sería pan comido si cada punto de contacto entre los segmentos contiguos estuviera equipado con un «acoplador inteligente», un controlador articular computerizado con información previa sobre el movimiento y datos actualizados acerca del comportamiento de cada segmento *durante* la acción, y con la capacidad

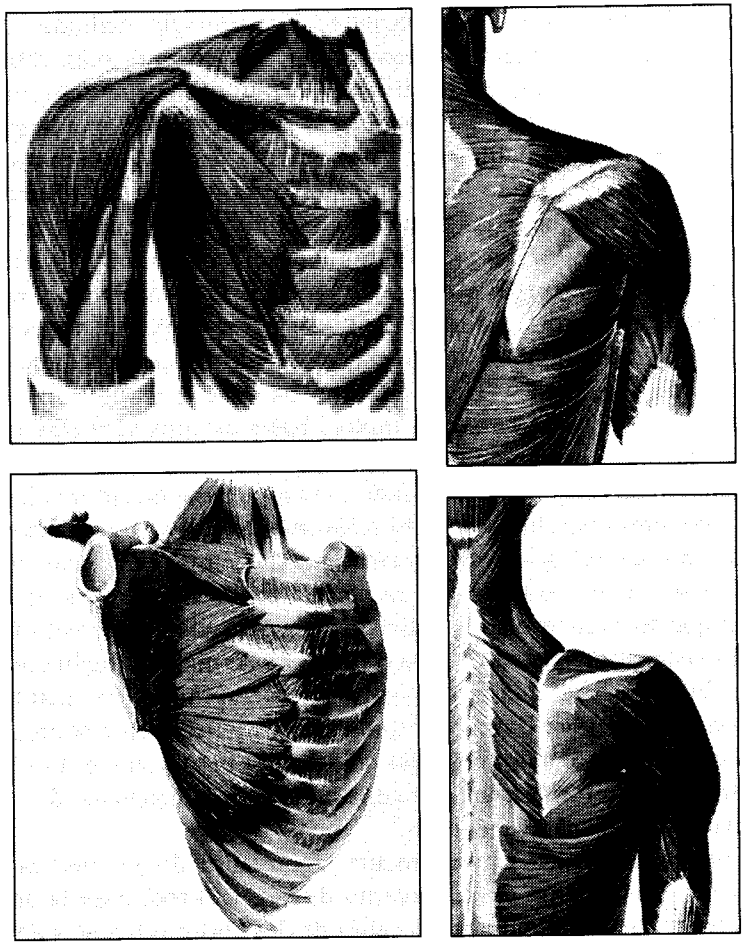


Figura 3.6. «El brazo se fija a la caja torácica como una oreja de mar a la roca.» Cuatro aspectos del hombro que muestran las estratégicas disposiciones mecánicas de los músculos encima y alrededor de la clavícula, lo que permite que actúe como un «acoplador inteligente» en la articulación del hombro. Las dos figuras de la *izquierda* muestran la cintura escapular vista de frente; las dos de la *derecha* la muestran desde atrás. Obsérvese, en la figura de la *parte superior izquierda*, el músculo que baja desde el hombro cruzando el tórax: es el pectoral menor, el músculo principal que fija la hipófisis coracoidea de la clavícula a la parte anterior del tórax. *Abajo, a la izquierda*, vista de medio perfil, se ha retirado la clavícula y el húmero y se ha levantado el omóplato para mostrar el serrato anterior que lo mantiene plano contra el tórax.

Las dos figuras de la *derecha* muestran los músculos que mantienen el omóplato junto a la columna vertebral y lo elevan, bajan y giran para posicionar y estabilizar la cabeza del húmero. *Abajo, derecha:* músculos del omóplato después de eliminar el trapecio. (De Werner Spalteholz, *Hand Atlas of Human Anatomy*, 1923.)

de controlar los segmentos adyacentes para corregir cualquier desviación. El aparato humeral (el omóplato y sus uniones musculares) es precisamente un acoplador inteligente de este tipo.* Los músculos del hombro orientan la articulación del brazo antes de la acción y luego controlan el movimiento del húmero para (en colaboración con el codo y el antebrazo) llevar la mano hasta el objetivo. Los músculos que mueven el omóplato y los que bajan hasta el húmero y el codo orientan el hombro y la parte superior del brazo antes del movimiento activo, mantienen la orientación si es necesario y contribuyen a la posterior acción de la mano mediante la rotación o deflexión del húmero. Prácticamente siempre, la acción del hombro anticipa y apoya el movimiento de la mano, que no puede ejecutarse hasta que ésta ha sido «transportada» (como dicen los fisiólogos del sistema motor) hasta el objetivo.[6] Hay que remarcar que no existe ningún mecanismo consciente que controle el comportamiento de estos músculos. Todo es completamente automático.

El hombro contribuye no sólo a los movimientos que transportan la mano, sino también a los que la *orientan.* Al centrar nuestra atención sobre su papel como soporte *per se* de la función de la mano, debemos pensar que en el cuerpo no hay división o segregación entre estas funciones. El sistema musculoesquelético funciona de manera totalmente integrada, lo que permite un movimiento unitario y fluido. En realidad, las funciones de hombro, brazo y mano están exquisitamente sintonizadas, tanto en el aspecto neuromuscular como en el biomecánico. Los procesos cinéticos e informacionales tienen lugar simultáneamente del cuerpo a la mano y de la mano al cuerpo.[7]

Una característica especialmente importante de la mecánica del hombro que concierne al movimiento de la mano reside en la articulación glenohumeral. El húmero es capaz de dos clases diferentes de movimiento: con el brazo recto, puede moverse describiendo un arco hacia delante, hacia atrás o lateralmente,** y también puede *rotar* sobre su eje mayor sin cambiar la dirección del brazo.***

Si los brazos se mantienen rectos (es decir, con los codos extendidos) hacia el frente y paralelos al suelo, pueden colocarse en una posición tal

* Como también lo son el codo y la muñeca.

** Otro modo de decir esto es que puede moverse en los planos sagital y coronal, y en los planos intermedios entre estos dos extremos. Como el extremo del brazo unido al cuerpo no se mueve, el resto (y la mano) o bien se elevará o bien descenderá.

*** El margen de rotación varía de un cuarto a un tercio de círculo, según la dirección del húmero. En la jerga de la ingeniería, se dice que el húmero tiene «tres grados de libertad» en la articulación glenohumeral: movimiento en el plano sagital, movimiento en el plano coronal y rotación sobre su eje largo.

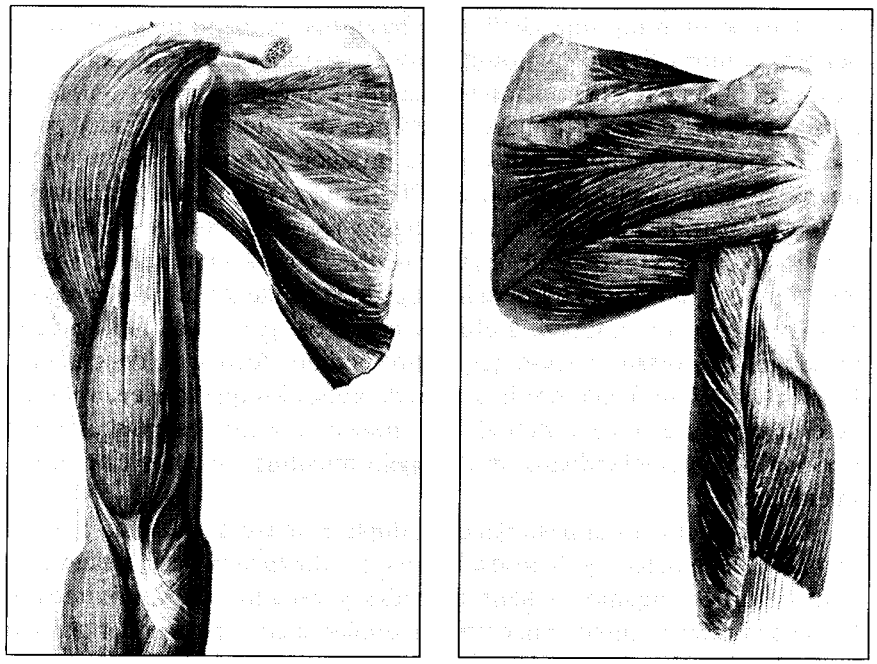


Figura 3.7. Bajo la capa exterior de músculos que sostienen y mueven el omóplato, otra capa muscular fijada en el propio omóplato se une al extremo superior del brazo para elevarlo adelante, atrás, lateralmente y para hacerlo girar alrededor de su eje largo. *Izquierda:* vista frontal; *derecha:* vista desde atrás. (De Werner Spalteholz, *Hand Atlas of Human Anatomy*, 1923.)

que las palmas de las manos miran hacia arriba. Ésta es la posición de supinación, en la que el pulgar derecho apunta a la derecha y el pulgar izquierdo a la izquierda. Partiendo de esta postura, los brazos pueden rotar (el izquierdo en el sentido de las agujas del reloj, el derecho en sentido contrario) hasta que las palmas miran hacia bajo, en la posición llamada de pronación. Al hacer este movimiento cada mano describe una rotación de 180 grados; y la mayoría de la gente puede rotar los brazos otros 90 grados, hasta que el pulgar apunta hacia bajo («¡Adiós, gladiador!»). Esto representa una rotación total de 270 grados, un tercio de la cual procede del hombro y dos tercios del codo. Al realizar este movimiento no percibimos por separado las aportaciones de hombro y codo, sino que notamos una rotación uniforme, igual que la del cuello de un lado a otro.

Doblemos ahora el codo 90 grados, de manera que la mano quede ligeramente por encima de la cabeza. Desde aquí el antebrazo, como el

minutero de un reloj, rota fácilmente hasta que la mano queda enfrente del otro hombro. Si empleamos el brazo izquierdo, pasa de las doce a las tres; si es el derecho, la rotación (en sentido contrario al de las agujas del reloj) va de las doce a las nueve. Habremos descrito los 90 grados posibles que, según decíamos antes, podía producir el hombro en un movimiento de pronación-supinación de 270 grados. Volvamos ahora a la posición de partida (con el codo en ángulo recto) e intentemos rotar el antebrazo en sentido *contrario*. ¿Qué ocurre? La rotación apenas supera los 15 grados, porque el húmero ha llegado al límite de su margen de rotación externa. En realidad, a efectos prácticos, ¡ya estaba ahí desde el principio! La escasa rotación que hemos podido efectuar se debe al deslizamiento del omóplato por la acción de músculos que lo elevan y tiran de él hacia la columna vertebral. Esto podemos verlo observando a otra persona o contemplándonos en el espejo mientras hacemos este movimiento.

La supinación es la posición que adopta el brazo al soltar un bolo en la pista de una bolera, y la pronación la que adopta al botar una pelota de baloncesto. Si jugamos a tenis de mesa y estamos muy próximos al borde de nuestro campo, tenderemos a doblar el codo para poder golpear tanto del derecho como del revés; en este caso, casi toda la fuerza que aplicamos a la pelota proviene de la rotación interna o externa del húmero. Cuanto más atrás nos situemos, tanto más probable será que apoyemos el golpe con movimientos de flexión/extensión del codo, y de pronación y supinación para dar efecto a la pelota.

Al principio de este capítulo sobre el hombro decíamos que una consecuencia inmediata del bipedalismo fue la necesidad de mejorar el equilibrio de la marcha en posición erguida, y hemos visto con cierto detalle la gran contribución del hombro a esta tarea. Una segunda consecuencia del bipedalismo fue que las capacidades del hombro, que ya era parte fundamental de un sistema de propulsión braquial para el desplazamiento arborícola, eran admirablemente adecuadas para aplicarlas al mundo de la balística, todavía por inventar, como propulsor para el lanzamiento de misiles de mano contra blancos distantes. Esos adorables bufones sociables, listos y oportunistas que son los chimpancés (o así los imaginamos) estaban destinados a ser apartados de la escena por sus nuevos primos, unos cazadores agresivos, calculadores y peligrosos. El propietario de un brazo antiguo a caballo de una pelvis nueva, ayudado por su bipedalismo y un sistema visual altamente avanzado, y estimulado por la realidad de no tener otra alternativa válida para prosperar en la sabana, comprendió que la balística tenía que ser la piedra angular de una nueva estrategia de supervivencia. Al poder asir piedras de buen ta-

maño, levantarlas y lanzarlas lejos con velocidad y puntería, entendió que no tenía necesidad de correr tras animales pequeños o vivir de los restos de alimentos dejados por otros predadores. Naturalmente, el hombro era sólo una parte de esta compleja evolución comportamental, pero era funcional y apenas necesitaba modificaciones.* Lucy no tenía la mano adecuada para dar golpes de porra con el brazo extendido, pero los australopitecos sí *pudieron* haber fabricado y lanzado jabalinas.

La idea de una adaptación multisistémica desplegada en el tiempo (ilustrada por el hombro como lanzador de proyectiles) plantea una cuestión intrigante: ¿es posible que la disociación (probablemente inevitable) del control de las extremidades superiores e inferiores en el cerebro del bípedo tuviera consecuencias e implicaciones que no hemos apreciado? El largo proceso de adaptación de la extremidad anterior del primate arborícola, comedor de frutos e insectos, a los nuevos y peligrosos retos que debía superar un antropoide terrestre y cazador tuvo consecuencias musculoesqueléticas profundas. Pero esta transformación no sólo afectó a músculos, huesos y articulaciones, porque no sólo la anatomía debió adaptarse a la vida en el suelo, sino también el *complejo extremidad-cerebro.*

Como hemos visto, añadir peso a la parte superior del cuerpo y transportarlo exige un sistema altamente coordinado, rápido y versátil de posicionamiento y control del centro de gravedad corporal. Este sistema no se comporta igual en todos los individuos. Al principio de mi carrera pasé muchos años visitando pacientes en salas de urgencias, y la conclusión que saqué de esta experiencia es que los techadores se accidentan con menos frecuencia que los carpinteros, a pesar de que, viéndolos trabajar, uno pensaría lo contrario. Creo que la explicación de este hecho no es que el oficio de techador sea menos arriesgado que el de carpintero, sino que, bien al contrario, es tan peligroso que nadie que no se encuentre como en casa colgado a siete metros del suelo se atreve con él. Presumiblemente, los techadores profesionales poseen o desbloquean ciertos genes ancestrales que permitían a los primates arborícolas llevar una vida activa y segura en los árboles.

¿Podría ser esto un ejemplo de desfase evolutivo, una disociación de los sistemas neuromotores de *H. sapiens* que controlan las extremidades superiores e inferiores? Si es así, el efecto no se restringe a los techado-

* Es posible que el sistema visual fuera el que más se rezagara en esta transformación, una cuestión que trataremos en el capítulo 5. Vale la pena observar que el lanzamiento balístico, ejemplificado por la ejecución de los lanzadores del béisbol moderno, *no* es la prestación de un solo brazo. El otro brazo es fundamental para el mantenimiento del equilibrio y la transferencia rápida del peso que exige un lanzamiento veloz.

res. Bailarines, acróbatas y practicantes de *skateboard* parecen haber completado su evolución biomecánica y neurológica como bípedos, mientras que otros parecen haber retenido algunos reflejos arborícolas. El último modelo de cerebro bípedo carece de un repertorio completo de respuestas automáticas *en las piernas* cuando se trata de recolocar rápidamente una carga que desplaza el centro de gravedad.* ¿No es cierto que cuando una persona tropieza se parece a las figuras pintadas por Chagall? Una paciente mía describió así una vez su propia caída, y la imagen era de lo más adecuada: al caer, los brazos se abren en busca de una rama a la que agarrarse, una rama que quedó atrás hace *millones* de años. El resultado de este reflejo anacrónico suele ser un brazo roto.

Lo que quiero decir es que el cerebro humano, especialmente en lo que concierne a las pautas motoras profundamente arraigadas de las que tanto dependió la supervivencia en los árboles durante millones de años, continúa aplicando una estrategia locomotora genéticamente codificada que es más adecuada para el movimiento sobre una rama que sobre una amplia superficie plana. Nuestros antepasados remotos se desplazaban sin problemas cargando grandes pesos; si caían, sus cuatro extremidades se desplegaban para agarrarse a una rama, y por lo general había tiempo de sobra, y muchas posibilidades, de encontrar una durante la caída. En realidad, ¡caer era *un modo normal de locomoción!* Era una estrategia sofisticada y enormemente efectiva. Así pues, es perfectamente posible que todavía esté presente en nuestro reservorio de genes y que aflore lo bastante a menudo para mantener vivos los oficios de techador y de artista de circo.

El mismo hombro que evolucionó en los árboles y que nos ayudó no sólo a defendernos, sino también a atacar cuando descendimos al suelo, está hoy unido a una mano muy diferente. La mano de Lucy representó una iniciativa evolutiva enormemente fértil, pero no hay nada que nos permita saber qué utilidad pudo tener para los australopitecos. Ciertamente, no parece que su utilidad funcional eclipsara la del hombro y el brazo heredados de sus antepasados. Esta especulación me lleva a una sugerencia radical: el desarrollo acelerado de la mano (y del cerebro, apoyo de su nuevo repertorio de movimientos) en el género *Homo* parece no haber sido tanto un invento *de novo* como la fase final de una transformación operada ya en el resto del brazo (y el hombro) antes de nuestra llegada al suelo.

* Me siento seguro sobre dos esquíes o dos patines, pero siempre me he encontrado perdido sobre un solo esquí acuático o una tabla de surf. Las bicicletas no son un problema ni siquiera para aquellos de nosotros que estamos atados al suelo, ya que el efecto de la rueda volante aumenta la estabilidad, incluso a bajas velocidades.

El hombro homínido, entonces y ahora, debe adaptar sus prestaciones musculares a una amplísima gama de tareas motoras. *Homo* añadió a la lista el lanzamiento de disco y la reparación de relojes, pero nuestro brazo todavía emplea músculos, tendones y ligamentos integrados con segmentos rígidos (los huesos) para orientar la mano y para mantener el cuerpo en equilibrio mientras se ejecuta la tarea, tal como debía ser. El conjunto hombro-cerebro todavía controla dinámicamente la actividad muscular basada primariamente en la visión, la posición de las articulaciones y el sentido cinestésico. Nada de esto ha cambiado.

Si la mano del australopiteco se aventuró en la sabana cuando aún no estaba preparada para los retos que iba a afrontar, el hombro, el brazo y su soporte neurológico probablemente estaban ya *muy avanzados*. Los movimientos pivotantes y deslizantes del omóplato, así como la supinación completa del antebrazo, permitieron acelerar el lanzamiento de objetos asidos con la mano por encima de la cabeza. Se necesitaban otros cambios para capitalizar plenamente ese potencial balístico, especialmente un sistema de control visuomotor perfeccionado. Y justamente eso, ponerse al corriente, fue lo que hicieron la mano y el cerebro. Con gran rapidez (naturalmente, a la escala de tiempo evolutiva) mano y cerebro se enfrentaron, redefiniéndolas, a las exigencias y posibilidades de un modo de vida en el que las extremidades superiores se habían liberado de la obligación de soportar el peso del cuerpo.

4
Lecciones de títeres de Alejandría y Düsseldorf

> Nuestros hijos e hijas han abandonado
> el espectáculo de marionetas
> dejando una maraña de hilos
> y se han internado entre un público a oscuras.
> Maxine Kumin[1]

Los títeres son unos mágicos narradores de historias. Hace al menos seis mil años eran mensajeros persuasivos del pensamiento religioso en la India y en Egipto.[2] Su capacidad para entretener y enseñar comienza en el rostro y el vestido y se continúa en el movimiento, signo de vida que cautiva al espectador y aviva la imaginación. Pero los títeres no son una simple subrogación pasiva del narrador humano. El títere del ventrílocuo es también un compañero animado que nos abre los ojos a la naturaleza de la compleja ligazón —no meramente física— entre títere y titiritero.

Otro títere, la marioneta, simula la mecánica de los músculos y tendones de nuestros brazos y piernas. En realidad, mi interés original por los títeres empezó con las marionetas, cuya susceptibilidad a los hilos enredados me parecía que podía asemejarse a la susceptibilidad a los «enredos» musculares de mis pacientes afectados de calambre del escribiente. Pronto iba a saber que las marionetas tenían más de una lección que ofrecer sobre la animación de las extremidades humanas. Por una curiosa coincidencia, su antiguo nombre griego *(neuropastos)* recuerda que, hace más de dos mil años, los anatomistas de Alejandría descubrieron que los músculos son controlados por los nervios.

La palabra *neuropastos* parecía una curiosa coincidencia en la narrativa de mi propia investigación, porque el calambre del escribiente se debe a espasmos musculares incontrolados. Pero este antiguo vocablo griego no implica ningún tipo de patología. Lo que yo no sabía antes de tropezar con él es que en griego antiguo «neuron» significa cuerda o fibra. Las marionetas originales eran, simplemente, títeres «guiados por cuerdas».

Esta explicación del origen del nombre de las marionetas corrigió una deficiencia menor en mi bagaje cultural personal. Aunque un sinfín de derivados de la palabra *neuron* forma parte del vocabulario de trabajo de cualquier neurólogo, yo no sabía que originalmente esta «cuerda» o «fibra» se refería a *cualquier* tejido nervioso blanco del cuerpo. Hasta la época de Hipócrates, hacia el 400 a.C., no se hacía distinción alguna en-

tre nervios, tendones y ligamentos asociados a huesos y músculos, porque no había manera de diferenciarlos, ni razón para sospechar que tenían funciones diferentes. Pero Herófilo, un anatomista pionero que ejerció en Alejandría a principios del siglo III a.C., descubrió que había neurones que conectaban los músculos con la médula espinal. Mediante la disección de reos vivos demostró que si se cortaban estos neurones se producía en el sujeto una pérdida de movimiento o sensaciones.* Los neurocientíficos contemporáneos quizá duden de que en tiempos tan remotos pudiera conocerse tanto sobre nervios sensores y motores. Pero, aunque Herófilo ignoraba *cómo* operaba esta división funcional, no hay duda de que sabía que algunos «neurones» se conectaban con el cerebro y la médula espinal, y que era posible demostrar que tenían una función motora o sensorial.[3]

Este descubrimiento fue un tanto prematuro, ya que tuvieron que pasar *dos mil años* para que los científicos añadieran algo nuevo a lo ya descubierto por los anatomistas alejandrinos y su teoría de que el *pneuma* (aire o cualquier otro «espíritu» vital) llegaba al músculo a través del nervio. Hubo que esperar a la segunda mitad del siglo II d.C. para que Galeno de Pérgamo empezara su estudio general de la anatomía de los mamíferos, fundamento de las nuevas teorías sobre el mecanismo del funcionamiento muscular.**

A Galeno se debe un original concepto de la acción muscular, que ha dominado nuestro conocimiento del movimiento voluntario desde que lo publicara en el año 157 d.C.[4] Según este principio (basado en la idea de que un músculo ejerce su influencia únicamente tirando —o relajándose— en línea recta) todo movimiento complejo se consigue mediante la acción combinada de *pares* de músculos alineados que se tensan en oposición, como contendientes que tiran de una soga. La imagen del «contendiente» es tan gráfica que se ha perpetuado en los términos *agonista* y *antagonista* con los que se designan los músculos de cada par.[5]

* Herófilo y su sucesor, Erasistrato, no sólo fueron los primeros anatomistas de la antigua Grecia que efectuaron disecciones (y vivisecciones) humanas para estudiar la estructura y las funciones del cuerpo, sino también los *últimos*. Por aquel entonces existían en Grecia tabúes religiosos muy fuertes contra la violación de la carne humana, y los argumentos en favor de tales tabúes acabaron imponiéndose. Una explicación muy lúcida y aclaratoria sobre la «aberración» de la escuela alejandrina de anatomía puede encontrarse en «The Discovery of the Body: Human Dissection and Its Cultural Contexts in Ancient Greece», de Heinrich von Staden, *Yale Journal of Biology and Medicine*, 65 (1992), págs. 223-241.

** Galeno de Pérgamo, médico griego y romano por temporadas, basó toda su obra en la disección de animales. Hasta mediados del siglo XVI no volvió a practicarse la disección humana (esta vez de cadáveres); *De Humani Corporis Fabrica*, obra del médico belga Andreas Vesalius, se publicó en 1543.

En realidad, la investigación científica de los mecanismos fisiológicos que permiten a los nervios activar los músculos no empezó hasta el siglo XVII. En 1626, René Descartes propuso que los músculos responsables del movimiento del ojo estaban accionados no por un gas misterioso o un «espíritu» animal (pneuma) sino por un fluido. Propuso que este fluido animador activaba el músculo llenándolo, hinchándolo y, en consecuencia, acortándolo.[6] En este modelo, la fuente principal del fluido no era el cerebro, sino el músculo antagonista. Por consiguiente, el papel del cerebro y los nervios no era bombear su propio «espíritu» a los músculos (como el corazón bombea la sangre a las arterias) sino hacer funcionar un sistema de válvulas hidráulicas que regulaba la circulación de fluido entre músculos opuestos. La idea de Descartes de un controlador recíproco era el complemento perfecto de la disposición mecánica en pares de agonistas y antagonistas; aunque se equivocó en cuanto a la hidráulica, la corrección del principio básico condujo a Bell a descubrir la verdad dos siglos después.[7]

Hicieron falta casi dos siglos para descubrir, y demostrar, dónde se origina la fuerza muscular y cómo se controla. En 1640, el fisiólogo inglés Francis Gibson demostró que un músculo podía acortarse por irritación de su nervio, aun cuando la unión del nervio a la médula espinal estuviera cortada. Esto quería decir que el nervio actuaba mediante la liberación de energía almacenada en el propio músculo. Pero aún no se sabía cómo liberaba el nervio esa energía.

Finalmente, casi 150 años más tarde, Galvani demostró que la electricidad podía provocar la contracción del músculo de una pata de rana, y al hacerlo identificó la última pieza del rompecabezas. Con independencia de los detalles operativos específicos, en el mecanismo de control del movimiento voluntario debía intervenir la excitación eléctrica del músculo por su nervio. A partir de ahí, la investigación sobre el control muscular se centró en la cuestión de dónde y cómo utilizan los nervios la actividad eléctrica para ejercer su influencia. Más o menos por este orden, Charles Bell, François Magendie, Edgar Adrian y Charles Sherrington descubrieron los detalles básicos y describieron las interacciones de los nervios sensores y motores al nivel de la médula espinal. Dicho llanamente, a comienzos del siglo XX ya no era un misterio por qué nuestra pierna salta cuando el médico golpea la rodilla con un martillo de goma.[8]

Volvamos a la mecánica del movimiento de las articulaciones. Supongamos que queremos construir un modelo de esqueleto que pueda imitar los movimientos de un brazo humano real, y que no sabemos nada acerca de la verdadera disposición de los músculos del brazo. Lo que

queremos es que nuestro esqueleto se mueva imitando perfectamente la realidad. Probablemente abordaríamos el problema tratando cada articulación por separado.

La articulación más sencilla es una bisagra que se mueve en un solo plano (o alrededor de un solo eje fijo, como una puerta). Una manera posible de controlar una articulación «esquelética» sería fijar dos hilos moderadamente elásticos (los neurones originales) en lados opuestos del extremo proximal del hueso más cercano al espinazo, tensarlos hasta el extremo distal y sujetar cada uno en lados opuestos del segundo hueso, justo después de la articulación.[9] Esta disposición funcionaría bien en el codo: un hilo representaría el bíceps y el otro el tríceps. Para accionar (flexionar o extender) esta articulación, sólo habría que tirar de uno de los hilos. El otro hilo debería alargarse y, mientras lo permitiese su elasticidad, su longitud debería aumentar precisamente en la misma medida en que se acortara el hilo tractor.

El célebre neurólogo francés Guillaume Duchenne utilizó precisamente un modelo de esqueleto articulado para ver cómo influyen las uniones de los músculos de la mano en los movimientos de los dedos. La figura 4.1 procedente de su monografía sobre la fisiología del movimiento, publicada en 1867, ilustra un ensayo con dicho modelo.[10] Lo que quedó claro fue que el control de las articulaciones del brazo y la mano mediante hilos era un asunto muy complicado. Claro que hay otra manera, mucho más sencilla, de utilizar hilos para accionar un esqueleto mecánico: se atan cabos a la muñeca, el codo, el hombro, la cabeza y las rodillas y se tira del conjunto desde arriba, como si fuera una marioneta.

Para mantenerse en pie y moverse, las marionetas, como nosotros, deben vencer la gravedad. *Nosotros* lo hacemos cargando nuestro peso sobre un armazón interno y semirrígido de huesos y equilibrándonos sobre una superficie firme bajo los pies. Las marionetas vencen la gravedad porque están suspendidas de soportes situados por encima de su cabeza. Los títeres del antiguo Egipto colgaban de una barra horizontal fija; los títeres modernos, más ligeros, están suspendidos de un soporte manual manejado por el titiritero. Los fabricantes de títeres, especialmente los de la Europa decimonónica, diseñaron una gran variedad de dispositivos controladores, pero todos debían traducir de manera realista los movimientos del titiritero en movimientos de la cabeza, el cuerpo y las piernas del títere. El diseño más habitual es la cruz.*

* La cruz suele llamarse «avión» cuando se orienta horizontalmente, como es corriente en Estados Unidos. En Europa las cruces acostumbran a orientarse en vertical.

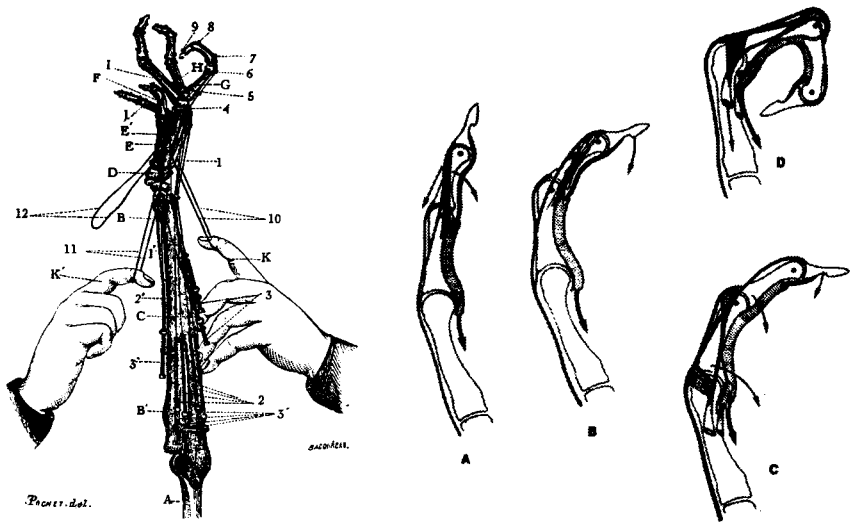


Figura 4.1. Izquierda: El fisiólogo francés Duchenne construyó un modelo de brazo humano con un sistema de hilos y poleas «hecho para reproducir los movimientos naturales de las falanges...» (G.B. Duchenne, *Physiologie des Mouvements*, 1867). *Derecha:* El cirujano francés Raoul Tubiana, especialista de la mano, en su texto enciclopédico contemporáneo, *The Hand*, describe este mecanismo y la secuencia de movimientos que produce. La flexión se inicia por contracción simultánea del extensor y el flexor del dedo (A). La tensión resultante en el ligamento oblicuo distal inicia la flexión de la primera articulación (proximal) del dedo; a continuación, al aflojarse la tensión de este ligamento (B) aumenta la flexión de la articulación distal. Después (C) la tensión de los tendones de los pequeños músculos intrínsecos de la mano inicia la flexión de la articulación de los nudillos. Finalmente (D) el movimiento distal del recubrimiento ligamentoso del músculo interóseo permite a éste actuar como flexor de la falange proximal. (De Raoul Tubiana, *The Hand*, vol. 1, 1981, con autorización.)

Puesto que el movimiento es determinante para crear la ilusión de vida, los diseñadores de controladores han buscado cada vez más variantes que permitan al titiritero reproducir las posturas más habituales, los gestos de la cabeza, el cuerpo y las piernas, así como la locomoción. A mediados del siglo XIX, los detalles del diseño de la cruz y del encordado (que los ingleses llaman *slanging)* se guardaban en el más absoluto secreto profesional, por lo que se conoce muy poco sobre su evolución.[11] Pero los principios son claros. Todas las marionetas tienen miembros segmentados que se balancean siguiendo un plano retrofrontal o lateral, o giran alrededor de un eje. Estos movimientos están determinados por la acción de los hilos sujetos a la cruz que maneja el titiritero.

Una cruz consta de extensiones simétricas a izquierda y derecha, suspendidas del eje central —similares a nuestros brazos y piernas— con

hilos que, en pares y desde varias posiciones, descienden hasta el cuerpo y las extremidades (fig. 4.2). Cada par de hilos actúa sobre la articulación correspondiente (la rodilla, el codo...) de una de estas tres maneras: (1) ambos hilos ejercen una tracción igual; (2) el hilo de la derecha o la izquierda sube mientras el opuesto baja, y (3) el hilo frontal sube o baja mientras el trasero hace lo contrario. Cuando sólo un elemento del par tira hacia arriba, el otro debe bajar una distancia igual, a menos que la cruz entera suba o baje.

Por muy tosco que pueda parecer este sistema, mecánicamente es ingenioso. Cuando el eje central de la cruz gira —pensemos en los giros de un avión— una de las «alas» baja y la otra sube en la misma medida. Así, en un títere controlado mediante una cruz, la elevación de una rodilla queda compensada automáticamente por la bajada de la otra. Gracias a la mecánica del control recíproco, la cruz produce movimientos de los miembros que son simultáneos, iguales y opuestos.

El control recíproco automático de los movimientos de las extremidades del títere mediante una cruz imita dos mecanismos fundamentales que rigen el movimiento de nuestro propio cuerpo. El primero, que ya hemos visto, es el obligado emparejamiento antagonista de los músculos articulares, reconocido y descrito por Galeno hace casi dos mil años. El segundo principio, enunciado en 1829 por Charles Bell, es que la acción «antagónica» de los músculos es en realidad complementaria y cooperativa. El controlador recíproco no se limita a ordenar a uno u otro músculo que se contraiga: lo que hace es enviar mensajes de activación y desactivación simultánea, y de una manera que tiene más de gradual que de «todo o nada». Así, la contracción y relajación interactiva de los músculos agonista y antagonista tiene como resultado un control refinado del movimiento del cuerpo y las extremidades.

Setenta años después de Bell, Sherrington demostró que la médula espinal es la sede de esta interacción, y que la consiguiente regulación continua de la aceleración y la fuerza de la contracción muscular es un mecanismo esencial inherente a cualquier movimiento rápido y fluido. Así, el cuadríceps (el gran músculo anterior del muslo) desarrolla una acción importantísima de frenado en la rodilla cuando, por ejemplo, bajamos escaleras. Nunca llegaríamos abajo en pie si el cuadríceps no trabajara duramente para limitar la flexión de la rodilla en cada escalón.[12] Para movimientos extremadamente rápidos —como un lanzamiento en béisbol— los antagonistas mantienen el movimiento bajo control mientras los agonistas desarrollan la fuerza. De esta forma, el movimiento de una extremidad puede acelerarse mucho más de lo que lo haría si la contracción del músculo iniciara inmediatamente el movimiento de la articulación.

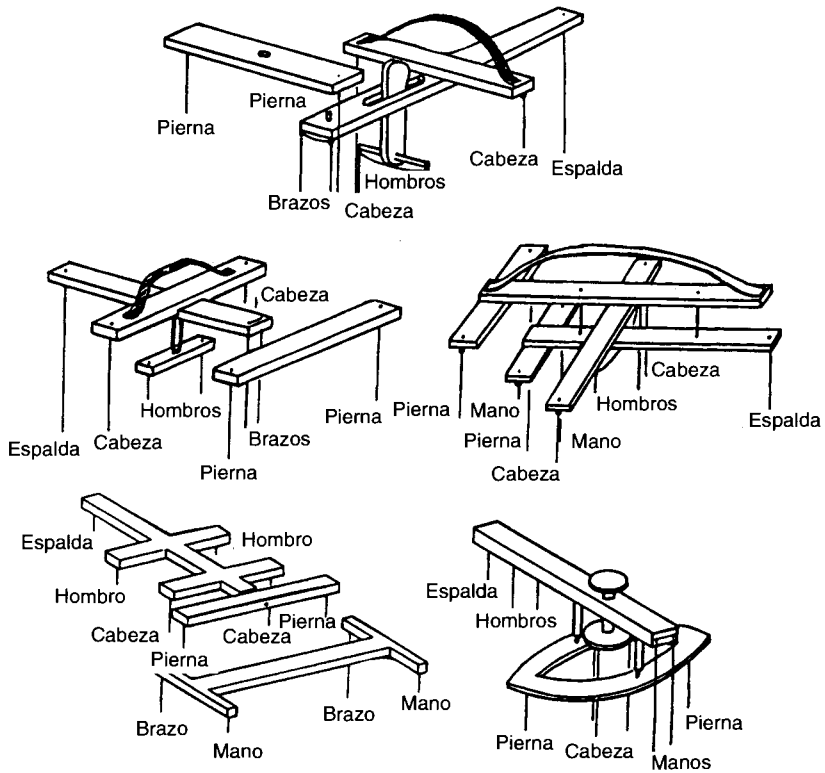


Figura 4.2. Los titiriteros han creado infinidad de controladores manuales para dominar los movimientos de las articulaciones de las marionetas. Los controladores permiten la separación física de los hilos (¡que no deben enredarse!) y la inversión automática de los movimientos contralaterales de las extremidades mediante giros alrededor del eje largo, además de movimientos de elevación y caída de la cabeza, el tronco y las extremidades mediante ladeos del eje largo, y movimientos discretos de cualquier parte del cuerpo gracias al control independiente de cada uno de los hilos. La ilustración muestra diversos controladores horizontales —en «avión»— que son los favoritos en Norteamérica. Sin embargo, cada vez más titiriteros se inclinan por los controladores «angulados», que reducen el esfuerzo del brazo, la muñeca y la mano. (De Luman Coad, *Marionette Sourcebook*, 1993, con autorización.)

Las flechas salen disparadas de los arcos, y hay aviones que salen catapultados desde portaaviones cuando se suprime la fuerza que los retenía.

En el caso, simple e idealizado, de sólo dos músculos que producen la flexión y la extensión de una sola articulación, siempre que uno se contraiga el otro se relajará. En nuestro brazo, por ejemplo, cuando el bíceps empieza a contraerse, el tríceps se relaja a la vez, de manera que la flexión del codo se realiza con una interferencia mínima.

El obligado alargamiento y acortamiento del bíceps y el tríceps cuando uno tira del otro en el codo es fácil de ver; pero, en la vida real, las interacciones recíprocas y el control de la actividad muscular agonista-antagonista son mucho más complejos mecánicamente, y mucho más variables fisiológicamente, que la descripción de una contracción tipo «todo o nada» del bíceps y la correspondiente relajación del tríceps. Aun así, es la simplicidad de los principios biomecánicos (y fisiológicos) la que proporciona una plataforma firme, pero flexible, para la complejidad funcional última del sistema en su totalidad. A continuación, volviendo a Descartes a propósito del ojo, veremos cuán maravillosamente sencillos son los principios biomecánicos (fig. 4.3).

Descartes eligió los músculos del ojo para ilustrar el principio del control recíproco de los músculos que actúan en pares mecánicamente opuestos. Fue una elección afortunada, porque la geometría de los movimientos del ojo en las órbitas se corresponde muy bien con la de la cabeza del húmero en la articulación del hombro: el cerebro guía el brazo y el dedo con tanta precisión como guía el ojo. En la órbita y en el hombro, ojo y húmero son, respectivamente, libres de rotar según los planos retrofrontales y laterales, y también alrededor de sus propios ejes longitudinales. En ambos casos tenemos músculos dispuestos de manera precisa para estas acciones. A pesar de que los músculos pueden aplicar su fuerza únicamente en línea recta, la fuerza lineal es reorientada mecánicamente (traducida en una fuerza angular, o momento) mediante palancas o poleas.[13]

Lo mismo ocurre en el resto del sistema musculoesquelético, cuya exigencia básica es que en cada articulación deben actuar pares de músculos agonista-antagonista, con independencia de la complejidad del movimiento. En la práctica, nuestro sistema neuromuscular es libre de componer movimientos de cualquier tipo dentro de la amplia gama de interacciones posibles entre articulaciones y músculos.[14] A nivel consciente, primero establecemos un objetivo, luego nos aproximamos a él o lo manipulamos de la mejor manera (según cuáles sean nuestras intenciones). Pero no decidimos, ni podemos hacerlo, qué músculos concretos van a realizar la tarea que nos proponemos.

Puesto que el cuerpo tiene una libertad virtualmente ilimitada para combinar las acciones musculares de la manera más conveniente para la consecución del movimiento deseado, cada músculo del cuerpo puede ser requerido por el cerebro para participar en una variedad incontable de movimientos. Lo que empieza como una demanda comportamental concreta —«¡Atrapa la pelota!»— obliga al cerebro a decidirse por una de entre un amplio conjunto de soluciones biomecánicas alternativas. Si se

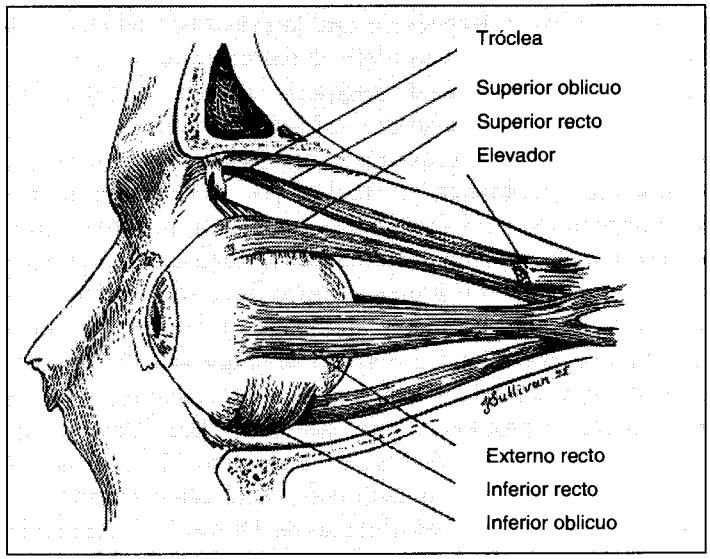


Figura 4.3. El control del movimiento mediante la acción recíproca de agonistas y antagonistas es una estrategia muy corriente en el cuerpo. La producción del movimiento rotatorio del ojo se consigue mediante un mecanismo muscular análogo al del hombro, y sugiere la complementariedad de los cálculos neurológicos implicados en el control y el movimiento preciso de ambas estructuras. Véase la nota 13. (De David Cogan, *Neurology of the Ocular Muscles*, 2ª ed., Charles C. Thomas, Springfield, 1956, con autorización.)

llega a una solución concreta del problema es porque el sistema nervioso central tiene la facultad de recurrir a los músculos esqueléticos igual que un comandante general recurre a sus tropas: combinando las fuerzas disponibles para cumplir ciertos objetivos tácticos a medida que van surgiendo, y recombinándolas continuamente en grupos idóneos, siempre según su percepción de las posibilidades de cada cual y de las necesidades de cada misión.* Una finalidad consciente («Toma tu chaqueta y

* Esta flexibilidad puede parecer idónea, pero (igual que en el ejército) tiene un precio muy alto. Éste es un punto de enorme importancia teórica, y más adelante lo trataremos con detalle. Por el momento sólo hay que recordar que la flexibilidad y la intercambiabilidad funcionales de cada músculo supone una pesadilla para el sistema nervioso central. Aunque el cerebro prepara el movimiento tal como lo haría un comandante general que fuera un táctico brillante y eficiente, no hay que olvidar que este general nunca podrá *ejecutar* el movimiento previsto sin primero comprobar dónde están sus tropas y si ya están a punto. En otras palabras, ningún movimiento puede empezar sin una información actualizada acerca de los músculos aptos y disponibles para la tarea, y de lo que está haciendo cada uno en el instante en que se da la orden.

póntela») sólo se logra después de que la orden se traduzca en un plan neurofisiológico de batalla. Las ideas se traducen mecánicamente en acciones: los músculos cambian de longitud, varían los ángulos de las articulaciones entre huesos contiguos, y así sucesivamente.

Las grúas y las retroexcavadoras funcionan exactamente según el mismo principio, cambiando el cerebro por el operador humano, los músculos por motores y los tendones por cables (o pistones hidráulicos). Si tiene experiencia, el operador «incorpora» toda esta maquinaria y empieza a tratar la pala de la máquina como si fuera una cuchara con la que se dispone a hacer algo no más complicado que tomar los cereales del desayuno. Naturalmente, un titiritero no tiene que manejar motores pero, desde el punto de vista del control, los operadores de grúa y los marionetistas se enfrentan a problemas muy parecidos, por diferentes que sean en apariencia (y escala) sus escenarios respectivos. El gruista, como hemos visto, se hace «uno con su máquina», igual que el titiritero.

El director del Teatro de Marionetas de Düsseldorf, Anton Bachleitner, nació en 1956 en Bad Tölz, un pueblo cerca de Munich. Siendo niño, asistía a las representaciones del teatro de títeres *amateur* de su pueblo, y de vuelta a casa imitaba lo que había visto. Más tarde trabajó como ayudante del artesano que hacía los títeres en el taller del teatro. Allí aprendió a diseñar y tallar títeres. A los once años ya pasaba todo su tiempo libre en aquel taller, y a los catorce hizo su primera representación. Por aquel entonces, el titiritero más joven tenía veinte años, y el más viejo de los diez que formaban la compañía tenía «sesenta o setenta». Al principio sus padres aprobaron su interés, pero su entusiasmo fue desvaneciéndose con el tiempo. El padre de Bachleitner era carpintero y deseaba que su hijo aprendiera un oficio «de verdad». De hecho, Bachleitner trabajó como aprendiz de carpintero (aunque no con su padre) durante varios años después de cumplir los veinte, pero la vocación de tallador había arraigado en su mente: «La carpintería y la escultura en madera no son una misma cosa. Mucha gente creen que si uno puede trabajar con madera también puede tallarla, pero no es así».

Esta destreza resultó ser de gran utilidad para Bachleitner, porque el diseño y tallado de la cabeza y las manos de un títere tienen una influencia definitiva en su impacto escénico. Tanto la expresividad del rostro como los matices de las articulaciones de la mano y la cabeza conllevan un significado emocional muy importante. El equilibrio de la cabeza empieza con el diseño del rostro (sin olvidar la forma y el tamaño del mentón, las orejas y la nariz) y se apuntala distribuyendo el peso de manera que se favorezca el movimiento en una dirección determinada.

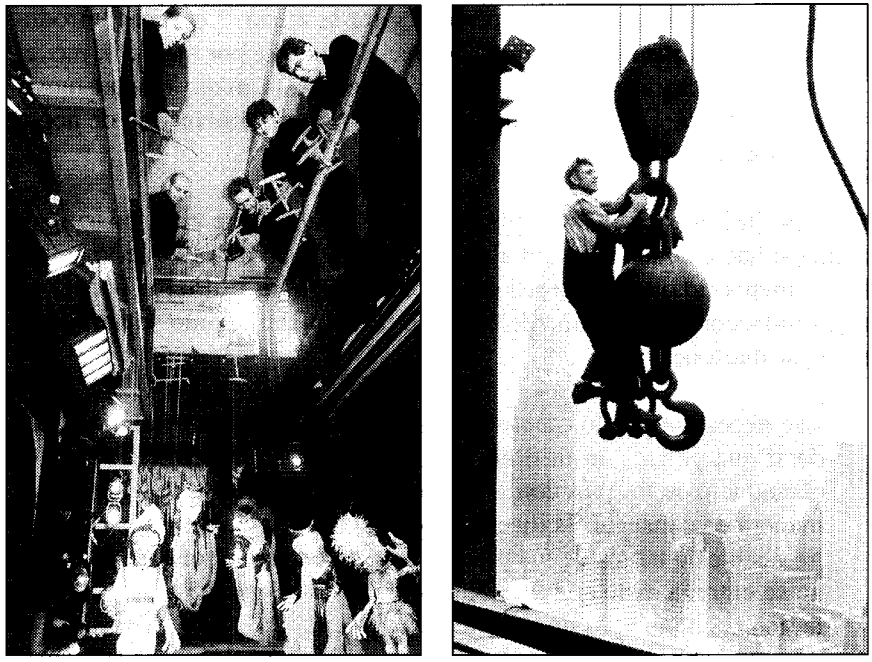


Figura 4.4. Tanto los títeres como las grúas plantean problemas de control a distancia. Con independencia de la escala del movimiento, un control refinado exige que el operador pueda ver y sentir lo que está ocurriendo al final de los hilos (o cables). *Arriba, izquierda:* Anton Bachleitner y sus compañeros manejan sus marionetas desde un puente sobre el escenario. (Foto cortesía del Teatro de Marionetas de Düsseldorf.) *Arriba, derecha:* un obrero durante la construcción del Empire State Building de Nueva York en 1930. (Cortesía de la Avery Architectural and Fine Arts Library, Universidad de Columbia, Nueva York.)

La colocación de los hilos es fundamental para lograr un movimiento realista, como también lo es el diseño de la cruz. Bachleitner ha concebido sus propias cruces (llamadas *Spielkreuzer* en alemán, o «cruces para representación») y una disposición de los hilos más apta para conseguir un mejor control de los movimientos del antebrazo y la mano de los títeres.[15]

> «Un títere humano tiene entre nueve y doce hilos. Tres son para la cabeza (detrás de la nariz y las orejas); también hay hilos para hombros y rodillas, y uno en el centro de la parte baja de la espalda. Cada mano puede tener otros dos (en los pies no hay ninguno). Los dos hilos de la mano pasan a través de un aro pequeño antes de fijarse

cerca de la muñeca, lo que permite girar la mano.[16] A veces introducimos hilos para lograr efectos especiales como, por ejemplo, mover la boca; pero si se quiere que los dedos de la mano tengan movimiento propio, entonces tiene que haber un titiritero vestido de negro en el mismo escenario».*

Los titiriteros trabajan desde un puente móvil sobre el escenario, inclinados hacia delante, con el abdomen apoyado en un raíl que los mantiene sujetos (lo que, dicho sea de paso, impide a los titiriteros poner voz a sus muñecos). Pedí a Bachleitner que me explicara cómo se aprende a manejar marionetas.

«Se necesitan por lo menos tres años de experiencia antes de poder decir que ya eres un titiritero. Técnicamente, lo más difícil es sentir el contacto de los pies con el suelo, como realmente sucede. La única manera de conseguir la ilusión de que el títere anda de verdad es *sentir* sus pies a través de tus propias manos. Otra cosa que, según creo, no se entrena, sino que se descubre después de mucha práctica y una larga experiencia, es un cambio en la visión.

»Al cabo de algunos años, el mejor titiritero tiene que ser capaz de ver a través de los ojos de su títere. Es decir, debe aprender a situarse *dentro* del muñeco. Esto es cierto no sólo en el sentido tradicional del actor, sino en un sentido perceptivo inhabitual. El titiritero está dos metros por encima del muñeco que acciona, y desde ahí debe ser capaz de ver el escenario y componer movimientos desde la perspectiva del títere. La distancia hace que esto sea especialmente problemático, ya que el títere no se mueve al mismo tiempo que las manos que le dan vida.

»Por otra parte, en el escenario puede haber varios muñecos al mismo tiempo, que deben interaccionar de manera realista, como lo harían las personas en situaciones similares. Por lo tanto, una vez más, el titiritero debe situarse mentalmente *en el escenario* y reaccionar como lo haría un actor teatral. Es algo que no puedo explicar, pero es muy importante para un titiritero. El problema se agudiza cuando el muñeco debe volar, como ocurre a menudo en las óperas, o caer en un hoyo, como en *Der Golem*, o hacer alguna otra cosa inu-

* En su reciente gira por Asia, Bachleitner vio el primer espectáculo japonés Bunraku, una forma tradicional de títeres en la cual tres hombres suelen controlar un muñeco. El jefe controla la cabeza, los hombros y la mano derecha; un ayudante mueve las piernas, y un segundo ayudante, la mano izquierda.

sual. Son situaciones en las que el riesgo de que los hilos se enreden es muy grande».

Mis conversaciones con Bachleitner sobre las marionetas y su vida con ellas no me habían preparado para lo que sentí al verle trabajar. Bachleitner parecía flotar cuando animaba a Golem (el protagonista de una clásica obra *yiddish* para el Teatro de Marionetas de Düsseldorf). Lo esencial de la vida de Golem está profundamente impreso en las líneas del rostro triste del muñeco: su nariz exagerada, parecida a la proa de un barco, avanza en la oscuridad hasta que es captada por un haz luminoso. El mínimo movimiento de su cabeza crea una nueva escultura. La cabeza se ladea ligeramente (Golem, fatigado, piensa en algún nuevo problema) y gira sólo lo suficiente para sugerir una ojeada al hombro. Los hombros se elevan algo (un ligero encogimiento). Poco a poco, parece que el muñeco alza un brazo; la palma de la mano se vuelve hacia arriba, indicando una decisión. «Debo ir.» Dubitativamente, una pierna responde. Una y otra vez, Bachleitner y Golem confirman la unidad de movimiento, pensamiento y emoción. ¿Cómo es posible que la ilusión de vida y de gravedad se manifiesten tan poderosamente en esta minúscula forma desde el momento mismo en que aparece en el escenario?

Las manos, los ojos y la mente, sumamente entrenados, de su dueño real consiguen que los movimientos del muñeco imiten tan perfectamente los de una persona viva que causa un gran impacto ver al títere fuera del escenario, plegado sobre sí mismo y convertido en lo que realmente es: un muñeco inanimado. Como en los seres humanos, la vida fluye al cuerpo del títere a través de unos hilos apenas visibles, que recibieron el nombre de neurones antes de que se descubrieran sus equivalentes en el cuerpo humano. El muñeco se desenvuelve en un escenario muy pequeño. Está vivo, pero ignora la fuente de su animación, inconsciente de sus propios y poderosos efectos sobre los pensamientos y las emociones de quienes le contemplan. Para un neurólogo hipnotizado, Bachleitner y Golem se comunican realmente entre sí a través de un vínculo muy estrecho. En ese momento, las cuestiones técnicas desaparecen: ambos *son* uno, y no tiene sentido preguntarse quién mueve realmente los hilos.

Gracias al genio de científicos como Herófilo, Bell y Sherrington, ahora sabemos que el neurón no es sólo una cuerda, sino un canal de vida. No tira de los músculos ni los hincha, sino que, más bien, les envía instrucciones desde la médula espinal y el cerebro y recibe las informaciones necesarias para equilibrar las contracciones y relajaciones de las que depende el movimiento coordinado. De este modo, el pensamiento

Figura 4.5. Der Golem, personaje protagonista de una obra clásica representada en el Teatro de Marionetas de Düsseldorf, ejemplifica los logros, nada habituales, del director de este teatro, Anton Bachleitner. El rostro del muñeco ha sido diseñado y tallado por el propio Bachleitner para aprovechar los efectos de luz. En el escenario, en manos de su creador, el títere cobra vida de una manera convincente y conmovedora. (Cortesía del Teatro de Marionetas de Düsseldorf.)

se hace acción y la acción se hace pensamiento. Por una maravillosa coincidencia semántica, tanto el brazo de un títere como el de un ser humano están controlados por «neurones»; y aunque en un caso la influencia es mecánica y en el otro electroquímica, la gracia y elocuencia de los movimientos resultantes son casi las mismas.

5
La mano, el ojo y el cielo

Cada vez que lo lanza
cae, justo,
en el centro del mundo.

Octavio Paz[1]

El pulsador de correspondencia uno a uno no existe, y el área cerebral motora organiza respuestas mediante hábiles ajustes y equilibrados de las fuerzas externas resultantes y las manifestaciones de inercia, reaccionando constantemente a señales proprioceptivas e integrando simultáneamente impulsos procedentes de otros subsistemas centrales, de manera que diez repeticiones sucesivas del mismo movimiento exigen diez impulsos sucesivos, todos diferentes.

Nicolai Bernstein[2]

Los juegos malabares, una amalgama de gimnasia, pantomima, comedia y magia, han sido una modalidad muy popular de entretenimiento público a lo largo de la historia humana. Hace unos mil quinientos años los malabaristas congregaban a 40.000 personas en el hipódromo de Constantinopla, durante el reinado de Justiniano I, y los juegos malabares eran un deporte muy practicado por los nativos americanos mucho antes de la llegada de los europeos.[3]

Dado que los malabarismos acaban en nada (al final de una rutina típica, los objetos utilizados vuelven a estar igual que estaban) solemos ignorar su popularidad y considerar a los practicantes de este arte unos tipos curiosos y nada más. Pero los juegos malabares invitan a pensar en la transformación de lo que originalmente era un arte marcial en una forma de juego. También suscitan un interrogante sobre la habilidad complementaria del lanzamiento: ¿cuándo empezaron los antepasados de los humanos a saber *atrapar* objetos al vuelo, y por qué?

Todos hemos dedicado algún tiempo a entrenar alguna actividad que nuestro cuerpo no sabía ejecutar, o que no dominaba. Recordemos, por ejemplo, nuestros primeros intentos de patinar, montar en bicicleta, trepar por una cuerda, nadar o atarnos los zapatos. En cualquier caso, lo más seguro es que antes hubiéramos visto a alguien hacer lo mismo y tratáramos de emularle. No lo conseguíamos pero, con ayuda o sin ella, «practicábamos» hasta que éramos *nosotros* los guías. ¿Qué es «practicar» y por qué es necesario?[4] Bajo cualquier interrogante sobre la praxis

del aprendizaje subyace una pregunta más difícil: ¿en qué consiste «aprender» al nivel del sistema nervioso? ¿Pueden los neurocientíficos distinguir el cerebro previo al adiestramiento malabar del cerebro malabarista?[5]

No recuerdo exactamente cuando intenté mis primeros malabarismos, ni por qué; pero sí recuerdo que, ya desde el principio, comprendí que aquello no era tanto un reto físico como de procedimiento. ¿Cómo se puede intercambiar reiteradamente tres pelotas entre la mano izquierda y la derecha sin tener nunca más de una pelota en cada mano? En su única forma indiscutiblemente convincente, la solución a este problema reside en el dominio de la experiencia física. En este sentido, el malabarismo es comparable al sexo.

En los niños, el interés por los juegos malabares no suele manifestarse antes de los diez años. Muchos pequeños pueden encontrar divertido ver a papá haciendo de malabarista, pero aquí el aliciente es el inevitable desastre con el que acaba la representación. De igual modo, a los ojos de un niño, un payaso que lanza al aire objetos grandes y de colores vivos es una diversión visual (muchos objetos corrientes, los gatos por ejemplo, que pertenecen al suelo constituyen una maravillosa visión cuando «vuelan» patas arriba). La atracción de los niños por el espectáculo de varios objetos volando por el aire es fruto de la expectativa de la catástrofe: los huevos van a romperse de un momento a otro. La idea de que el malabarismo es un misterio o un truco no viene hasta más tarde, cuando, tras una década de entrenamiento de la coordinación mano-ojo, hemos adquirido un repertorio propio de movimientos, o hasta que la iniciación en deportes, juegos e instrumentos musicales nos permite hacernos una idea de las dificultades y placeres asociados al logro de la destreza física. Ningún niño *consigue* hacer malabarismos sin antes haber pasado de las dudas inherentes a las experiencias precoces de ver-alcanzar-tocar-agarrar al juego, ya más seguro, de atrapar al vuelo una pelota.

Resulta obvio que la coordinación mano-ojo es absolutamente fundamental para los juegos malabares. Lo que ya no resulta tan evidente es hasta qué punto las habilidades físicas emanan de la maduración de la destreza motora bajo la tutela del control visual y cinestésico. Es una deliciosa sorpresa leer con qué claridad expone Charles Bell este punto en su tratado sobre la mano:

> «Esta facultad de buscar el objeto la va adquiriendo el niño lentamente. Los movimientos del ojo se perfeccionan gradualmente, igual que los de la mano. En ambos órganos se realiza una operación com-

puesta: la impresión en el nervio sensorial se acompaña de un esfuerzo voluntario para acomodar la acción muscular a la misma».[6]

Este breve párrafo de Bell tiene un gran contenido. Afirma que tanto la mano como el ojo se desarrollan como órganos sensoriales a través de la práctica, lo que significa que el cerebro actúa como *autodidacta* para sintetizar las percepciones visuales y táctiles *obligando* a la mano y el ojo a aprender a trabajar juntos. Según Bell, en el proceso de aprendizaje se correlaciona la información sensorial procedente de los receptores retiniano (luz) y cutáneo (tacto) con lo que él llamó «sentido muscular».[7] Es decir, el cerebro orienta activamente los receptores del ojo o la mano hacia un objetivo de interés y luego los guía con precisión durante un proceso exploratorio. La imagen resultante construida por el cerebro debe basarse necesariamente tanto en los mensajes de los receptores retinianos y/o dérmicos como en el registro de los movimientos guiados del ojo o la extremidad durante la recogida de los datos sensoriales. Es un concepto extremadamente sofisticado que la investigación moderna sobre la organización funcional de la percepción ha confirmado.

Más tarde, Charles Sherrington sugirió que las partes más sensibles de la piel en la punta de los dedos pulgar e índice reciben un tratamiento cerebral similar al de la parte más sensible de la retina (la mácula). Sherrington postuló que la primera fase de exploración no está sujeta a control voluntario: en la visión, los ojos se mueven automáticamente hacia el objetivo y se fijan allí mientras buscan unas características ópticas identificativas. En el tacto se toca un objeto desconocido, el cual se orienta «instintivamente» dentro de la mano, o bien es la propia mano la que se orienta en la superficie del objeto, de manera que sus características topográficas más sobresalientes entran en contacto con las puntas sensibles de los dedos para ser sometidas a una inspección más detallada.[8]

Una diferencia capital entre el ojo y las extremidades superiores en tanto que exploradores móviles tiene que ver con la complejidad biomecánica (y, por lo tanto, «computacional») del movimiento del sensor (retina o punta del dedo) hacia el objeto de interés. Si la cabeza está en posición favorable, el ojo sólo tiene que volverse hacia el objetivo para captar su luz en la retina. Pero la mano está al final de un encadenamiento biomecánico completo y debe *ir* hacia el objeto para tocarlo. Puede que el cuerpo tenga que moverse primero hacia el blanco y, una vez posicionado, el brazo dispone de una amplia gama de combinaciones (siempre teniendo en cuenta su configuración a medida que se acerca el objeto) en cuanto a ángulos articulares y modelos de contracción-relaja-

ción de los músculos del tronco y las extremidades superiores, combinaciones que se pondrán en práctica con la finalidad de que la mano entre en contacto con el objeto físico.

El niño, como Bell reconocía, no posee esta habilidad, sino que debe adquirirla. La larga marcha hacia la agilidad física y mental empieza cuando todavía yace echado en la cuna, posición en la que permanecerá mientras los músculos del cuello no sean capaces de sostener su cabeza. Entretanto, sus ojos escudriñan y estudian. Los bebés de dos semanas pueden tocar objetos colocados frente a ellos. Más tarde, cuando los músculos del cuello ya son capaces de sostener la cabeza en posición vertical, la acción de agarrar un objeto se perfecciona rápidamente. Hay un pequeño detalle que puede parecer meramente técnico, pero que no lo es: es cierto que la mano trabaja bajo la tutela del ojo, pero no podrá hacerlo hasta que la cabeza se convierta en una plataforma para el sistema visual. Un experimento muy interesante demostró que, si se mantiene la cabeza en posición vertical respecto del cuerpo, un bebé de cinco a ocho semanas puede alcanzar un objeto con la misma precisión que uno de *veinte* semanas. Tal como dice el psicólogo francés Marc Jeannerod: «Esta observación destaca el papel de la posición de la cabeza en la construcción de un sistema de referencia eficaz para dirigir los movimientos en el espacio extrapersonal».[9] Naturalmente, este sistema conduce también a la estabilización perceptual del mundo visual.

El acoplamiento entre mano y ojo es una tarea de aprendizaje enormemente compleja, con la que el niño debe comprometerse seriamente incluso antes de poder estar en el suelo curioseando. Antes de que sea capaz de mantenerse de pie y andar, su cerebro debe desarrollar e integrar un sistema de referencia multisensorial para seguir los movimientos de las extremidades, lo cual constituirá la base de posteriores progresos (el sistema nervioso debe conocer en todo momento dónde está cada mano en relación a la línea media, su punto de arranque en el hombro, la otra mano, el pie, la boca y los ojos). Inevitablemente, este proceso ayudará a establecer un sistema de coordenadas para los objetos externos localizados en el espacio tridimensional. ¿Dónde está la mano respecto del pecho de la madre, un sonajero, un agarradero o la oreja de un muñeco? Incrementar la gama de exploraciones permite calibrar el movimiento corporal en el espacio; y mientras todo esto ocurre, la mano, en el extremo del brazo, aprende, empezando por capturar objetos de interés y llevarlos a posiciones más cercanas al cuerpo.

Antes de que los dedos empiecen a trabajar independientemente tienen que darse dos eventos, importantísimos aunque aparentemente independientes, en el desarrollo neuromuscular: el brazo tiene que haber

aprendido a moverse hacia un objetivo bajo la guía del ojo, y la mano debe conseguir orientarse y adoptar la configuración correcta para agarrarlo. La primera de estas etapas se completa normalmente antes de los cinco meses, y la segunda antes de los diez. Después, la mano ya está preparada para la exploración física.[10]

Lo cierto es que es inútil que el niño se levante del suelo antes de que el cerebro esté preparado para afrontar la explosión de información visuoespacial que se derivará de tal experiencia. Será entonces cuando su cerebro móvil descubrirá, a través de la experiencia directa, las consecuencias de su propia e incesante resituación en el espacio, de la desestabilización de sus referencias horizontales y verticales, y del movimiento independiente de objetos que tienen trayectorias *propias* que cambian a su antojo. Una vez estabilizado el cerebro, en el estado físico del cuerpo se producen cambios inmediatos y continuos, y también en las relaciones entre el cuerpo y el mundo. Todo esto, sin embargo, debe «recomputarse» muchas veces por segundo.*

Aprender a atrapar una pelota que llega a la mano exige un año de preparación y constituye todo un hito en el desarrollo neurológico. Tener precisión en el agarre, aprender a moverse hacia pelotas cada vez más pequeñas y veloces, y atraparlas (es decir, aprender a anticiparse al movimiento, a trazar y ejecutar estrategias de interceptación) requiere años de ensayo y error. No debe sorprendernos, por lo tanto, que el niño necesite cierto tiempo para que la *idea* de hacer malabarismos adquiera algún sentido para él. La *ejecución* de juegos malabares necesita mucho más tiempo: buena parte de la vida del malabarista si éste quiere llegar a la perfección.

Hace algunos años conocí a un malabarista muy dotado y buen divulgador de su oficio. Serge Percelly, un belga cuya inusual especialidad son los malabarismos con raquetas de tenis, actuó durante la temporada 1993-1994 del Big Apple Circus, en Nueva York.[11] Su vocación le venía de familia. El padre era payaso, y la madre, una funambulista, representaba la quinta generación de una estirpe de artistas circenses. Serge creció en Ginebra, Suiza, donde vivió con sus abuelos hasta los catorce años. Sólo veía a sus padres durante unas pocas semanas al año, cuando el circo actuaba en aquella ciudad. Recuerda que, ya adolescente, ayudaba en las tareas circenses y se dejó cautivar por aquella atmósfera.

* A medida que el cuerpo va madurando y empieza a moverse más rápido y de manera más compleja e improvisada, cada vez es más importante para el cerebro «defender» la constancia perceptual del mundo visual. Así, si nos fijamos en cómo corre un guepardo veremos que, a pesar del violento movimiento de su cuerpo, su cabeza se mantiene tan firme como el Peñón de Gibraltar.

Aunque sólo transportara sillas o ayudara a preparar una pista, para él aquel lugar era mágico. Cuando sus padres viajaban, pensaba en ellos constantemente. Soñar con el circo era una manera de soñar con los padres cuya compañía anhelaba:

> «Los momentos más tristes de mi vida eran también aquellos en que el circo venía a Ginebra. El circo se instalaba sobre la hierba, y después de irse todavía podía verse *todo:* el lugar que ocupaban las caravanas, porque la hierba era más amarillenta, la pista, el serrín, todo... Al día siguiente, cuando el circo se había ido, al volver de la escuela me sentaba justo donde había estado nuestra caravana. Acostumbraba a hacerlo, y entonces, en mi mente, el circo entero todavía estaba allí. ¡Podía verlo todo! Pasaba en aquel lugar horas y horas, sentado en la hierba, mirando a mi alrededor y preguntándome qué debían estar haciendo...».

A los catorce años, sus padres le permitieron por primera vez acompañarles en una gira. Fue entonces cuando empezaron los juegos malabares. Ocurrió después de ver una actuación (algo así como el deseo inmediato de Bachleitner de convertirse en marionetista).

> «Vi actuar a uno de aquellos malabaristas y quedé fascinado, *atónito.* Enseguida supe que aquello era lo que yo quería hacer. Hice algo más que observar: quedé hipnotizado. Estaba fuera de mí. Ignoraba si tenía talento, pero después de ver a aquel hombre, incluso antes de hacer prueba alguna, supe que aquello era lo mío; y lo supe sin saber si *podría* hacerlo. Ni siquiera esperé a comprar pelotas: empecé con piedras. Desde aquel día quedé atrapado. Hasta ahora...».

Percelly recuerda que empezó a hacer juegos malabares con la ventaja de una destreza atlética adquirida después de dos años de jugar a tenis, y de lo que él piensa que es una manera inusual de mirar el movimiento de una pelota. Explica que sus monitores le dijeron que, además de buenos movimientos, tenía «buen ojo para el tenis».

> «La mayoría de jugadores de tenis miran la pelota hasta golpearla con la raqueta, pero yo nunca lo hice. Podía ver la trayectoria de la pelota sin fijar los ojos en ella. En los juegos malabares hay que hacer lo mismo. Hay que fijar un punto en algún lugar, desde donde uno pueda ver un poco de todo. Pero esto sólo se consigue con la práctica. Cuando se hace un lanzamiento, siempre se sabe si

es bueno o malo, como también se sabe si se podrá recoger o no».*

Fue su padre quien sugirió a Serge que trasladara sus raquetas de la pista de tenis a la del circo, sobre todo porque el público quiere novedades. Percelly recuerda claramente el arduo aprendizaje:

«Lo recuerdo como si fuera hoy. Ensayos, una pasada, otra pasada... Sale bien. Se prueba otra vez. Bien. Nuevamente. Sale mejor, y así una y otra vez. Pero al día siguiente ¡no sale nada! Habías practicado todo el día anterior, y lo habías hecho diez, veinte veces; y esto sucede una y otra vez hasta que, poco a poco, todo empieza a salir mejor. El trabajo se hace menos intenso y el promedio va mejorando lentamente».

Esta opinión es compartida por Howard Austin, un ingeniero del MIT que analizó los juegos malabares en su tesis doctoral:

«La observación más llamativa es la naturaleza discreta de todo el proceso. No es sorprendente ver que el aprendizaje tiene lugar a lo largo de (o entre) una serie de pruebas distintas. Esto era esperable, ya que el plan básico es seguir hasta que se produzca un fallo, y empezar de nuevo. Lo inesperado y sorprendente es que entre ensayo y ensayo se observan con frecuencia variaciones de hasta el 1000 por ciento... Aun adoptando el criterio más razonable de comparar cada ensayo con el mejor ensayo anterior, es muy corriente observar variaciones del 400 por ciento. Por ejemplo, en el ensayo 28 John encadenó 11 movimientos, cuando su mejor marca anterior era de 3... Casi todos los sujetos han tenido algún avance que ha doblado o triplicado su mejor logro anterior...

»Estos progresos, gratísimos cuando se producen, constituyen un auténtico rompecabezas, pues contradicen una larga serie de experimentos psicológicos que sirven de base a la teoría de que el aprendizaje es un proceso gradual y continuo. Los datos presentes se apartan mucho de esta idea, pues si bien parece cierto que el progreso gene-

* La estrategia de Serge parece desafiar el postulado de Sherrington de que la fijación visual no es electiva. Sin embargo, respalda un resultado sorprendente de un estudio del MIT (véase Austin, 1976, págs. 144-148, y comentarios posteriores en este mismo capítulo) según el cual es posible hacer malabarismos cuando se divisa apenas *una pulgada* de la parte superior de las trayectorias de las pelotas (lo que equivale a ¡menos de 1/20 de segundo de tiempo de visión!).

ral es gradual, este progreso adopta la forma de episodios de inesperado acierto intercalados con fracasos estrepitosos».[12]

Seguramente, este modo de aprender es bastante corriente: cada vez que se aprende una actividad nueva o se introducen modificaciones en alguna ya aprendida, *habrá* días buenos y días malos, con un rendimiento que tendrá fluctuaciones marcadas e imprevistas. Parece ser que ésta es la manera natural de progresar de las habilidades motoras.*

Detengámonos ahora un momento y hagamos balance. Hemos visto que durante el primer año de vida de un niño pasan muchas cosas que le preparan para desenvolverse entre objetos de su entorno que se mueven a su vez de manera independiente. El primer hito, esencial, en este desarrollo es la creación de una plataforma estable para el sistema visual (la cabeza sostenida por el cuello) tal que los ojos puedan guiar fiablemente los movimientos de las extremidades superiores. Para que un niño llegue a ser un buen cazador (o jugador de béisbol, o patinador, o tenista) su cerebro debe saber manejar una ecuación física elemental (distancia = velocidad × tiempo) necesaria para resolver problemas de «movimiento relativo».** Es precisamente sobre la base de las experiencias infantiles más precoces en física práctica (observar, situar con la mano y el ojo, e interceptar objetos en movimiento) que el sistema nervioso construye su propio acervo de soluciones a los problemas de cálculo que plantea el movimiento coordinado.

La enorme importancia de este acervo se manifiesta en el hecho de que la atracción instintiva del niño por el movimiento, además del impulso de alcanzar y asir objetos, es uno de los indicadores más precoces de la madurez del sistema nervioso humano. Sin que se le obligue ni ins-

* Esto puede explicar también la aversión de muchos maestros y estudiantes por el análisis de los éxitos *y* los fallos, por no hablar de la profusión de las actitudes supersticiosas relativas al estudio. Una actriz me dijo una vez: «Haces algo muy bien, intentas superarte y lo estropeas. Entonces crees que no *deberías pensar* en lo conseguido. Analizar el éxito suele conducir al fracaso».

** Un buen ejemplo de problema de movimiento relativo podría ser una situación muy corriente en la navegación marítima. Estamos navegando de noche y adivinamos una luz a 20 grados a estribor. Nuestro radar nos dice que hay un objeto (probablemente otra embarcación) en el sitio de la luz, a una distancia de 10 millas. Quince minutos después, la luz sigue a 20 grados a estribor, pero ahora el radar nos dice que se encuentra sólo a 8 millas. Con independencia de las velocidades y rumbos de ambas embarcaciones, nuestro movimiento *relativo* es rectilíneo, y la otra embarcación viene hacia la nuestra con una velocidad de 8 nudos. Si uno de nosotros no cambia de rumbo o frena, tendremos dificultades dentro de una hora. Exactamente el mismo problema, con diferentes cifras, tiene que resolver un jugador de béisbol situado en un extremo del campo que debe atrapar una pelota al vuelo; sólo que, en este caso, se trata de *asegurar* la colisión (entre el guante y la pelota).

truya al respecto, el niño jugará a este juego y ensayará estos movimientos sin cesar, ya que ello le preparará para retos cada vez más difíciles. Estos juegos los crea el sistema nervioso para, de manera autodidacta, ir adquiriendo un sentido concreto y experiencial de la física.

Una de las consecuencias fisiológicas más importantes de estas lecciones corporales de física es el establecimiento de un sistema de referencia temporal interno, un reloj biológico, y los juegos malabares ponen de manifiesto la importancia de disponer de un reloj interno de precisión. El malabarista lanza un objeto pesado que se elevará y caerá a cierta distancia, y debe temporizar las acciones necesarias para atraparlo en el momento justo. Sin embargo, este hecho aparentemente trivial conduce a un hallazgo bastante sorprendente expuesto en el estudio del MIT: la precisión del movimiento depende de cuándo se ejecuta. Como observa Austin, «la temporización parece ser tan crítica que incluso lo que parece ser un error espacial (el objeto sale lanzado en una dirección equivocada) suele deberse a una demora o adelanto de la suelta». Esto significa que para conseguir la necesaria precisión en los lanzamientos es indispensable que el reloj interno del lanzador, que controla la temporización de la actividad muscular, esté perfectamente calibrado. Ahora sabemos que la torpeza infantil se debe a que el reloj interno no está operativo y calibrado hasta que la cabeza está bajo control. Una vez conseguido esto, el calibrado se consigue gracias al movimiento activo, que incluye, naturalmente, los juegos «de atrapar» a los que el niño es tan aficionado.

Percelly y Austin también están de acuerdo en que la simple repetición mejora algunos aspectos de la ejecución. Pero la ejecución experta exige mucho más. El desarrollo de una actividad de alto nivel requiere ensayos inteligentes, repeticiones según un plan bien diseñado. Como observa Austin,

> «*Explicar* simplemente las ideas a alguien *no* es suficiente. No basta una información fidedigna: una comprensión real necesita mucha práctica. Aún diría más: una clase especial de práctica. Y esto debe considerarse beneficioso si tenemos en cuenta que, ahora mismo, muchas personas practican intensivamente habilidades motoras sin conseguir resultados notorios».[13]

Percelly aprendió por la vía dura:

> «Para mí, lo más difícil fue que no tenía a nadie que me enseñara, lo que hacía que a veces tuviera problemas para mejorar técnicamente. Algunos números son complicados. Puedes observar a un malaba-

rista tanto como quieras, pero nunca acabas de comprender su juego. Por eso a veces me quedaba bloqueado, atrapado en un estado del que no podía salir».

En su estudio, Austin trata el tema del aprendizaje formal comparándolo con un modelo de inteligencia artificial, y llega a esta conclusión:

«La técnica más potente para introducir cambios en programas globales consiste en llamar a un especialista que pueda asesorarnos sobre el problema que tenemos entre manos. El experto puede ser un profesor particular, un instructor o cualquier otro medio externo (al aprendiz) o bien un programa interno... La posibilidad de encontrar, o de darse a uno mismo, un buen consejo se convierte entonces en una parte fundamental del proceso programador del movimiento y, por ende, de la capacidad atlética. Es importante observar que, en la presente teoría, el asesoramiento técnico, los modelos de las diferentes capacidades y demás características de un PROGRAMA DE EDICIÓN DE ALTO NIVEL tienen un papel principal en la construcción de nuevos programas motores. *Por su propia naturaleza, estas actividades son intelectuales, por lo que puede afirmarse que lo que llamamos habilidad física es, en gran medida, una actividad mental*».[14] (La cursiva es mía.)

En otras palabras, los maestros disponen de una información esencial sobre el mejor modo de establecer la secuencia de los elementos que deben dominarse para que la habilidad se desarrolle sin interrupciones. Ellos nos guiarán a través del laberinto y nos ahorrarán la repetición interminable de errores predecibles.[15]

Ahora bien, ¿qué puede decirse de la práctica destinada a conservar una habilidad ya adquirida? Todos sabemos que la perfección suele tener un alto coste de mantenimiento. La impresión que da la descripción de Percelly sobre su propia experiencia es que el cuerpo, al igual que un buen violín, debe mantenerse bien afinado, que el reloj corporal debe recalibrarse y que los músculos (y los ojos) deben estar en perfecta sintonía antes de cualquier actuación:

«Es sorprendente comprobar que, después de tantos años, todavía algo puede salir mal. A veces, incluso apenas una hora antes del espectáculo, puedo llegar a sentirme incapaz de pasar del calentamiento. Parece como si física y mentalmente me fuera *imposible* hacer más. Otras veces pienso que, simplemente, no voy a poder ha-

cerlo. Pero sigo con el calentamiento, despacio, luego más deprisa, más deprisa, hasta que alcanzo mi nivel normal. Finalmente, puedo hacerlo.

»Detrás del telón realizo todos mis números como calentamiento. Algunos días necesito repetirlos dos o tres veces. Me concentro y veo que salen bien. Otros días los he repetido diez o veinte veces y *todavía* no me parecen perfectos. Hace un año, hubo una semana en la que los números con los pies no salían bien. No es que me cayera, pero todo estaba *confuso*, y siempre necesitaba un poco de suerte para salir airoso. Podía salir bien o rematadamente mal. Había perdido totalmente el control.

»A veces incluso ocurría que, *después* de un espectáculo en el que todo había salido a la perfección, tomaba cinco raquetas y no podía repetirlo. Quizá fueran los músculos, o la tensión, lo que me jugaba una mala pasada. Las raquetas iban por donde querían y no podía controlar nada. También los ojos deben estar siempre practicando. Cuando no me entreno durante uno o dos días, no tengo problemas con el cuerpo, mis brazos siguen perfectamente, pero mis ojos tienen que volver a acostumbrarse a verlo todo. El ojo es muy, muy importante».

¿Cuál puede ser la explicación de esta supuesta necesidad de «entrenar» los ojos para mantener la actividad malabar? Al hablar de la coordinación precoz mano-ojo he omitido el tema del mantenimiento de la fijación visual cuando la cabeza se mueve. Austin cita el trabajo de Emilio Bizzi (también del MIT), quien sostiene que el movimiento ocular compensa el movimiento de la cabeza mediante un sistema de realimentación en el que el oído medio actúa como un giroscopio.[16] Hay que suponer, pues, que este sistema está tan finamente sintonizado que necesita frecuentes reajustes.

Pero también son posibles otras explicaciones. Un campo de investigación especialmente activo en la actualidad es el de la especialización funcional de las células cerebrales y las conexiones asociadas al control visual del movimiento. Por ejemplo, algunas neuronas responden solamente a la luz que viene de cierta dirección o se desplaza a cierta velocidad. Es decir, el cerebro y el ojo pueden responder a, o seguir, objetos en movimiento rápido sin «fijarse» realmente en ellos. Esto es lo que hace Percelly, según él mismo afirma. Otras células, las llamadas bimodales, constituyen un enlace fundamental para la coordinación de los movimientos del ojo y el brazo. Como subraya Marc Jeannerod, «estos movimientos requieren mecanismos que codifiquen la posición del objetivo

en la retina, la posición ojo/cabeza, la posición cabeza/cuerpo, la posición brazo/cuerpo y la posición del brazo en relación al objetivo».[17]

En su nuevo libro, *The Cognitive Neuroscience of Action*, Jeannerod explora un concepto fundamental que ahora interesa mucho a los neurocientíficos. La nueva conceptualización, que empezó a configurarse a finales de los años sesenta, describe la visión humana como un sentido dominado por procesos que tuvieron su origen en la separación de las funciones visuales en funciones de orientación y funciones de identificación. La mayoría de animales utiliza la visión para detectar movimientos (que suelen significar la aproximación de una amenaza o de comida) y para guiar el sistema motor de manera bien orientada. Este sistema de orientación, que es muy antiguo, se conoce como sistema visual *dorsal*. Su principal misión es procesar los datos visuales para crear lo que podríamos llamar formas de movimiento (y que Jeannerod llama «formas dinámicas en relación al movimiento»). En los grandes monos, y en los seres humanos, este sistema es fundamental tanto para la simple identificación y seguimiento de un objetivo como para guiar la preformación de la mano con objeto de que ejecute una tarea anticipada nada más entrar en contacto con un objeto. Este nuevo modelo de sistema dorsal «ya no se basaba en modalidades de codificación visual del movimiento, sino más bien en modos de representación del *objetivo* del movimiento».

Aunque las distinciones funcionales entre los sistemas visuales humanos dorsal y ventral no están bien definidas, las conexiones del sistema ventral son tales que él solo podría permitir la explotación de la nueva capacidad de agarre que proporcionó la introducción de la oposición ulnar en la mano homínida. En el sistema ventral, la información sobre el color de los objetos y otras características superficiales tiene acceso a las áreas lingüísticas de los lóbulos temporales, lo que Jeannerod ha denominado «sistema de proceso semántico», un canal de información relacionado con la «manipulación, identificación o transformación de objetos».[18]

Es decir, el sistema ventral puede asistir en la integración a alto nivel de la visión con las acciones motoras dependientes del reconocimiento (o «clasificación») de propiedades distintivas de objetos o, también, en la anticipación de movimientos precisos de la mano y los dedos relacionados con la ejecución de tareas complejas en el aspecto cognitivo. El interés de esta idea es que sugiere la aparición de especializaciones en las principales subdivisiones de la visión, relacionadas con un repertorio ampliado de habilidades manuales. Se sabe que el sistema dorsal interviene en la fase de aproximación de los movimientos orientados a objetivos, y que también puede actuar como canal de información en la ejecu-

ción de tareas manuales habituales. Por lo tanto, el sistema ventral podría ser el canal de elección para la información visual y sensomotora relacionada con el uso de objetos no habituales o de los que se desea conocer más o establecer una categorización más exacta. La información que circula por este canal, que conecta el córtex occipital con el temporal, tiene acceso a toda la maquinaria cerebral cognitiva y generadora del comportamiento, sobre la cual, por lo tanto, podría influir.*

La primera auténtica oportunidad de Percelly en el mundo del espectáculo le llegó a los dieciocho años. Actuó entonces en el Festival del Circo de Monte Carlo, un importante certamen anual que pretende descubrir nuevos talentos. No ganó ningún premio, pero su actuación no pasó inadvertida y le valió algunas ofertas de trabajo. Pero como no había sido premiado, tuvo que actuar durante algún tiempo en locales de poca monta. Aquellas actuaciones le sirvieron para ponerse a prueba y ensayar nuevos números, y aunque a veces le asaltaba el sentimiento de estar viviendo en la «pobreza», ahora está convencido de que en aquella época aprendió a ser un artista y no sólo un malabarista. Parte de esta lección consistió en descubrir qué números entusiasmaban al público y cuáles le dejaban indiferente.

> «Recuerdo haber ensayado con seis raquetas. Trabajé en ello durante mucho tiempo. Tenía más ampollas en las manos que ahora, y tardé dos años en empezar a hacerlo bien. Me parecía un buen número, pero no me decidía a introducirlo en mi espectáculo. Por entonces estaba trabajando en Alemania, en Düsseldorf, y una noche con mucho público me dije: "Hoy podría hacer el número de las seis raquetas". Me sentía bien y pensé: "¡Les va a entusiasmar!". Pero no fue así. La proeza les dejó indiferentes. Probé unas cuantas veces más y *siempre* la misma indiferencia. No importaba lo bien que me saliera. La gente no reaccionaba. Así que me dije: "Mejor olvidarlo".

* Hay que tener presente que las técnicas de estudio del control neurológico de los movimientos de la mano son muy diferentes según se trate de seres humanos o de primates no humanos. Esto hace imposible la comparación directa. (Para más información, véase Jeannerod 1997, especialmente los capítulos 3 y 5.) Un método innovador para estudiar la actividad cerebral relativa al movimiento de la mano, la tomografía por emisión de positrones, evidencia la gran demanda de cálculo que impone el control de cada dedo. Scott Grafton, John Mazziotta, Roger Woods y Michael Phelps, de la Escuela de Medicina de UCLA, han demostrado que la «simple» tarea de seguir con un dedo un punto móvil en la pantalla de un ordenador activa amplias zonas de la corteza sensomotora y del cerebelo anterior. El patrón de activación incluso aumentaba en una parte adicional de la corteza motora cuando a los sujetos se les daba tiempo de preparar los movimientos. (Véase «Human Functional Anatomy of Visually Guided Finger Movements», *Brain* 115 (1992), págs. 565-587.)

»Éste es el tipo de cosas que nadie puede explicarte. Tienes que aprender a ser un artista actuando ante el público. Cuando eres joven puedes ser muy bueno, pero no por ello eres un artista. Yo podría haber hecho esto mismo hace diez años, pero nunca hubiera disfrutado tanto en mis actuaciones como lo hago ahora. Sé que el público está deseando ver *algo*, pero ante todo desea ver a *alguien* que se está divirtiendo en el escenario».

Otro punto de acuerdo notable y bastante sorprendente entre Austin, el teórico, y Percelly, el pragmático, tiene que ver con los errores. Percelly, al hablar de su carrera, dice así:

«También yo cometí innumerables errores, pero cuando finalmente aprendes alguna lección de ellos, el aprendizaje es el *doble* de bueno que el que se hace sin errores. Si no se cometen antes, se cometerán más tarde. Al principio fue muy duro, pero he aprendido mucho de mis errores».

Intuitivamente, cabe suponer que ejercitar el lanzamiento de las pelotas siempre a la misma altura incrementa la precisión del movimiento y que eso es deseable. Sin embargo, esto puede convertirse en un gran inconveniente, porque este tipo de entrenamiento obstaculiza seriamente el progreso del malabarista. Una rutina inflexible basada en la expectativa de una larga secuencia de lanzamientos perfectos sería extremadamente vulnerable a cualquier desviación en el comportamiento del objeto lanzado. El problema, según Austin, es que «si se produce una mínima desviación en la altura de un lanzamiento, el desajuste entre la posición esperada y la real rompe el esquema, lo que suele provocar el fallo. Como «medicina preventiva», Austin sugiere que el aprendiz practique con una amplia gama de alturas y que las entremezcle en los ensayos. También afirma que «es realmente sorprendente, incluso para un informático teórico, que el dominio del malabarismo se base en parte en el desarrollo de mecanismos compensadores de errores mejores y más sofisticados».[19]

En otras palabras: hacerlo mejor significa aumentar el repertorio de recursos y emplearlos cuando algo va mal. Percelly lo confirma de manera sincera y filosófica:

«¡Por supuesto! De esta manera aprendes a considerar los errores como otra parte de lo que estás haciendo. Nunca cometes los errores en el mismo punto. Aun cuando falles en el mismo "truco", siempre será en un momento distinto. Siempre. A lo largo de todos estos

años de práctica, nunca fallé exactamente en el mismo momento. Nunca. Las situaciones siempre son diferentes y, por lo tanto, estás obligado a tratarlas de manera diferente; y debes afrontarlas porque son una parte importante del malabarismo, y porque se falla mucho más de lo que se piensa».

Percelly deja muy claro que lo más básico de la habilidad motora (dominio del lanzamiento e intercambio de objetos) es también la parte más fácil. Aprender lo que necesitaba saber a este nivel le llevó sólo una media hora. Pero luego tuvo que transcurrir toda una década (o, con las pausas para comer, dormir y descansar, 40.000 incrementos adicionales de media hora) de trabajo duro, reflexión, adiciones, sustracciones, triunfos y decepciones antes de tener la seguridad de que lo que estaba haciendo no sólo era técnicamente bueno, sino que además era *fascinante*. Sólo entonces pudo decir: «Todo está bien. Todo es perfecto. Me gusta».

Percelly me explicó cómo nació su interés por los juegos malabares, cómo se convirtió en autodidacta, cómo le sirvió su experiencia para prepararse para el mundo real, y cómo continúa manteniendo su gran destreza. La última pregunta que le hice se refería a su inventiva como artista: ¿De dónde surge la idea de un número y cómo se traduce en una actuación?

«En realidad, nadie *inventa* los juegos malabares, porque su dominio se consigue casi siempre a base de práctica. Pero, a medida que se van repitiendo, van surgiendo pequeñas ideas. Cuando se practica siete horas al día, como acostumbro a hacer yo, se llega a cierto estado mental en el que haces lo que te pasa por la cabeza. Lo vas probando todo. No te cuestionas a dónde te llevará el experimento: sólo vas *probando*.

»Pero lo que de verdad me gusta no es un "truco" determinado: es todo el conjunto. En realidad no puedes ver el cambio, pero año tras año puedes percibir hasta dónde han llegado los éxitos. Y esto puede ocurrir no porque en tus actuaciones introduzcas algo realmente difícil, sino porque introduces lo más adecuado para hacerlo todo más interesante, no sólo para mí, sino también para el público. Lo que intento es que mis actuaciones sean las que a mí me gustaría *ver*».

Los juegos malabares, con la inestimable ayuda de Serge Percelly, Howard Austin y Marc Jeannerod, nos han conducido directamente a las fronteras de la investigación en neurociencias: y nos sitúan también ante

el tema del aprendizaje humano, un tema profundamente imbricado en la teoría y la práctica educativas, aunque casi nunca ha sido objeto de examen crítico, lo que nos hace cuestionar la premisa de que la inteligencia es un fenómeno puramente mental, y que la mente puede educarse sin la participación del cuerpo. Aprender a hacer malabarismos, tal como lo describe Percelly, constituye todo un reto, extremadamente interesante, a la dicotomía mente-cuerpo.

6
La prensión del pasado

> Instintivamente, el padre aporta la reciedad, la severidad que endurece en el niño los centros de resistencia e independencia ya desde los primeros días. Para el pequeño, suele ser la presencia iracunda y severa del padre, la vibración de su voz, lo que despierta la actividad friccional e independiente del gran ganglio voluntario, y da el primer impulso a la independencia que más tarde será un estilo de vida.
>
> D.H. Lawrence[1]

David Hall es un pastor protestante que en la actualidad vive cerca de Mount Shasta, en el norte de California. También es carpintero, cazador y un honorable e incólume escalador retirado. En realidad, David fue el primer escalador de verdad que conocí, y esta experiencia propició nuestra primera entrevista. Lo que a mí me interesaba era que me contara cosas sobre sus manos, porque, con el conocimiento biomecánico acumulado tras una década de tratar con músicos, quería saber cómo se adapta el diseño de la mano a tareas tan dispares como escalar y tocar el piano.

Pensemos en los pianistas: la posición óptima de la mano en el teclado es la de una curva suave, tal como puede apreciarse cuando el brazo cuelga relajado. Pulsar las teclas es una tarea que, idealmente, se realiza partiendo de un fulcro en la articulación de los nudillos, mientras que la flexión en las dos articulaciones de los dedos debe ser mínima. Para el pianista, el desarrollo de lo que llamamos *pulsación* es una cuestión de importancia capital: su carrera como músico puede ascender o fracasar según su habilidad para extraer matices de las teclas, los martillos y las cuerdas. Para un pianista, la pulsación —el genio de los dedos— puede ser una cuestión de vida o muerte.

Para un escalador, la vida y la muerte también dependen de sus dedos, pero por un motivo y de una manera absolutamente diferentes. El requisito en este caso es la *prensión*, es decir, la capacidad de mantener la flexión de las articulaciones de los dedos en contra de la tracción ejercida por todo el peso del cuerpo. La fuerza mínima que se necesita para hacer sonar una nota de piano no pasa de 90 gramos, mientras que la presión en las yemas de los tres dedos con los que se apoya un escalador puede superar los 6 kilogramos por centímetro cuadrado. En un pasaje musical rápido, los dedos pueden tocar las teclas a casi 20 pulsaciones

por segundo, mientras que es de suponer que la presión de 6 kg/cm^2 tiene que poder mantenerse hasta 40 segundos antes de que las sensaciones alarmantes en la mano y el brazo empiecen a reclamar la atención del escalador, apartándolo de la contemplación de la belleza del cañón que se extiende bajo sus pies. Así pues, el tiempo y la fuerza en estas tareas tan dispares representan los límites de una escala de prestaciones que abarca casi tres órdenes de magnitud. ¿Cómo puede una misma extremidad superior tener un rango de prestaciones tan amplio?

Escalar y tocar el piano son actividades ejecutadas por un dispositivo físico que, al menos sobre el papel, es el mismo. En la práctica, sin embargo, los efectos combinados de una variación anatómica innata y diferentes regímenes de entrenamiento hacen que los grandes pianistas y los grandes escaladores tengan manos muy distintas. Para un pianista clásico de elite, tocar la guitarra supone exponer la mano a un riesgo de lesión inaceptable o, peor aún, la posibilidad de adquirir gestos que lleguen a perturbar la fina técnica que exige la ejecución pianística.

David se crió en Colfax, un pueblo pequeño al este de Washington. Sus padres tuvieron seis hijos. Todos vivían en una pequeña granja a unos 32 kilómetros del pueblo. El padre se había criado en una familia que emigró desde Tennessee en un tren de mercancías y se afincó cerca de Colfax. «Eran pioneros, gente ruda.» David siguió el mismo modelo. Ya de niño comenzó a dar muestras de sus facultades físicas.

> «Antes de que aprendiera a andar, mi hermano mayor siempre me empujaba a hacer cosas que estaban más allá de mis posibilidades. Mi madre cuenta horrorizada que, antes de que fuera capaz siquiera de ponerme de pie, solía encontrarme en sitios altos. A los ocho o nueve meses ya podía encaramarme a la cómoda. Todavía no andaba, pero me las arreglaba para meterme en el cajón de la ropa interior. Una de las cosas que era capaz de hacer y que nadie más sabía era encaramarme por una esquina de nuestro granero, que tenía una altura de varios pisos. A los siete años trepaba hasta lo más alto, a unos quince metros sobre el henil. Iba en busca de nidos de pájaros y cosas así. Mataba a sobresaltos a mis padres, pero me gustaba hacerlo y nunca pensé que fuese nada fuera de lo corriente.
>
> »Creo que mis manos eran inusualmente fuertes, quizá porque ordeñaba vacas. Entre los compañeros de escuela, yo era más bien flacucho, pero tenía unos brazos gruesos. Una vez, estando en la biblioteca con el brazo sobre la mesa, el bibliotecario me miró y dijo: "Te pareces a Popeye". Creo que mis antebrazos siempre estuvieron sobredesarrollados, aunque no hacía ningún ejercicio especial.

Figura 6.1. Dos tareas radicalmente distintas que puede ejecutar la mano humana: movimiento lento, fuerza grande; movimiento rápido, fuerza débil. En ambos casos, la tolerancia al error es muy baja. *Arriba, izquierda:* un escalador disfruta de una vista soberbia bajo sus pies. (Foto por cortesía de Tyler Stableford.) *Arriba, derecha:* la esposa del autor siente una perdurable afición por la música de Chopin.

»Supongo que era algo genético, una predisposición a tener una fuerza de brazos y manos que no se correspondía con mi tamaño. Torso flaco, piernas pequeñas, pero brazos y manos poderosos... Estoy seguro de que esto es heredado. Me parezco más a mi padre que el resto de mis hermanos. Recuerdo que, en el parque, mi padre era capaz de elevar su cuerpo agarrándose a una barra con una sola mano. Nosotros sólo podíamos hacerlo con las dos manos, y anhelábamos emularle».

El padre de David no sólo era fuerte: como los demás pioneros de su familia, era también *duro*.

«Papá jamás tomó ningún analgésico: esto hubiera sido un signo de debilidad y él no lo necesitaba. Si tenían que empastarle o sacarle algún diente, todo lo soportaba sin anestesia. Una vez se perforó una mano. El agujero tenía seis o siete milímetros. Pero se extrajo aquella cosa, se envolvió la mano con una toalla y terminó lo que estaba haciendo a pesar de aquella profunda herida. No hizo una sola mueca. Desde que tuve uso de razón fui testigo de tales situaciones extremas».[2]

La madre de David procedía de una familia muy distinta.

«Tenían más estudios. Mi abuela era maestra y había ido a la India a enseñar inglés. No se casó hasta bien entrados los treinta. Mi madre, en cambio, tenía dieciséis años cuando se casó con mi padre. Perdió su primer hijo, pero a los veinte años ya había dado a luz al cuarto, mi hermano menor. Fue un principio duro».

Aunque la diferencia de caracteres no fue importante en los primeros años de matrimonio, pronto la madre empezó a sentirse cada vez más sola e insatisfecha. Su matrimonio sufrió un duro golpe cuando el marido compró una pequeña granja en Idaho.

«Se suponía que aquello era la gran oportunidad de mi padre, pero no funcionó. Pasamos un par de inviernos muy malos, un par de grandes heladas, y acabamos perdiendo la granja. Aquello fue un gran trauma, sobre todo, creo, para la relación entre mis padres. Estábamos allí aislados, viviendo en una casa de tres habitaciones y apenas 75 metros cuadrados para toda una familia. Un invierno —creo que fue en 1968— estuvimos bloqueados por la nieve durante tres semanas seguidas. La situación era tan extrema que, finalmente, pudo con mi madre. Ella era muy habladora, todo lo contrario que mi padre. Eso lo atormentaba hasta sacarlo de sus casillas. Él no bebió en su vida, pero su mal genio no ayudó a arreglar las cosas».

La familia regresó a Colfax y los padres de David se divorciaron.

«Por entonces yo tenía doce o trece años. Los seis hermanos quedamos bajo la custodia de nuestra madre, pero mi hermano mayor, mi hermano menor y yo mismo dijimos al juez que no queríamos ir con ella. Los tres hermanos mayores regresamos a la granja. Allí estuvimos viviendo solos, tratando de restañar las heridas y recuperarnos. Fue un tiempo realmente duro, una carga muy pesada para todos. Todo lo ocurrido tenía una explicación, pero para un niño era difícil digerir aquello. Todo parecía un caos, y durante mucho tiempo estuve amargado y enojado».

Mientras estuvo en la escuela secundaria, David se mantuvo encerrado en sí mismo, y no es difícil imaginar que muy pocas personas de su entorno conocían sus sentimientos. En realidad, su adolescencia fue para él una época de continuo crecimiento, con muchos éxitos. En la granja

había sido un entusiasta constructor de casitas para perros, y un atento aprendiz de mantenedor de maquinaria, y en su primer año de instituto se dedicó a construir e instalar armarios de madera a domicilio, y a arreglar motores en un comercio de maquinaria. David fue también luchador en el instituto y en la facultad. No se consideraba tan potente como otros luchadores de su peso, pero sabía manejárselas para compensar su desventaja.

«En el instituto desarrollé la teoría de que el primer contacto con el adversario debía transmitirle un poderoso mensaje que le hiciera convencerse de que no podría derrotarme. Si mis manos comunicaban al rival que no podría dominarme, entonces ya lo habría vencido mentalmente. Aprendí a darles un toque en la cabeza con un movimiento corto y rápido hacia el protector. No *parecía* ser gran cosa, pero era suficiente para dejar al adversario fuera de sitio, además de cabrearlo.

»Otra cosa que hacía era intentar agarrarle la cabeza por el cuello (a esto le llamamos "corbata") al tiempo que hundía el codo en su esternón. ¡Bum! Lo importante era el impacto. Nada que pudiera verse, pero toda una afirmación de poder. Cuando lo agarraba del cuello tiraba tan fuerte que muchas veces chocaban nuestras cabezas. No pretendía que el golpe fuera fuerte, sino decirle: "Es mejor que me tengas miedo". Recibía mi mensaje en el oído, en medio del tórax y en medio de la cabeza, una especie de "toma, cruje y revienta". Así conseguía que mi adversario perdiera el control antes de empezar de veras.

»De haber tenido otros atributos físicos, si hubiera sido más fuerte o más rápido, todo hubiera sido distinto. Pero no tenía estos dones. Tenía manos y un buen equilibrio, además de una ventaja mental y psicológica».

Como David creció en una granja, no es extraño que tuviera un contacto continuo con los animales.

«Criaba caballos, y buena parte de mi relación con ellos se establecía a través de las manos. Tenía una pequeña yegua apalusa a la que ayudé a parir varias veces. Recuerdo todavía que la acariciaba y la iba guiando con mis manos. Cuando trabajas con un caballo, es tu mano la que ejerce el control. Los jinetes hablan de personas que tienen "manos suaves". Puedes guiar y comunicarte con un caballo si tienes manos delicadas. Con tu mano y el tacto puedes crear más

confianza que a base de azotes, gritos o cualquier otro procedimiento. La mano tiene un poder tremendo».[3]

A David le resulta hoy más fácil hablar del lado oscuro de aquella época, a cuya reconstrucción y análisis ha dedicado mucho tiempo.

«Ahora comprendo que, desde los doce años hasta los dieciséis o dieciocho, había en mí un anhelo soterrado de morir que tenía que ver con mi incapacidad de sobrellevar todo aquel dolor. Sentía (y creo que a mi padre le ocurría lo mismo a veces) que quizá resultaría más fácil acabar con aquel sufrimiento que continuar soportándolo; y la única manera en que podía hacerlo era poniéndome a mí mismo en peligro, llegar *tan lejos* que no pudiese evitar matarme. Esto me hizo imprudente, *muy* imprudente. Pero en vez de matarme, mientras me entregaba a todas las locuras imaginables, descubrí que había muy pocas cosas que no pudiera hacer, y no tardé en convencerme de que podía hacer algo.

»Cuando era estudiante de secundaria hice algunas excursiones y acampadas. Fue entonces cuando empecé a escalar, casi sin pensar. Veía una ruta y ascendía por donde nadie había pensado siquiera en hacerlo. Para mí, aquello era algo normal y fácil. No pensaba en los riesgos que corría, aunque mis amigos se sintieran aterrorizados».

En sus primeros años de facultad, David aprendió técnicas de escalada. También dedicó mucho tiempo a cazar y salir de excursión con la mochila al hombro; pero lo que más le gustaba era trabajar en campos de verano.

«Hice muchas excursiones en compañía de muchachos delincuentes. Llegué hasta la Sierra con un grupo que había estado en la cárcel. Me gustaba exponer a los jóvenes a experiencias nuevas en un entorno nuevo. Cuando reflexiono sobre todo ello (el uso de las manos, el ensayo de nuevas habilidades, la escalada y la espeleología, las acampadas, la necesidad de montar el campamento y de cocinar) tengo la seguridad de que despertaba en aquellos muchachos algo que estaba dormido en su interior. Habían sido alimentados y mimados por sus padres o la sociedad. Nunca habían lavado su propia ropa ni cocinado sus comidas; nunca habían hecho nada que les proporcionara una sensación de satisfacción. Por eso les hacíamos trabajar con sus manos hasta que se convencían de lo que podían hacer o llegar a ser».

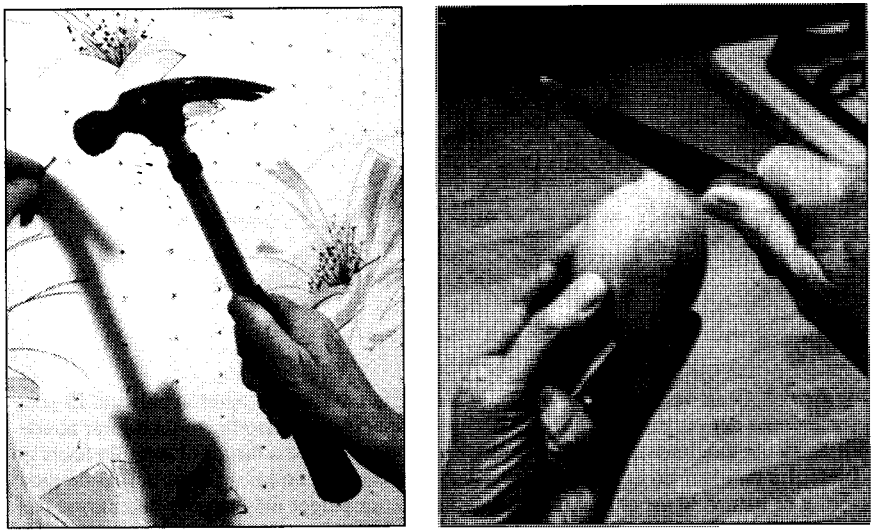


Figura 6.2. Las prensiones de fuerza y de precisión, según Napier, en aplicaciones domésticas. *Arriba, izquierda:* el martillo se sujeta con una prensión de *apretón oblicuo;* el mango se apoya contra la palma de la mano mediante los cuatro dedos más el pulgar. La sombra acentúa la ventaja especial de esta prensión: el objeto así sostenido amplía el alcance del brazo. Según observa Napier, cuando se requiere precisión en el movimiento, el pulgar tiende a situarse en *aducción* cerca del margen de la mano. *Arriba, derecha:* el limón es sostenido con una prensión de *precisión* entre el pulgar y los otros dedos. El gran flexor del pulgar, separado y potente, es esencial para unir maniobrabilidad y estabilidad en este tipo de prensión.

Para comprender mejor el desarrollo de las habilidades manuales de David, tenemos que saber algo de la capacidad de prensión del ser humano, la que le permite mantenerse agarrado a una roca. En 1956, John Napier introdujo las expresiones «prensión de fuerza» y «prensión de precisión», en un trabajo cuyo propósito era simplificar el método de evaluación clínica de la función de la mano y los efectos de sus lesiones. En primer lugar, dividió los movimientos en «prensiles» y «no prensiles». Los primeros son aquellos en que un objeto se sostiene parcial o totalmente dentro de la mano. En los segundos, el objeto es manipulado por la mano o los dedos, pero sin asirlo. Peinarse es un ejemplo de movimiento prensil; teclear o tocar el piano son movimientos no prensiles.

Centrándose en los movimientos prensiles, Napier definió la prensión de fuerza como cualquier agarre que utiliza la palma de la mano como apoyo. Los otros tipos de prensión que utilizan el pulgar en oposición a los otros dedos los denominó prensión de precisión.[4] Napier comprendió que no era la herramienta lo que establecía el tipo de prensión,

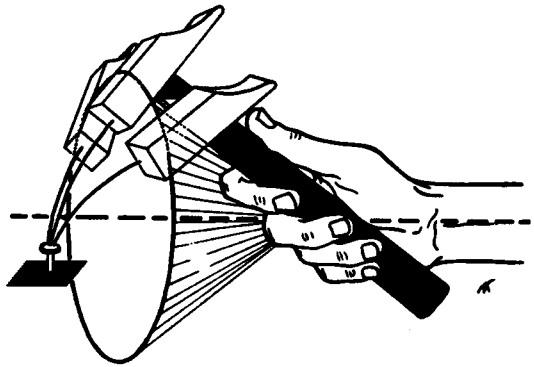


Figura 6.3. Otras ventajas (y complicaciones) de la prensión de apretón oblicuo. El posicionamiento del pulgar (véase figura 6.2) y la capacidad del antebrazo para girar alrededor de su eje longitudinal (es decir, *pronar* y *supinar)* ayuda a dirigir el martillo hacia un objeto. La facultad de hacer este movimiento evolucionó en los árboles, con la braquiación, y se completó en el suelo con la adición de un pulgar más largo y una mayor desviación ulnar. (Según Raoul Tubiana, *The Hand*, 1981, con autorización.)

sino la *tarea*. Con independencia de la forma del objeto, el uso que se pretende hacer de él define automáticamente el rango esperado de la fuerza y la amplitud (es decir, la potencia y la precisión) del movimiento. La posición de prensión no es en absoluto casual, sino el resultado de una serie muy precisa de preparativos neurológicos que deberán cumplir las exigencias biomecánicas de la tarea.[5] Por ejemplo, un golpe potente de un martillo requiere una máxima presión de los dedos, sobre todo del pulgar, que debe apretar fuertemente el mango para bloquearlo en la palma. Durante el movimiento es necesario el control sensorial del martillo, más para reducir el deslizamiento del mango que para mantener la precisión del golpe.[6]

Controlar el martillo en una prensión de fuerza es una tarea nada trivial. Tal como dice Jeannerod:

> «Alzar un objeto implica una secuencia de eventos coordinados en los que la fuerza de la prensión (el agarre del objeto) y la fuerza de carga (su elevación) varían en paralelo. La razón entre ambas fuerzas debe sobrepasar el coeficiente de deslizamiento, determinado a su vez por el coeficiente de rozamiento entre la piel y la superficie del objeto... Las contribuciones respectivas de los mecanismos anticipatorios y los ajustes reflejos a la precisión de la fuerza prensora se han estudiado en profundidad. Parece ser que los cambios adaptativos en la fuerza de prensión dependen en gran medida de las señales aferentes táctiles».[7]

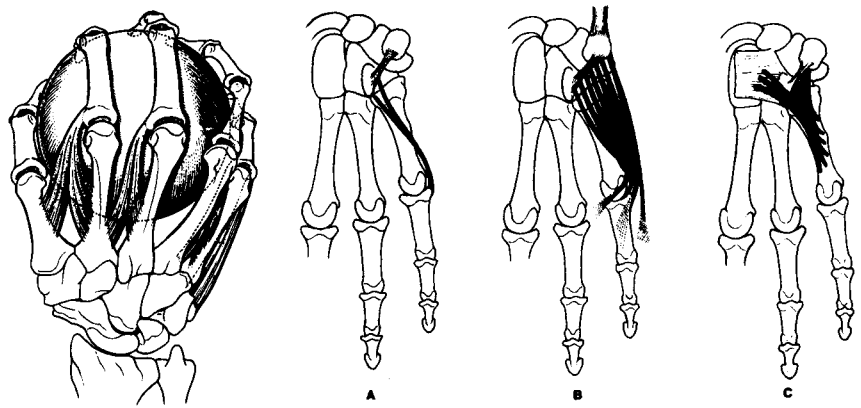


Figura 6.4. La capacidad de la mano para adaptarse a objetos grandes y esféricos se debe, en parte, a la acción de los pequeños pero poderosos músculos intrínsecos de la mano, que la ayudan a mantener su arco. *Arriba, izquierda:* vista dorsal de la mano derecha que muestra los interóseos dorsales. *Arriba, derecha:* vista palmar de la mano derecha que muestra los ulnares intrínsecos. Estos músculos son esenciales para la oposición ulnar, y actúan en la prensión oblicua.

En 1970, Charles Long y sus colegas de la Case Western Reserve University de Cleveland confeccionaron un mapa electromiográfico exhaustivo de la activación muscular de la mano y el antebrazo durante una serie de tareas de agarre, incluido el movimiento de elevación de un martillo. Prácticamente en todos los casos de prensión de fuerza, los músculos del antebrazo se activaban en combinaciones que variaban sólo ligeramente según los detalles de la tarea. En cambio, los patrones de activación de los músculos propios de la mano —los «intrínsecos»— variaban considerablemente según la tarea.[8]

Nos quedan otros hallazgos interesantes e importantes por considerar, que insinúan una precocidad insospechada en el desarrollo de la prensión precisa en los niños. Este resultado se reportó en una serie de artículos publicados entre 1991 y 1995 por H. Forssberg y sus colegas del Instituto Karolinska de Estocolmo. En el más reciente, acerca de la maduración de la capacidad de controlar la prensión relativa a la fricción (el problema de Jeannerod), se decía que la adaptación friccional empieza a desarrollarse a la edad de dos años; pero progresa lentamente, lo que queda compensado por una fuerza prensora excesiva, que proporciona un «alto margen de seguridad» (esto nos remite a la exposición sobre «representaciones» del capítulo 2).

«En los niños más pequeños, la falta de control anticipatorio en la serie impredecible puede indicar una inmadurez de la representación sensorial del rozamiento y la capacidad de memorizar la información sensomotora relativa a las propiedades friccionales de los objetos... Los niños más pequeños parecen necesitar varios levantamientos para memorizar una representación útil y relacionarla con la condición friccional, a diferencia de los adultos, que tienen bastante con uno».[9]

No podemos estar seguros de qué hacía David con sus manos antes de los dos años, pero si era capaz de *encaramarse* a la cómoda antes de saber andar se adivina que tenía una prodigiosa capacidad para aumentar el margen de seguridad de su razón prensión/carga.*

Hay una forma de prensión que no necesita ni del pulgar ni de la palma de la mano: es la llamada prensión de gancho, muy practicada por los que llevamos carteras y maletas. Ésta es la prensión corriente en la braquiación, por lo que probablemente representa una versión indiferenciada de la prensión de fuerza, antes de que se añadieran los refinamientos del pulgar y la oposición ulnar. David nos deja claro que, aunque ya no usamos este modo de ambulación, es una facultad que puede reconstruirse:

«En la escalada podemos aprovechar dos tipos de agarre para los dedos: las protuberancias y las grietas de la roca. Las protuberancias sirven también de puntos de apoyo para los pies. Estar colgado de una grieta o una protuberancia significa muchas veces tener que cargar en ella el peso del cuerpo para seguir trepando. Para practicar nos colgamos de las puertas. Recuerdo haber ido casa por casa para ver si los marcos de las puertas resistían mi peso y podía usarlas para ejercitar mis dedos».[10]

Merece la pena señalar que Serge Percelly, quien seguramente ha acumulado miles de horas de juegos malabares a lo largo de su carrera profesional, encuentra más fácil trabajar con el brazo izquierdo porque está «menos musculado». A pesar de tantas horas y años de entrenamiento, no ha observado ningún aumento de masa o fuerza muscular. Lo

* Puede que David también heredara de sus antepasados pioneros el talento narrador, pero no creo que debamos dudar de su sinceridad. Esta lección podría ser útil para los padres: cuando vuestro niño deje caer su vaso de leche, alegráos. No es que sea torpe, ¡es que está *calibrando!*

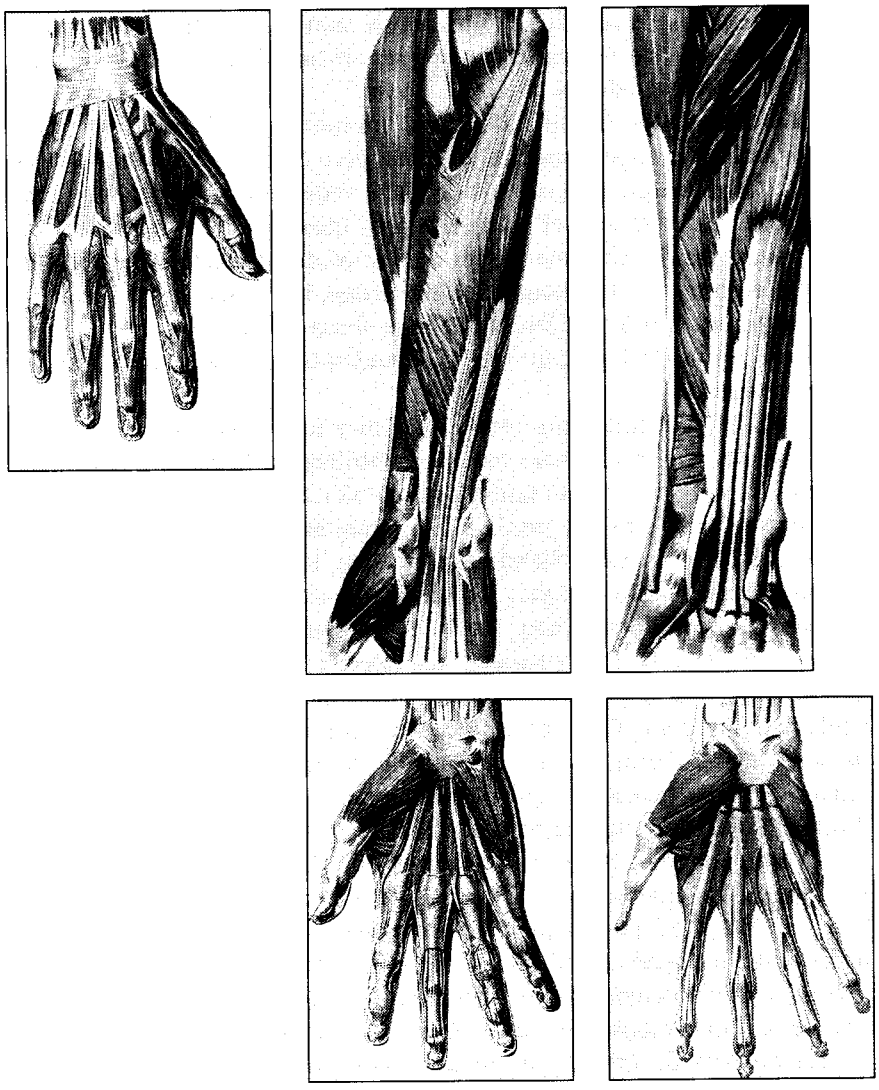


Figura 6.5. Músculos de la mano, el pulgar y el antebrazo (cara palmar). Dos capas de músculos en el lado flexor del antebrazo entran en la mano a través de un paso pequeño de la muñeca, llamado túnel carpal. *El dibujo central, arriba,* muestra los flexores digitales superficiales; los tendones, dentro de la mano, se muestran debajo *(dibujo central, abajo). El dibujo de la derecha* muestra *arriba* los flexores de la capa inferior y *abajo* los tendones correspondientes. *Izquierda:* dorso de la mano con los tendones extensores y los pequeños músculos intrínsecos (véase figura 6.4). Las funciones e interacciones de estos músculos, todos los cuales intervienen tanto en la prensión de fuerza como en la de precisión, son extremadamente complejas y su rendimiento depende en gran medida del entrenamiento. (Según Werner Spalteholz, *Hand Atlas of Human Anatomy,* 1923.)

que consigue con la práctica es una mayor suavidad y variedad de movimientos, además de la elegancia con que absorbe los lanzamientos desviados y los «reintroduce» en su ejecución.

Como escalador, David Hall afronta un reto muy diferente. No se dedica a lanzar y recoger raquetas de tenis, pero es capaz de sostener todo el peso de su cuerpo sólo con los dedos, a veces de una sola mano. Para conseguirlo ha ejercitado el antebrazo y los músculos de la mano, en este caso para ganar *fuerza*. Aunque los ejercicios de ambos hombres se centran en los brazos y las manos, los músculos, los movimientos y su desarrollo siguen caminos diferentes. Serge busca movimientos rápidos, repetitivos, cronométricamente precisos, mientras que David persigue una fuerza sostenida.

David fue educado para ignorar el dolor tanto físico como psicológico. Sin duda, el estoicismo paterno contribuyó a la ruptura del matrimonio y sumergió a toda la familia en el dolor, un dolor que David tardó años en reconocer, lo que implicó que también tardara años en reaccionar contra él y vencerlo. Siendo adolescente, la escalada tenía para David un sentido oculto que más tarde identificó como un deseo de morir. Después, convertido en pastor y educador, siguió escalando para ayudar a otros a hacerse fuertes y superar sus miedos. Un talento físico innato, que inicialmente se expresó como un juego de niños, se convirtió en la adolescencia en un sólido medio de expresión de su rabia y desamparo, para al final devenir en un catalizador de la formación juvenil. Un «mero» interés físico maduró para integrarse en procesos importantes desde el punto de vista intelectual y psicológico.

¿Y qué podemos decir de la forma en que David emplea su mano con los amigos, los adversarios o los caballos para indicar fuerza, confianza o bondad? Nadie le habló *nunca* de este medio directo de comunicación; nadie le dio lecciones de cómo aplicarlo o perfeccionarlo. Cuando lo *descubrió*, y lo hizo como observador inventivo además de inteligente, creó su diccionario personal e intransferible de semántica manual.

La historia de David suscita una cuestión de la que hablaré más tarde, y que se refiere a las estrategias sociales para educar a los niños. En la actualidad, los padres tienden a preocuparse, cuando no obsesionarse, por que los niños sigan cierta orientación deseada lo más pronto posible. Si progresar es el nuevo objetivo de la sociedad norteamericana, hacer que los propios hijos vayan por delante del resto de los niños se ha convertido en un corolario casi sagrado: los juguetes adecuados, las actividades preescolares adecuadas, tantas horas de esto, tantas horas de aquello: hay que adelantarse de algún modo a los planes de estudio de la escuela pública. En David tenemos un modelo educacional precoz, en-

raizado en las circunstancias inmediatas de la vida, rico en recompensas que se tradujeron en autoconfianza e inventiva. Creció en un lugar donde el «trabajo en la granja» constituía un proyecto abierto, vagamente estructurado para cumplir las exigencias de la vida real (con su dureza no menos real), muy ramificado, con numerosas experiencias inesperadas, con muchas oportunidades para un niño con ganas de explorar y correr tras unos centros de interés surgidos de una curiosidad innata. ¿Es un modelo pasado de moda?

Esto nos retrotrae a una cuestión ya planteada en el prólogo. Además de las expresiones corporales de sexo, talla y color, ¿determina también la herencia el desarrollo preferente de ciertos grupos de músculos importantes, de habilidades físicas concretas? ¿Es una aberración del desarrollo que David tuviera fuerza para encaramarse a una cómoda antes de saber andar? ¿O tal vez un «precableado» neuromuscular expresa el proyecto original de una habilidad motora en la forma de una preferencia por ciertas pautas motoras basadas en el potencial aumentado de ciertas sinergias de prensión y movimiento? ¿Se inclinó David por la escalada y la carpintería porque su prensión poderosa formaba parte de su paquete genético, o es que sus brazos de «Popeye» eran sólo producto del ordeño?

La historia de David, como las de Anton Bachleitner y Serge Percelly, nos recuerda la evolución de cada uno de nosotros a lo largo de nuestras vidas: el proceso misterioso a través del cual cuerpo y espíritu se unifican, sentando inexorablemente unas premisas únicas para el crecimiento y el aprendizaje personal. En nuestro camino siempre surgirán dificultades y oportunidades, de manera que cada uno de nosotros deberá perfeccionar sus malabarismos sobre la marcha. Malabarismos que mezclarán lo viejo con lo nuevo, con modelos propios del repertorio de *Homo sapiens sapiens* infundidos a través de la familia y las rutinas tribales, y sazonados con algunos «números» improvisados. Para el ser humano, el «acto» de vivir ha venido a significar la ocurrencia cierta de comportamientos nuevos, transformadores e inesperados. El anhelo de juego del niño, el perfeccionamiento de su ejecución a través de una práctica constante, el *probar todo lo que acuda a la mente*, debe hacer que invente regularmente nuevas habilidades, o nuevas combinaciones de habilidades antiguas, que entrarán a formar parte de su bagaje si demuestran ser útiles y enseñables (o transmitibles de alguna manera) a otros.

7
El pulgar de veinticuatro quilates

> La mano confiere a la extremidad superior su importancia y originalidad.
>
> Raoul Tubiana[1]

> En el movimiento del pulgar radican todas las habilidades de que es capaz la mano.
>
> John Napier[2]

¿Qué tiene de especial la mano humana que la diferencia de sus antecedentes primates? La existencia e influencia persistente de un antiguo esquema de escalador contemporáneo no es tan difícil de aceptar. Pero ¿qué decir de titiriteros y malabaristas, de cirujanos y mecánicos? ¿Cómo puede haber dado la evolución primate una lista tan caleidoscópica de ejecutantes hábiles sin que supiéramos lo que íbamos a querer o tener que hacer?

La respuesta de los evolucionistas a esta pregunta es muy clara y no admite excepciones: un proceso ininterrumpido de errores en la totalidad de nuestro programa genético común, operando a lo largo de los eones, creó para nosotros un sitio en esta vida. La adaptación por selección es el motor que transforma las mutaciones genéticas aleatorias en una estrategia de supervivencia exitosa a largo plazo cuando las condiciones medioambientales cambian.[3]

Dado el golpe de suerte que supuso para *Homo* el hecho de recibir una nueva mano y un nuevo cerebro a tono con ella, la conmoción real que puede suscitar la respuesta de los antropólogos (expuesta en el capítulo 3, «El brazo que bajamos de los árboles») es comparable a una nota a pie de página. Las características que distinguen la mano humana de la mano simiesca son casi imperceptibles y, en realidad, los anatomistas sólo las han reconocido muy recientemente. Aunque nadie discute que el *uso* de la mano humana no tiene parangón en el mundo animal, a nadie se le había ocurrido pensar que hubiera algo especial en su diseño.*

* La palabra «diseño» es todo un grito de batalla en cualquier debate serio sobre la evolución. Bell, que era un pensador predarwinista, dio a entender que la condición principal de la mano humana era el reflejo de una inteligencia externa al hombre, la cual, según sus palabras, era la «autora anónima» del diseño. Richard Dawkins argumenta contra el diseño intencionado en *El relojero ciego* (1987), y Daniel Dennet hace lo mismo en *La peligrosa idea de Darwin* (1995).

Sir Charles Bell preparó la escena para la investigación moderna de la estructura y función de la mano al afirmar que «en la mano humana podemos apreciar la consumación de la perfección instrumental».[4] Cien años después, Frederick Wood Jones insistió en que la verdadera explicación del poder y la versatilidad de la mano había que buscarla en el *cerebro:* «No es la mano lo que es perfecto, sino la totalidad del mecanismo nervioso que se encarga de evocar, coordinar y controlar sus movimientos».[5]

Jones tenía razón en cuanto al cerebro, pero se equivocaba en lo que respecta a la mano. En 1989, el anatomista O.J. Lewis dijo:

> «Los anatomistas suelen creer que la mano humana es esencialmente primitiva. Sin embargo, hay en ella un conjunto de características... finamente adaptadas a su papel especializado en la manipulación delicada... Esto quiere decir que los homínidos tuvieron que ampliar su repertorio de habilidades manuales prensoras».[6]

Ciertamente, hasta que anatomistas y antropólogos no empezaron a apreciar el papel crucial de ciertas variaciones anatómicas menores en el «repertorio de habilidades prensoras de la mano» no se percibió la importancia de los rasgos distintivos de la mano humana. Antes este tema empezaba y acababa con el pulgar, lo cual es comprensible. John Napier había dicho:

> «Sin el pulgar, la mano sería, en el peor de los casos, solamente una pala de servir, y en el mejor un fórceps cuyos terminales no encajarían bien. Sin el pulgar, y en términos evolutivos, la mano estaría 60 millones de años retrasada, en una fase en la que el pulgar, sin independencia de movimientos, sería un dedo más. Nunca se ponderará bastante la importancia que tuvo la oposición del pulgar en la segregación del linaje humano de un grupo de primates relativamente vulgar».[7]

Pero fue Napier quien primero se asomó al *pasado* del pulgar. Su trabajo, todo un hito en el estudio de la relación entre la estructura y la función de la mano primate, alertó a otros antropólogos de la importancia crucial de la prensión en el comportamiento de los primates en evolución. Su influencia se hizo patente en la precoz atención que Donald Johanson y Owen Lovejoy dispensaron al brazo de Lucy. Tal como Lovejoy observó cuando vio por primera vez aquel espécimen:

«Aunque tiene un pulgar totalmente oponible como el nuestro, los músculos basales parecen haber sido pequeños. Esto significa que la precisión del agarre entre el pulgar y los otros dedos probablemente fue excelente, pero que la fuerza de prensión era débil».[8]

En su obra de referencia sobre las prensiones de fuerza y de precisión, Napier estableció que los movimientos manipulatorios de la mano no eran arbitrarios, sino que estaban «coreografiados» de manera que solventasen de manera continua e integrada sus limitaciones biomecánicas y neurofisiológicas. Su modelo fue mucho más allá, pues demostró que, a pesar de la enorme variabilidad en cuanto a postura, fuerza, velocidad, duración y trayectoria, los *principios* básicos de control son sencillos y elegantes.

No está claro que ni Napier ni ningún otro comprendieran en su momento la enorme importancia del descubrimiento de este principio, sin duda una de las muestras más brillantes de belleza y fuerza en el moderno pensamiento biológico. El control articulado de la mano es un logro reciente de la experiencia evolutiva acumulada de la extremidad superior del primate y, también, un clarísimo ejemplo de revisión funcional a través de uno de los procesos más alambicados que uno podría esperar.

Siguiendo a Napier, la influyente obra de Mary Marzke ha orientado la investigación antropológica hacia el desentrañamiento de la mecánica de la prensión y su papel en la manipulación, el lanzamiento y el golpeteo. Empezando por el análisis de los huesos de la muñeca y de la mano de Lucy, ha establecido una evolución meticulosamente documentada de la función de la mano homínida asociada a modificaciones estructurales discretas.[9] Marzke ha concluido que Lucy era capaz de agarrar piedras pequeñas de una manera que le permitía modificarlas y emplearlas como instrumentos de corte pequeños y sencillos. Los tres modos fundamentales de prensión eran:

- Prensión tipo *yema contra lado*, con el extremo superior del pulgar presionando el lateral del dedo índice: probablemente no era una nueva forma de prensión, sino una alteración funcional basada en cambios musculares que la hicieron más poderosa. Ventaja: agarre más fuerte de piedras pequeñas y con aristas, utilizadas para el corte.
- Prensión tipo *mandril de triple mordaza*, o «de béisbol», con los dedos pulgar, índice y corazón ahuecados como para recibir una pelota de béisbol: una nueva forma de prensión posibilitada por la mayor libertad de movimientos del índice y el pulgar, con más ca-

pacidad de absorción de choque en la base del dedo corazón. Ventaja: facilidad para sostener con seguridad una piedra-martillo y golpear con ella otro objeto duro, o bien mantener firmemente en la mano una piedra antes de lanzarla.

- Prensión tipo *soporte de quíntuple mordaza*, modo antiguo de prensión con la palma de la mano y los dedos hacia arriba. Ventaja: facilidad para mantener un objeto en la palma de la mano, moviéndolo con el pulgar y el resto de los dedos.*

Los primeros cambios funcionales en la mano homínida iniciaron una transición radical de su antiguo papel (como elemento fundamental en la braquiación o la marcha sobre los nudillos) a la especialización en el manejo y uso de objetos. Marzke atribuye la acumulación de cambios progresivos que desembocarían en la mano humana moderna a una experiencia prolongada y gradualmente ampliada en la manufactura y el uso de herramientas de piedra (y la estrecha dependencia de ellas). Esta investigadora ha distinguido ocho características que diferencian la mano humana de la simiesca, que constituyen «un modelo favorable al logro de prensiones de precisión "en pinza" y manipulaciones también de precisión, las cuales, según nuestros experimentos, parecen ser esenciales para la manufactura de herramientas genuinas».[10] Entre estas nuevas características hay que citar un pulgar más largo, yemas digitales más amplias, modificaciones en los músculos basales del pulgar y un flexor largo del pulgar más fuerte e independiente, así como algunos cambios menores, pero importantes, en los huesos del metacarpo y la muñeca.

Después de analizar experimentalmente la manufactura de herramientas de piedra y su uso, Marzke dice que «los golpes fuertes y precisos hechos con una piedra sostenida por la mano exigen el control de la piedra-martillo mediante una prensión firme y precisa, a fin de asegurar tanto la retención de la piedra como los ajustes finos de su orientación mediante el pulgar y los otros dedos... El agarre seguro y la maniobrabilidad controlada de piedras por los cinco dedos y la palma son posibles gracias a un patrón de proporciones manuales único y configuraciones músculo-articulares que permiten ahuecar la mano y configurar una gran variedad de prensiones». Entre los agarres nuevos más importantes hay que citar los que involucran la palma de la mano como apoyo pasivo

* El soporte de quíntuple mordaza humano (actualmente *mandril* de quíntuple mordaza) es un avance importantísimo, porque permite mantener objetos en la mano con una capacidad de manipulación aumentada, derivada de la oposición tanto ulnar como del pulgar, lo que incrementa enormemente la facultad de manipular con precisión objetos pequeños e irregulares.

Figura 7.1. Tres modos de prensión que, según Mary Marzke, formaban parte de las capacidades manuales de *A. afarensis* (Lucy). La mano derecha de arriba agarra una piedra afilada en «yema contra lado». La mano derecha de abajo agarra una piedra-martillo en «mandril de triple mordaza» (la misma prensión que se utiliza para lanzar una piedra de tamaño similar). La mano izquierda de abajo agarra una piedra grande en «soporte de quíntuple mordaza». Obsérvese en la fotografía superior que el palo se agarra en «apretón oblicuo», imposible para la mano de Lucy. Obsérvese también la complementariedad de las funciones de ambas manos. (Según Mary Marzke, «Evolutionary Development of the Human Thumb», 1992, con autorización.)

contra el que los dedos aprietan un objeto, y las prensiones digitales que permiten manipular el objeto durante su empleo (manejo preciso con traslación y rotación). La prensión en apretón oblicuo tiene la ventaja adicional de prolongar el eje longitudinal del brazo, lo que añade potencia a las acciones de apalear o golpear.[11]

Marzke resume los efectos de estos cambios:

> «La manipulación eficaz de las herramientas de piedra prehistóricas requería una mano capaz de adaptarse a la forma de los objetos naturales y de soportar las grandes tensiones que conlleva la percusión repetida de objetos sin mango. Son estas actividades las que seguramente moldearon la mano humana a lo largo de varios millones de años. Las herramientas de hoy se fabrican para una mano que evolucionó para adaptarse a la fabricación y el uso de herramientas prehistóricas. La mayoría de las características únicas de la mano humana moderna, incluido el pulgar, pueden relacionarse con la exigencia de disponer los segmentos digitales de manera que puedan efectuarse prensiones y soportarse las tensiones asociadas a la manipulación de herramientas de piedra».[12]

Marzke ha identificado algunas modificaciones específicas en la estructura de la mano humana en relación a la simiesca, que han ampliado la lista de modos de prensión utilizados por los más lejanos antepasados bípedos del hombre. El pulgar humano es más largo en comparación con los otros cuatro dedos que el de los chimpancés, y tiene una amplia articulación de ensilladura en su base; la superficie de contacto entre los metacarpos segundo y tercero (los huesos que sostienen los dedos índice y corazón) y trapecio, trapezoide y capitatum (los tres huesos que forman la base del metacarpo del dedo índice) está ligeramente alterada. El efecto combinado de estos cambios es que el lado radial (el del pulgar) de la mano de Lucy es muy parecido al de la mano humana en cuanto a su capacidad para adaptarse a objetos de una gran variedad de formas y tamaños, asirlos con seguridad, manipularlos y martillear con ellos.[13]

Esta historia evolutiva es tan coherente y satisfactoria como arriesgada. Los riesgos emanan de su potencial para hacernos creer que los hechos condujeron de manera inexorable hacia nosotros, como si alguna presión no perceptible fuera aumentando, y la sucesión gradual de cambios en los prehomínidos nos preparara el camino. Investigar las relaciones entre los hechos evolutivos no sólo es aceptable, sino también obligatorio, pero no estaría justificado inferir de estos cambios ciertos propósitos, «preadaptaciones» que conducirían a la morfología de la mano o el cuerpo humano entero, desde la perspectiva ventajosa de millones de años de historia. Es casi imposible escapar al sesgo distorsionador que introduce lo que ya sabemos. Lo cierto es que la adquisición del pulgar humano oponible no supuso ninguna conmoción en su momento.

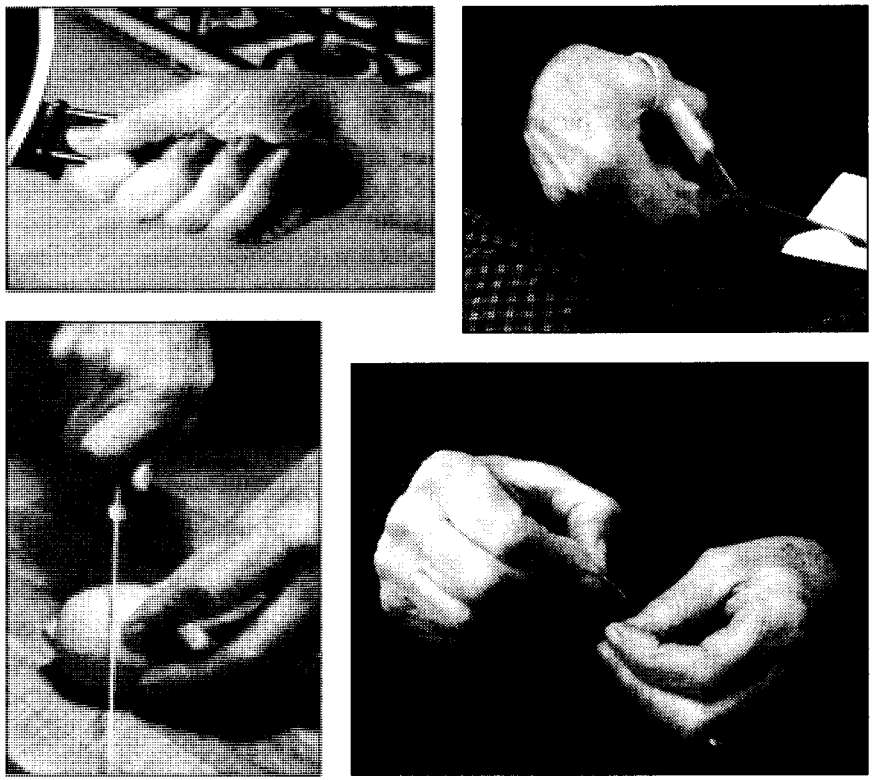


Figura 7.2. Marzke ha explicado que en la primitiva manufactura de herramientas de piedra, «el asimiento y la manipulación controlada por los cinco dedos y la palma de la mano son posibles gracias a un modelo único de proporciones de la mano y a unas configuraciones de las articulaciones y músculos que permiten ahuecar la mano y conformar una gran variedad de prensiones» (véase texto). La elaboración continuada de herramientas y otras tareas aumentaron gradualmente la explotación del potencial de la mano humana. *Arriba, izquierda:* la prensión en apretón oblicuo (la que se utiliza al asir un martillo) es la adecuada para levantar, girar y lanzar una sartén y su contenido. Este tipo de prensión también explica por qué, en caso de necesidad, la sartén puede emplearse como un arma muy eficaz. *Abajo, izquierda:* el flexor largo del pulgar presiona el mango del cuchillo contra los dedos, cuya presión lo bloquea contra la palma de la mano. Obsérvese que la inclinación de la falange proximal del dedo índice ayuda a alinear el cuchillo con el eje longitudinal del antebrazo, y también que la mano izquierda ha sustituido el tablero de la mesa por el pulgar como estabilizador, lo que hace mucho más fácil la rotación del limón mediante las puntas de los dedos. *Arriba, derecha:* el pulgar se opone a los otros dedos, pero en este caso las tijeras proyectan la prensión a un objeto (papel) *exterior* a la mano. *Abajo, derecha:* enhebrar una aguja quizá sea la máxima expresión de la prensión humana de precisión, mediante la cual pueden controlarse pequeños objetos entre las yemas del pulgar y de otros dedos. Obsérvese que en todos estos ejemplos (excepto el de la sartén) *ambas* manos contribuyen de manera complementaria al control de los objetos que se manipulan.

Si desde nuestra perspectiva se ve como un punto de inflexión es sólo porque ahora estamos aquí para hablar de ello. Como dice Marzke:

> «Si las habilidades humanas en la realización de actividades cotidianas se compararan con las de otros animales, podría verse una progresión de lo primitivo a lo avanzado, en la que el pulgar representaría la cúspide de un proceso evolutivo... Sin embargo, el pulgar humano fue en su momento una solución de compromiso: un órgano locomotor transformado en órgano manipulador para permitir el uso de herramientas de piedra. Es un mosaico de estructuras primitivas y únicas, cuyas funciones son facilitadas, y restringidas, por sus vínculos con el resto de la mano y con el cerebro en evolución».[14]

Es difícil imaginar siquiera cómo estimar la extremada improbabilidad de que unas modificaciones menores en una mano antigua pudieran iniciar la secuencia de acontecimientos que ahora asociamos a nuestra propia historia. En otras palabras: si la creación de la mano era improbable, tanto o más improbable era todo lo que ha venido después.* En algún momento previo a la evolución del género *Homo* a partir de los australopitecos, la manufactura y el uso de instrumentos de piedra fue convirtiéndose en práctica habitual. Con Lucy y *Homo* como referencias, esta transición comportamental debe situarse entre 4 y 2 millones de años atrás.

Homo erectus apareció hace casi 2 millones de años, y con él empezó la difusión por todo el planeta de nuestro pulgar y sus poseedores. *Homo erectus* empleaba herramientas de piedra, construía cercados y conocía el fuego. Ciertamente, todo esto puede verse como un progreso, la manifestación de una dirección. Pero cuanto más sabemos, más maravillosas nos parecen las «preadaptaciones» de la mano y más atinada la apreciación de Stephen Jay Gould de las mismas como «una rara disposición».** Como escribe James Shreeve, autor de *The Neandertal Enigma:*

> «[Las herramientas de piedra de los antepasados de *H. erectus*] eran poco más que pequeñas esquirlas con un borde golpeado. En cambio,

* El último libro de Richard Dawkins, *Escalando el monte Improbable* (1996), aporta la necesaria revisión de un sentimiento antropocéntrico. Por ejemplo, explica que las probabilidades excluyen ciertas adaptaciones que podríamos haber deseado vivamente: la capacidad de volar (naturalmente, sin artilugios).

** Remito al lector al epígrafe (de Gould) que abre el capítulo 1 («El alba»).

H. erectus ya hacía herramientas de manufactura más laboriosa, tipificadas por el hacha de mano simétrica achelense.* Estas bellas "lágrimas" de cuarzo o pedernal aparecen en el registro arqueológico en fecha muy temprana (hace un millón y medio de años) junto con los primeros restos de esqueletos *erectus*. El problema (desde el punto de vista de "lo más importante") es que luego la especie continuó con el mismo repertorio de herramientas durante el siguiente millón de años, y desde esta perspectiva, más que el advenimiento de una inteligencia rica y elástica, el periodo achelense asociado a *H. erectus* representa, en palabras de un arqueólogo, un periodo de "inimaginable monotonía"».[15]

Con *H. erectus* la mano homínida «se estiró», pero todavía no sabemos si su actual arquitectura (especialmente el aislamiento del flexor largo del pulgar y la oposición ulnar) se completó ya entonces ni por qué eran valiosos tales rasgos. Aunque los evolucionistas teóricos tienen buenos motivos para aconsejarnos que no nos dejemos llevar por nuestro deseo de encontrarle un propósito a la evolución, no hay razón alguna para no maravillarnos por lo que ha producido. El pulgar, lo mismo que el hombro, es un ejemplo asombroso de versatilidad, y sus movimientos principales bien merecen nuestra atención.

Para dotar al pulgar de su cualidad oponible, la evolución tuvo que resolver dos problemas. Primero tuvo que alargarse lo bastante para alcanzar las yemas de los otros dedos.[16] Después tuvo que modificarse su articulación carpal, así como los músculos y tendones que lo accionan, para permitir el contacto efectivo con los otros dedos. Este movimiento puede desglosarse en varios componentes:

- el primer metacarpo produce la abducción de la articulación basal del pulgar;
- la columna del pulgar (metacarpo y dos falanges) adopta una posición prona durante la abducción, produciendo lo que Tubiana llama *anteposición;*
- la muñeca se extiende, *proyectando* distalmente la columna del pulgar;
- las dos articulaciones distales del pulgar se flexionan, lo que permite que su yema entre en contacto con las yemas de los otros cuatro dedos.[17]

* Los arqueólogos llaman «industria achelense» al conjunto de herramientas de piedra avanzadas atribuidas a *H. erectus*, denominación que se deriva del nombre de la localidad francesa (Saint-Acheul) donde se hallaron las primeras muestras de esta industria lítica.

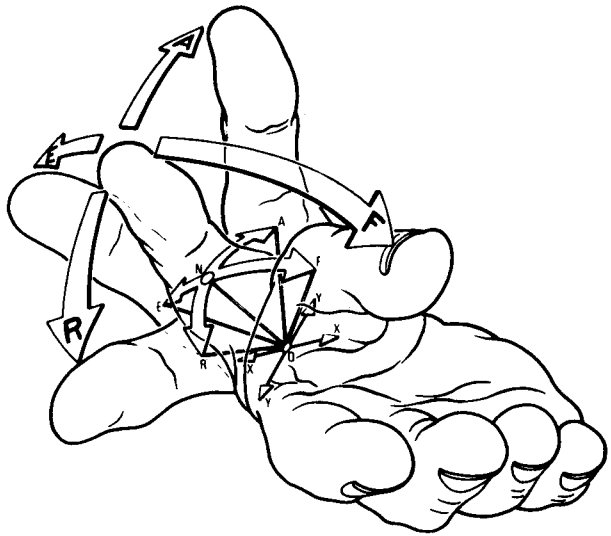


Figura 7.3. El movimiento más sencillo de la columna del pulgar es la flexión-extensión (flechas F/E). El movimiento en un plano más o menos perpendicular al de la mano es más complejo porque el pulgar experimenta además una rotación (pronación-supinación) sobre su articulación basal. Tubiana llama *anteposición* y *retroposición* a este movimiento de aducción y abducción (flechas A/R) en referencia explícita al movimiento del pulgar en relación al plano de la palma. El movimiento más complejo de *oposición* tiene lugar cuando flexión y anteposición se combinan con la extensión de la muñeca, haciendo que el pulgar se *proyecte* distalmente a una posición tal que su yema pueda tocar las yemas de los otros dedos. (Según Tubiana, *The Hand*, 1981, con autorización.)

Puesto que cualquier tipo de prensión puede utilizarse en modo de fuerza o de precisión (o una combinación de ambos) y el tamaño del objeto al que debe adaptarse la prensión es variable, el pulgar puede alinearse en cualquier posible permutación de pronación, flexión, extensión, aducción o abducción. Naturalmente, su capacidad para ello depende tanto de la disposición de músculos, huesos y ligamentos como de la orientación de las articulaciones. La disposición de los músculos tractores del pulgar se parece a la de las cintas alrededor de un mayo. Pero el pulgar no es un mayo rígido; sus complicados movimientos resultan de la interacción equilibrada de tracciones opuestas y la oleada de fuerzas que rodean el dedo. Los músculos adheridos al pulgar son ocho, a veces nueve (fig. 7.4).

Cuatro de estos músculos tienen su origen en el antebrazo, y los tendones de tres de ellos (los extensores largo y corto y el abductor largo) entran en el pulgar por el lado de su extensor. Su función principal es *re-*

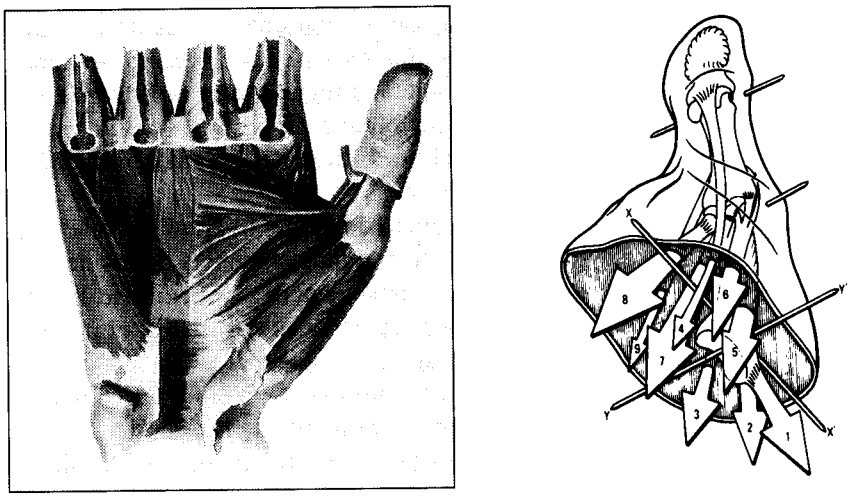


Figura 7.4. Los complejos movimientos del pulgar son el resultado de la disposición de nueve músculos que parten del antebrazo (extrínsecos) y de la mano (intrínsecos). *Arriba, derecha:* Tubiana los muestra como vectores de fuerza alrededor de las tres articulaciones del pulgar, todos con movimientos independientes en la flexión y la extensión. La articulación de la base del pulgar —en ensilladura— también se mueve en abducción y aducción, lo que permite la rotación del dedo. (Según Tubiana, *The Hand*, 1981, con autorización.) *Arriba, izquierda:* disposición anatómica real de los músculos intrínsecos. (Según Werner Spalteholz, *Hand Atlas of Human Anatomy*, 1923.)

ducir la oposición del pulgar. También contribuyen a configurar la curva del pulgar y a ensanchar su separación del índice, de manera que la mano pueda acomodarse a objetos grandes. También tiran del pulgar hacia fuera para estirar y aplanar la mano (como la de un pianista cuando toca octavas). También participan en los movimientos de «frotación» y «volteo», en los que la yema del pulgar efectúa un «barrido» desde el lado ulnar de la mano hasta el radial (como en el gesto emblemático que indica la necesidad de dinero para hacer ciertas cosas). En el béisbol, estos músculos permiten que el árbitro pueda comunicar a un bateador o corredor que ha sido eliminado.

El cuarto músculo que parte del antebrazo (el flexor largo) entra por el lado de la yema del pulgar. Es el músculo simple más potente de este dedo. Sus dos funciones más importantes son ayudar a cerrar el pulgar contra los otros dedos en la prensión de apretón oblicuo (como cuando se agarra un martillo), dirigir la yema del pulgar hacia las yemas de los demás dedos y apretar una yema contra otra. Los restantes músculos del pulgar están en la mano misma (por eso se les llama *intrínsecos).* Tres de

ellos son el arma secreta de la oposición: un músculo (el *opponens)* inicia el movimiento y los otros dos (el *abductor* y el *flexor corto)* lo completan posicionando la yema del pulgar de manera que el flexor largo pueda aplicar fuerza a las yemas de los otros dedos. El cuarto intrínseco se llama *aductor*, y su principal función es apretar el pulgar contra el índice, como ocurre en la prensión en pinza.

El pulgar es el único dedo de la mano que tiene libertad de rotación; es también el único que puede moverse con independencia de los demás dedos. Esta combinación de fuerza, independencia y versatilidad hacen de él un elemento único. Debido a sus capacidades singulares, el pulgar, llegado el caso, puede asumir un protagonismo excepcional.

George McLean nació en Gilroy, California, y vivió hasta los nueve años en un pequeño rancho. Su padre, comandante de la Guardia Nacional, murió cuando George sólo tenía dos años. Recuerda que su niñez fue bastante solitaria.

> «Vivíamos fuera de la ciudad, de modo que debía tomar el autobús para ir a la escuela. Yo no era muy sociable. Me levantaba temprano, me dirigía a la parada del autobús, iba a la escuela y luego volvía a tomar el autobús de vuelta a casa. Al menos en una milla a la redonda no había nadie con quien pudiera jugar. En parte por la época y en parte porque mi padre era militar, yo tenía muchos soldados de plomo. A los ocho o nueve años acostumbraba a construir fuertes, y recuerdo que las piezas no me satisfacían si estaban fuera de escala. Me gustaba hacer modelos de aviones, y a veces ponía uno en el fuerte que estaba construyendo, pero sólo si era de la escala adecuada. Lo diseñaba todo por adelantado para ensamblarlo después. Si un juguete no tenía el tamaño debido, no entraba en el conjunto».

Tras la muerte de su padre, una tía suya vino desde Dakota del Sur para cuidar de él, ya que su madre, que era enfermera, pasaba muchas horas fuera de casa. Su tía sustituyó al padre perdido.

> «Hasta el momento de acostarme la seguía a todas partes. Siempre me enseñaba a hacer cosas, a *construir* cosas. Estuvo casada durante algún tiempo y había trabajado en un banco en Dakota del Norte. Allí tenía una granja que empezó siendo una choza de cartón alquitranado. Vivía en el campo e iba a la ciudad montada a caballo. Estaba acostumbrada a criar animales, y cuando se vino a vivir con nosotros se ocupó del rancho hasta que lo vendimos, unos cuatro años después de la muerte de mi padre».

Figura 7.5. George McLean hizo estudios de arte para conseguir dibujar con todo el brazo. Este dibujo (una cabeza de ajos) a pluma y tinta, realizado después de perder cuatro dedos de su mano derecha, muestra que el control motor preciso y delicado es una facultad potencial de la extremidad superior entera.

La familia se trasladó luego a San José, California, donde George vivió hasta terminar sus estudios secundarios. Recuerda que le gustaban mucho los talleres, porque el trabajo que hacía allí le parecía «lógico». Después de un intento de ingreso en una escuela universitaria para estudiar lengua y química, y tras pasar una prueba de aptitud, se le sugirió matricularse en cursos de arte. Siguió el consejo y se matriculó en Stanford. Se licenció en arte y marchó a Los Angeles para estudiar diseño industrial. Después de un breve paso por la marina, volvió a Stanford y se matriculó en sendos másteres en arte y educación. Fue entonces (1959) cuando ocurrió la tragedia:

> «Estaba trabajando en un proyecto de una tienda de bricolaje, y un día bajé a parar la máquina —una sierra— tal como lo había hecho antes con otras máquinas. Entonces me di cuenta de que el interruptor estaba al otro lado, y para llegar hasta él apoyé la mano *directamente* sobre la hoja. Al momento comprendí que había cometido una *estupidez*. Cerré los ojos, me apreté la mano para contener la hemorragia y corrí hacia mi cuñado, que estaba conmigo, para que me pusiera un torniquete y avisara a una ambulancia. Mientras hacía todo esto, le inquirí: "Quiero saber si todavía conservo el pulgar". "Sí", me dijo. "Menos mal, *creía* que me lo había cortado"».

En aquel momento George pensaba que si conservaba el pulgar aún sería capaz de manejar alguna cosa, aún tendría capacidad de prensión.

Conservaba el pulgar, sí, pero había perdido irremediablemente los otros cuatro dedos de su mano derecha. Fue llevado a un hospital y operado. Al día siguiente le visitó un cirujano para explicarle qué pasaría: tendría que aprender a utilizar su mano izquierda para suplir la derecha. Para empezar a entrenarla, el cirujano le impuso el viejo ejercicio de manejar una moneda de medio dólar haciéndola pasar de un dedo a otro.

> «Tardé media hora en aprender a hacerlo en ambas direcciones sin que la moneda cayera. En la segunda media hora ya era capaz de hacer lo mismo con una moneda de diez centavos. Aquella mañana, el desayuno era un huevo duro, con su cáscara, colocado en una huevera. ¡Que me aspen si pensé en llamar a alguien para que me ayudara! Me preguntaba cómo lo haría para descascarar el huevo. Pero estaba resuelto a hacerlo.
>
> »Al cabo de un día o dos empecé a escribir con la mano izquierda y vi que podía hacerlo del derecho y del revés. La inclinación variaba un poco pero, por lo demás, escribir con la izquierda no era muy diferente de hacerlo con la derecha».

George deseaba poder hacer con la mano izquierda todo lo que antes hacía con la derecha, incluido dibujar al revés.

> «En la escuela, a fin de mejorar nuestra habilidad para dibujar con precisión y perspectiva, dibujábamos un automóvil de manera que el dibujo estuviera orientado hacia alguien situado frente a nosotros. Esto nos ayudaba a manejar las relaciones espaciales. Debo añadir que una de mis actividades favoritas en el instituto era la composición tipográfica. Es un trabajo que se hace del derecho y del revés, y yo era muy buen tipógrafo».

Tras recuperarse del accidente, George trabajó como artista *freelance* hasta que en 1962, tras pasar un año en Inglaterra, empezó a enseñar arte en un instituto de Palo Alto. Sus estudiantes le persuadieron para que diera clases de joyería, y muy pronto algo en su interior pareció darle una patada y apoderarse de él. Tres años más tarde George abrió su primera tienda de joyería, y desde entonces —hace más de treinta años— se ha dedicado a fabricar joyas. En 1979 se incorporó a una prestigiosa escuela de formación de joyeros, la Revere Academy de San Francisco, de la que más tarde se convirtió en coordinador de estudios. Fue ahí donde le conocí, después de que me hablaran mucho de su labor y tuviera ocasión de verle trabajar con sus propias herramientas.[18]

«Me hice joyero unos cinco años después del accidente de mi mano derecha. Tan pronto como empecé a utilizarla de nuevo para asir, comprendí cuán importante había sido para mí la formación artística que había recibido: nos habían enseñado a dibujar utilizando los principales músculos del brazo. Ni siquiera los más pequeños detalles los hacíamos sólo con las puntas de los dedos. Esto significa que yo ya estaba más o menos entrenado para sostener algo con el pulgar.

»Advertí que la mano derecha es la que sujeta la herramienta y que la izquierda hace las manipulaciones. La herramienta debe sujetarse con precisión suficiente para repetir la misma rutina cada vez, y la pieza debe girarse en la forma correcta.

»Si estoy haciendo un trabajo muy cuidadoso, coloco el martillo contra el pecho. Raramente martilleo con la mano izquierda. Es difícil, porque hay que agarrar el objeto que estás trabajando. Para aprender a controlar las herramientas que se utilizan en joyería puedes tardar dos o tres meses. Esto te hace reparar en ciertos sentidos. Te das cuenta del oído y adquieres el sentido físico del contacto de la herramienta con otra cosa. Por ejemplo, si manejas un soplete sabes que debes calentar algo sin fundirlo, por lo que visualmente concentras toda tu atención en lo que está ocurriendo bajo la llama. Pero también oyes el ruido que hace el soplete. Puedes oír cualquier cambio que se produce en la mezcla de oxígeno y gas, dependiendo de dónde está el soplete. Naturalmente, la visión es fundamental, pero hay un sentido que te dice cuándo la herramienta que manejas está en la posición correcta y establece el contacto correcto.

»Cuando estás limando o martilleando, también oyes un sonido. El martilleo sobre una pieza de metal es como un timbre. Es necesario *sentir* todas estas cosas. Las herramientas son algo muy sensual, y su *uso* también puede ser sensual. Limar, pulir, dibujar son trabajos muy físicos, sensuales. Limar es casi como acariciar a un gato.

»Incluso hacer bien algo tan simple como un anillo (que no es más que un tubo) me hace sentirme orgulloso. Soy capaz de concentrarme sólo en este trabajo y dejar de lado el resto del mundo. Me gusta hacer cosas, y seguramente he sido así desde que tenía cuatro años. Siempre me animaron a que dibujara y siempre tuve a mi disposición materiales y herramientas para experimentar y trabajar.

»La mayoría de gente que he formado ya tiene experiencia en joyería, así que probablemente ya han adquirido lo que yo llamo "sentido de la herramienta". Hace falta mucha paciencia, capacidad de autocrítica, cierta introversión y gusto por trabajar solo y concentrarse en lo que se está haciendo».

Bachleitner, Percelly y Hall demostraron una notable precocidad en determinadas habilidades físicas. El trabajo que emprendieron en la edad adulta era un anticipo de aquello para lo cual ya «tenían condiciones» siendo todavía muchachos. En cambio, George no descubrió la joyería hasta pasados los treinta años. Pero no hay que ser muy imaginativo para ver que, con los años, los grandes intereses y afinidades que manifestó en su infancia reaparecieron hasta hacerle descubrir, mientras hacía orfebrería, el joyero que llevaba dentro.

De niño, George disfrutaba construyendo modelos muy elaborados, siempre a escala. Al hacerlo estaba emulando la experiencia infantil de una serie de escultores de éxito, tal como veremos en el capítulo final de este libro.[19] Él solía dibujar y hacer herramientas para realizar formas e imágenes mentales, y vio que trabajar con herramientas era una experiencia netamente sensual. Tiene una habilidad especial con pequeñas herramientas y casi siempre confía en su mano derecha para controlarlas, a pesar de que le faltan cuatro dedos. Goza de una capacidad visuoespacial altamente desarrollada tanto en la lectura como en el dibujo. Una serie muy especial de imágenes geométricas le sirven como materia prima con la que ejercitar su irrefrenable anhelo creativo. Se siente cómodo trabajando en ambientes solitarios y propicios a la meditación. Es también un oyente y un intérprete paciente e imaginativo. George se convirtió en un reconocido joyero después de sufrir un accidente cuyas secuelas *deberían* haberle inhabilitado para una actividad que, con el tiempo, sería el trabajo de su vida. En la descripción que hace del camino que siguió su carrera, pone el énfasis en lo que aún le queda después del accidente, sobre todo sus dos pulgares.

Hay muchas razones por las que las habilidades de George le condujeron a la orfebrería. La maduración gradual de su trabajo en una carrera de toda su vida, una carrera que tomó su propia dirección y significado, es otra cuestión. Después de muchas conversaciones con él, creo que, sobre todo, se siente atraído por un trabajo que le permite transformar los sentimientos y recuerdos importantes, a veces muy privados, de sus clientes en símbolos tangibles.

> «La joyería se relaciona a menudo con ceremonias importantes en nuestras vidas. Por eso, un anillo de boda es uno de los pilares del trabajo de joyero. He comprobado que hacer un diseño para una persona concreta significa escucharla mucho e intentar descubrir lo que siente. A menudo lo que el cliente quiere es incorporar a la joya algo muy personal... Puede ser algo mágico, y también muy secreto».

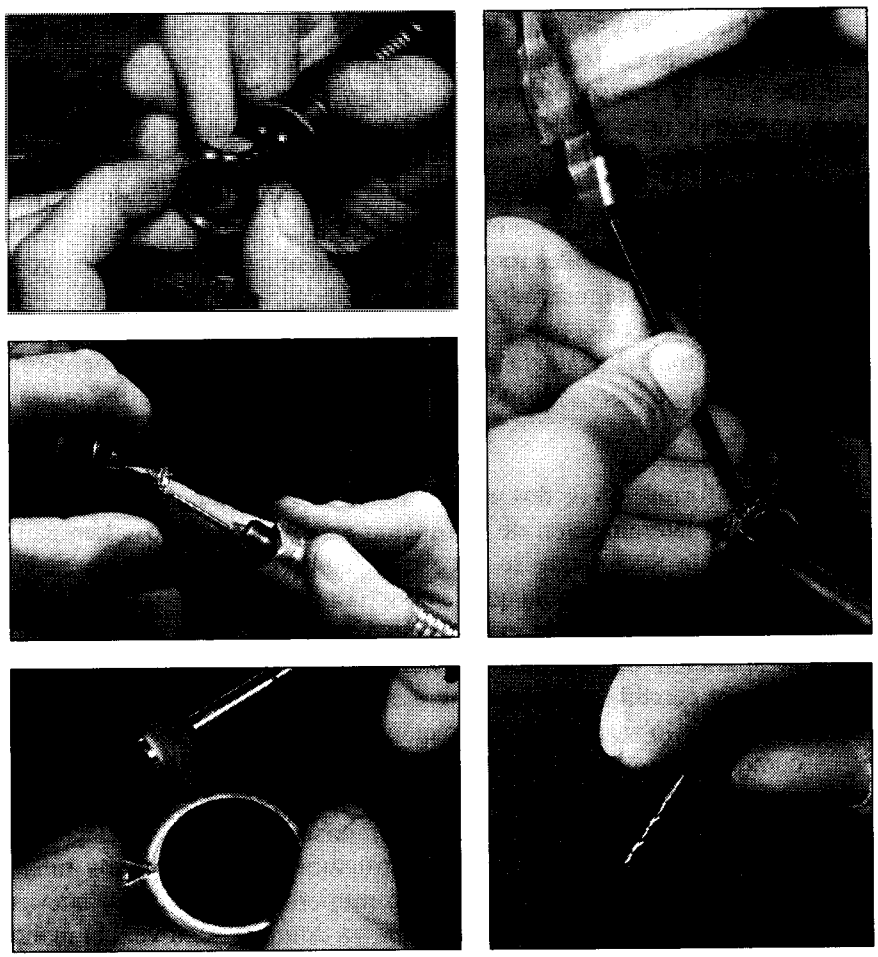


Figura 7.6. La orfebrería sigue antiguas tradiciones que requieren un uso muy hábil de la mano, y proporciona ejemplos excepcionales de la explotación, elaboración y combinación de la capacidad de la mano para la prensión y manipulación de precisión y de fuerza. Estas ilustraciones muestran que el uso de herramientas eléctricas amplía las posibilidades de la mano para trabajar con objetos pequeños. *Arriba y centro, izquierda* y *arriba, derecha:* obsérvese la refinada sujeción con la palma de la mano y las yemas de los dedos extendidos. Los dentistas tienen técnicas parecidas para recomponer los dientes y, cuando modelan una nueva pieza dental con oro, su trabajo es indistinguible del de los joyeros. Los microcirujanos emplean estas mismas técnicas en la manipulación de tejidos corporales, con la asistencia de microscopios y herramientas especiales para microcirugía. Sin embargo, continúan manipulando sus instrumentos con prensiones de precisión sin asistencia alguna (véase el capítulo 14, «Escondido en la mano»). (Cortesía de Barry J. Blau, fotógrafo, y Alan Revere. La imagen inferior derecha, que muestra la manipulación de una pequeña muela de joyero, es de Alan Revere, *Professional Goldsmithing*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1991, con autorización.)

Al hablar de su trabajo, George se refiere a un «vocabulario visual», como si la joyería pudiera ser la realización de un lenguaje oculto, no verbal. De acuerdo con su descripción, no hay duda de que las piezas que crea emanan de unas reglas interiorizadas que combinan materiales y elementos estructurales, dándoles sentido. Pero siempre con el sello personal de su creador. ¿En qué se diferencia este proceso del de un escritor cuyos relatos se apoyan en palabras enlazadas según la gramática que rige sus relaciones? ¿Son los hábiles movimientos de la mano de un artesano gestos que inscriben su significado en formas sólidas, lo mismo que el escritor escribe palabras en el papel? ¿Hasta dónde podría llegar esta analogía? ¿Podría encontrar tal analogía su contrapartida en los actos del cerebro?

La historia de George brinda a nuestra consideración los tres puntos siguientes:

- la transformación de dos manos en una asociación complementaria, con una lateralización de la función (manualización o «dominancia» de la mano) que se hace casi omnipresente como un rasgo comportamental estable que se conserva de por vida;
- la transformación de la mano en un órgano articulado de expresión;
- la aparición de vínculos sensomotores y perceptomotores entre mano y cerebro, asociados normalmente al aprendizaje de tareas concretas, lo que indica interacción de factores tanto hereditarios como adquiridos en la aptitud y el logro de las habilidades.

Estos puntos ponen de relieve una premisa fundamental del pensamiento darwiniano, según la cual la estructura y la función son interdependientes y coevolutivas. El cerebro proporciona a la mano nuevas acciones y nuevos modos de hacer lo que ya domina. A su vez, la mano ofrece al cerebro nuevos modos de aproximarse a las viejas tareas y la posibilidad de emprender y dominar otras nuevas. Esto significa que, por su parte, el cerebro puede adquirir nuevos modos de representación y definición del mundo.

Con esta idea en mente, pasaremos a un asunto difícil y desconcertante: las infinitas consecuencias de la evolución mano-cerebro, que los científicos cognitivos consideran casi unánimemente la más relevante de las adaptaciones prelingüísticas humanas. George ha preparado la escena al decir que «la mano derecha es la que sujeta la herramienta y la izquierda hace las manipulaciones. La herramienta debe sujetarse con precisión suficiente para repetir la misma rutina cada vez, y la pieza debe girarse en la forma correcta».

Pasemos ahora al misterio de la lateralización humana.

8
La mano derecha sabe qué acaba de hacer la izquierda

> Se ha dicho que el desarrollo de la función lateralizada es importante para un normal desarrollo cognitivo, social, emocional, perceptivo, motor y lingüístico, así como para la detección precoz de ciertas anormalidades e incapacidades. Pero la verdadera pertinencia de la lateralización sólo puede comprobarse mediante una investigación atenta capaz de reconocer que ciertos aspectos de esta función se desarrollan a lo largo de toda la vida y ya desde el nacimiento, si no antes.
>
> Gerald Young[1]

La mano humana tiene una historia enormemente larga, no sólo como implemento de interacción social, sino también como objeto de atención social. En todas las culturas, sea cual sea su idioma, ciertos matices de significado que no son expresados por la palabra se comunican mediante el gesto. Códigos rituales pertenecientes a un grupo, rango y función determinados son reconocidos y reforzados mediante señales, saludos y posturas de las manos. Adornos en los dedos y en las manos (guantes, anillos, tatuajes, uñas pintadas) transmiten mensajes íntimos y a veces complejos sobre la identidad y los vínculos de las personas. Los hábitos y los significados sociales van unidos no sólo a la mano sino, específicamente, a la mano derecha o la izquierda. Según parece, sociedades de todo el mundo han hallado en este par de piezas anatómicas —o les han atribuido— un simbolismo tan poderoso y evocativo de los contrastes fundamentales de la naturaleza humana que con ellos casi todo el mundo podría hacer la lista siguiente.

IZQUIERDA	DERECHA
profana	divina
siniestra	benigna
desafortunada	feliz
impura	limpia
torpe	hábil
débil	fuerte
tosca	refinada

Mientras que, en nuestra sociedad, los diestros pueden tomarse a la ligera esta clase de polarización, su significado e importancia reales son

perfectamente comprendidos por los zurdos de todo el mundo. Me llamó especialmente la atención la historia que uno de mis pacientes me contó hace algunos años. Era un hombre que ya pasaba de los setenta y se estaba recuperando de una apoplejía que casi le había inutilizado la mano derecha. Lo que me llamó la atención no fue el problema inmediato de la mano (en realidad, ya había mejorado mucho) sino las dificultades que le habían ocasionado las manos en su niñez. Apenas tenía un año cuando su padre, un marino mercante inglés, detectó en él una tendencia a la zurdería. Para evitarle los problemas que podría tener durante toda su vida a causa de este «defecto», el padre vendó la mano izquierda del niño y ordenó a su esposa que vigilara este esfuerzo corrector. Mi paciente me dijo que no tenía ningún recuerdo especial de esta etapa de su vida, pero que más tarde pudo comprobar sus secuelas.

Al menos inicialmente, la estrategia del padre dio resultado. Más tarde, cuando el niño ingresó en la escuela, ya era totalmente diestro. Desafortunadamente, resultó ser un lector nada aventajado, y su caligrafía era deficiente. Su primer maestro le acusó de perezoso y le obligó a quedarse después de clase para mejorar su escritura. Poco después, su mano derecha sufrió una lesión importante: tropezó mientras cruzaba la calle y cayó delante de un automóvil que le aplastó la mano. Aunque las lesiones podían haber sido peores, le impidieron utilizar la mano derecha durante varios meses. Para el chico, el único consuelo fue que, por primera vez en su vida, se le permitió escribir con la mano izquierda.

Casi inmediatamente, su caligrafía mejoró y pudo hacer todos los deberes escolares. Como no recordaba su conversión preescolar a la categoría de persona diestra, el cambio le pareció un milagro. Cuando se recuperó de sus lesiones en la mano derecha, continuó escribiendo con la izquierda. Su padre ya no estaba en casa y su madre no puso ningún reparo al cambio.

Al comienzo del curso escolar siguiente, toda la familia se trasladó a otra ciudad. Allí, el nuevo maestro era rigurosamente disciplinario y, lo mismo que su padre, se oponía firmemente a que sus alumnos fueran zurdos. Increíblemente, por segunda vez en su vida se le prohibió escribir o manejar objetos con la mano izquierda. Al final de aquel curso era, una vez más, diestro; y una vez más, objeto de reprensión por su escaso rendimiento.

Me contó que los años siguientes en la escuela fueron para él años de frustración y alienación. Finalmente, a los diez años se marchó de casa. Cuando le devolvieron a ella, le llevaron a otra escuela donde fue puesto bajo la tutela de una maestra simpática y afectuosa. Sorprendentemente, la maestra llegó a la conclusión de que los fracasos escolares del niño se

debían al prejuicio de que fuera zurdo, pero estaba convencida de que era un alumno perfectamente recuperable. Desafortunadamente, ni el ingenio ni la perseverancia de la maestra, ni los deseos de cooperación de su alumno, se vieron recompensados. La puerta se cerró, dejando a un niño de diez años con un parche provisional y una ambidextria que se manifestaba en una torpeza igual en ambas manos. Esta situación nunca mejoró. Me explicó que estaba seguro de que hubiera podido llegar mucho más lejos en sus estudios, incluso podría haber sido ingeniero, si no hubiese tenido que luchar contra dificultades tan precoces e intratables para aprender a leer y escribir, y contra el propio sentimiento de alienación que le provocó la escuela.

Aunque nuestras ideas sobre la dominancia de la mano no están muy claras, la experiencia personal nos dice que nuestra mano no dominante es más torpe que nuestra mano dominante, o «buena». La mayoría de nosotros podemos recordar algún compañero de escuela zurdo que siempre parecía tener dificultades. ¿Por qué ocurre esto? ¿Es que la evolución ha conducido a la pérdida de alguna de las notables capacidades de la mano homínida? Si es al revés (que hemos *ganado* destreza en comparación con los antepasados no humanos) ¿por qué sólo una mano parece haber sido la beneficiaria? ¿Qué tienen que ver con todo esto las tareas escolares?

La poco corriente e infortunada historia de mi paciente plantea una serie de cuestiones: ¿por qué casi siempre utilizamos la misma mano en las tareas que requieren habilidad manual? ¿No tendría todo más sentido si fuéramos ambidextros? Y aunque haya motivos para dar preferencia a una mano, ¿por qué tiene que ser, en la mayoría de nosotros, la mano derecha? ¿Y por qué influye la lateralización en la capacidad de lectura, si es que lo hace?*

Puesto que la mayoría de nosotros descubrimos y nos adaptamos a nuestra lateralidad a edad temprana, no nos preocupamos por esta tendencia mucho más de lo que nos preocupamos por el color de nuestros ojos. Pero lo cierto es que existe, y que, junto con el habla y el uso de herramientas, es un rasgo distintivo del comportamiento de *H. sapiens*. Nosotros, y sólo nosotros, *como especie*, mostramos una marcada preferencia por el uso de la misma mano —derecha *o* izquierda— en una serie de

* Otra cuestión, inesperada, tiene que ver con la longevidad. Algunos estudios recientes de la distribución de la lateralidad en función de la edad han arrojado el sorprendente resultado de que nadie con más de ochenta años es zurdo. En la actualidad se está debatiendo la validez de este resultado y, caso de confirmarse, su explicación. Para más información sobre este tema, véase M. Peters, «Handedness and Its Relation to Other Indices of Cerebral Lateralization», en Davidson y Hugdahl (eds.), *Brain Asymmetry*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1995.

tareas manuales.[2] También tendemos a distribuir el trabajo entre ambas manos de una manera estereotipada en las tareas bimanuales, y al uso exclusivo de la mano «dominante» en todas aquellas labores unimanuales que requieren un control muy preciso.

La ubicuidad de las presiones *sociales* para que seamos diestros refleja, hermosea y refuerza (como lo demuestra la lista anterior) lo que es fundamentalmente una expresión de influencias y procesos *biológicos*. Y cualquiera que haya sido y continúe siendo el impacto real, el estigma social que pesa sobre los zurdos no hace más que apartar nuestra atención de la auténtica cuestión y, así, otorgamos a los diestros una serie de atributos que negamos a los zurdos, sobre los que pesan infinidad de insinuaciones respecto a sus maneras y carácter. Esta lista, revisada, muestra aquello en lo que ambas manos parecen diferir, y reclama nuestra atención sobre algo tan fundamental en el carácter humano que exige una explicación: la «asimetría de nuestra ejecución manual».

MANO NO DOMINANTE	MANO DOMINANTE
tosca	refinada
lenta	rápida
débil	fuerte

Incluso esta breve lista, a pesar de que ya no implica que la mano derecha sea la «buena», puede exagerar o falsear las verdaderas diferencias, pero al menos nos da unas cualidades que son objetivamente comprobables. Si puede demostrarse que éstas, u otras, diferencias mensurables son significativas y coherentes, estaremos en condiciones de decidir si nos alineamos o no con el psicólogo Michael Corballis, que ha calificado a *Homo sapiens* de «mono asimétrico».[3] Sobre este punto, todos nosotros sabemos que es cierto que durante mucho tiempo tanto el punto de vista científico como el social sobre la capacidad de una y otra mano no han sido más que una mezcla de mitos y prejuicios, entre los cuales no han faltado, ocasionalmente, algunas perlas producidas por la observación o la especulación científicas. Pero, en realidad, todavía no conocemos nada de la historia de este rasgo tan nuestro ni de sus fundamentos neurológicos. No obstante, la asimetría manual humana está empezando a ser un tema importante de investigación en primatología, antropología, genética, neurología, psicología del desarrollo y lingüística.[4]

La investigación biológica está demostrando que el uso preferente de una u otra mano es casi tan antigua e influyente como lo fue el bipedalismo en la configuración del desarrollo humano y en la orientación de

su historia posterior. Hay al menos algunas razones para creer que la dominancia de la mano derecha tiene su origen en el bipedalismo primate; es decir, pudo haber empezado cuando una determinada línea de monos antropomorfos prefirió la vida terrestre sobre dos, y no cuatro, patas y empezó a definir para sí misma un nuevo nicho ecológico (y, por lo tanto, comportamental). Después de que Ralph Holloway sugiriera por primera vez que el lanzamiento de objetos pudo haber sido un estímulo precoz para la especialización hemisférica, el neurofisiólogo William Calvin ofreció una solución provocativa para el origen de la lateralización al sugerir que las hembras eran las que dedicaban más tiempo a cazar, y que lo hacían llevando a sus pequeños en el brazo izquierdo, lugar donde el sonido del corazón materno les tranquilizaba.

Con esta sorprendente (y no comprobable) hipótesis, Calvin —como Holloway— pretendía dar una explicación de la lateralidad vinculable a la evolución de la lateralización *cerebral*, ya que ahora se sabe que el hemisferio izquierdo (que ejerce una poderosa influencia en el movimiento de la mano derecha) podría proporcionar la precisión temporal que necesitan los complejos movimientos secuenciados para los cuales la mano dominante parece estar especialmente preparada.

Calvin decía que el lanzamiento habitual con el brazo derecho, que exigiría o se beneficiaría de un «reloj» inusitadamente preciso en el hemisferio izquierdo, es la conducta cuya utilidad hizo que tanto el reloj como la preferencia por el brazo derecho merecieran preservarse genéticamente.[5] Sea o no correcto pensar que Lucy y sus hermanas e hijas cazaban con sus bebés en brazos (concretamente, en el brazo izquierdo) lo que es casi seguro es que la explicación de la lateralidad humana reside en un nuevo comportamiento, o comportamientos, de remotos antepasados nuestros que mejoraron sus oportunidades de supervivencia en el suelo.

Realmente, no es difícil ver que una habilidad lateralizada y habitual de la extremidad superior pudo haber conferido una ventaja fundamental para la supervivencia de los australopitecos en el ambiente competitivo en el que vivieron, una ventaja que *tuvo* que existir si la puntería era su mejor arma. Sin duda, este cambio no requirió ni una madre que amamantara a sus crías ni ninguna nueva propiedad en el cerebro de los primates: todo lo necesario ya estaba presente (incluido un medio ambiente indiferente al resultado del proceso evolutivo).

En la mayor parte de los primates, si no todos, los movimientos secuenciales voluntarios de las extremidades, cualquiera que sea su complejidad, se ejecutan con más fluidez y precisión a medida que se repiten.[6] Si la supervivencia de los primeros grupos de homínidos dependió

de que los cazadores fueran unos lanzadores de piedras eficientes, entonces todos los grupos cuyos miembros aprendieran a lanzar habitualmente *con el mismo brazo* habrían tenido una ventaja competitiva importante. En igualdad de condiciones, tales cazadores habrían optimizado antes la velocidad, la distancia y la precisión del tiro, que es lo que necesitaban para derribar a sus presas, o para superar o eliminar a los cazadores de otros grupos competidores.*

Naturalmente, la adquisición de una preferencia acusada por una de las manos, la izquierda o la derecha, habría sido, por *cualquier* razón, aunque no estuviera relacionada con el lanzamiento, una ventaja en una guerra a pedradas.[7] De todos modos, el resultado habría sido el mismo. Dada la abundancia de piedras, de objetivos sabrosos y de rivales, y dada también la sofisticación y programabilidad («plasticidad») de la corteza sensomotora de los primates (que ya estaba preparada para manejar el especial equipo biomecánico de extremidades y pelvis que Lucy ya poseía) cualquier ambidextria que pudieran haber expresado nuestros antepasados antes de esa época estaba condenada a la extinción; o al menos tendría que haber cedido su puesto a una importante asimetría manual, pero heredable: el lanzamiento por encima del brazo.** Obsérvese que esta característica especial, entonces como ahora, habría servido por igual a diestros y zurdos.

No podemos saber qué fue lo que preparó el camino para la lateralización, pero al menos tenemos la evidencia del surgimiento de esta asimetría distintivamente humana sólo un millón de años después de Lucy (es decir, hace casi dos millones de años) en África oriental. Esta evidencia consiste en una serie de fragmentos de piedra procedentes de la manufactura de herramientas líticas.

Durante un periodo de siete años, desde principios de la década de 1970, el antropólogo Nicholas Toth examinó estos fragmentos (desprendidos cuando una piedra era golpeada con un martillo también de piedra) recuperados en la investigación de los yacimientos de Koobi Fora (Ke-

* Para que se diese esta evolución comportamental no habría hecho falta que tal estrategia fuera adoptada de manera deliberada. Obviamente, si una habilidad practicada con una sola extremidad pudiera transferirse sin más a la extremidad opuesta, la lateralización nunca hubiera evolucionado. A pesar de que, en cierto modo, *sí* hay una transferencia (aunque no en la misma medida en todas las direcciones), el efecto no es lo bastante fuerte para superar el beneficio de concentrar el entrenamiento en una de las extremidades. Aparentemente, el aprendizaje de una habilidad con la mano *dominante* reduce el tiempo de entrenamiento que necesita la mano *no dominante* para desarrollar la misma habilidad ¡pero no al revés! Véase U. Halsband, «Left Hemisphere Preponderance in Trajectorial Learning», *Neuroreport* 3 (1992), págs. 397-400.

** ¿Por qué heredable? Véase la nota 7.

nia) y Ambrona (España). El yacimiento de Kenia se había datado radiométricamente en una antigüedad de 1,4 a 1,9 millones de años, cuando presumiblemente estaban presentes allí tanto *H. habilis* como *H. erectus*. En cuanto al yacimiento español, se le asigna una antigüedad de 300.000 a 400.000 años, y sus utensilios se atribuyen a *H. erectus*. Toth y sus colegas prepararon una técnica para distinguir los fragmentos procedentes del golpeteo con un martillo de piedra manejado con la mano derecha de otros que saltaron de golpes dados con la mano izquierda. Basándose en su propia experiencia en la manufactura de herramientas de piedra (el «tallado») vio que los patrones de fractura de cada uno de los fragmentos revelaban la mano que había sostenido el martillo durante el golpe. Cuando la mano que golpea los núcleos de piedra varía de manera aleatoria, es de esperar un número aproximadamente igual de fragmentos orientados a la izquierda y a la derecha (lo que viene a representar sólo una cuarta parte de la cantidad total de fragmentos, siendo indeterminada la orientación del resto). Sin embargo, si los talladores golpean los núcleos repetidamente con la mano derecha para producir múltiples fragmentos en secuencia, entonces los fragmentos «diestros» predominarán sobre los «zurdos». En su propia labor de talla y la de sus colegas, Toth vio que la razón de fragmentos diestros a zurdos producidos por talladores diestros era de 56:44. En el análisis de una muestra de más de 1500 fragmentos de Koobi Fora (el yacimiento datado entre 1,9 y 1,4 millones de años) se encontró una proporción de 57:43, prácticamente idéntica a la de los talladores diestros modernos. Naturalmente, estas cifras no nos dicen nada de otras posibles asimetrías manuales, y tampoco demuestran que la lateralidad, tal como hoy la entendemos, existiera a principios del Pleistoceno.[8]

¿Por qué el uso preferente de una mano habría de ser una ventaja en la manufactura de herramientas de piedra? Si entrenar sólo una extremidad superior para lanzar piedras a un objetivo distante era una buena estrategia para los cazadores, una coherencia lateral en el manejo de martillos de piedra seguramente fue una estrategia igualmente buena para los talladores. Sostener un martillo o un proyectil en la mano, apuntar y proyectar el brazo velozmente hacia delante en dirección a un objetivo es lo bastante complicado desde el punto de vista fisiológico para exigir entrenamiento: los jugadores de béisbol dedican nucho tiempo a entrenar para estar en forma en el momento de la verdad. Un ojo de buey es un ojo de buey, esté cerca o lejos.

Hay algo más sobre este «preparados, apunten: ¡fuego!» que debiera alertarnos acerca de sus especiales exigencias de control. Durante la preparación del lanzamiento el brazo se levanta y se retiene mientras se li-

bera energía química para aumentar la tensión muscular. Igual que ocurre en un arco o una catapulta, artefactos de propulsión análogos, el lanzamiento debe diferirse hasta que se ha acumulado suficiente energía *potencial* en el músculo contraído para permitir la rápida aceleración de la extremidad. Una vez soltados los frenos e iniciado el movimiento, los músculos *proximales* de la extremidad se relajan instantáneamente.

Sin embargo, los músculos *distales*, que deben retener el objeto sostenido por la mano al menos durante una parte del movimiento, no pueden relajarse todavía. De hecho, la mano debe *apretar* lo que agarra durante la aceleración de la extremidad, de lo contrario podría perder el control del objeto que sostiene. En el caso del lanzamiento de una piedra, el próximo acontecimiento que requiere un control crítico sería soltar el objeto con una precisión temporal enorme —relajación del asimiento— algunas milésimas de segundo después de la liberación de la extremidad. Si la piedra se utilizara como martillo, el asimiento debería mantenerse, y la tensión muscular del antebrazo y de la mano tendrían que adoptar la configuración de «absorción de choque». Imaginemos qué extraordinario problema de control deben representar estas tareas para el sistema nervioso: en cada caso, deben crearse unos perfiles de contracción y relajación distintos para el brazo, el antebrazo y la mano. En cierto modo, dos segmentos del brazo deben tratarse como si no formaran parte del mismo brazo.*

El control de una secuencia invariante de contracciones y relajaciones musculares en interacción requiere, ni más ni menos, una perfecta regulación de los momentos inicial y final de todos estos eventos, lo cual determina a su vez el movimiento de cada uno de los segmentos de la extremidad implicados, que son los que regulan su estado contráctil durante todo el movimiento y en su punto final. No debe haber fallos en los tiros cortos, y las penalizaciones pueden ser importantes. *Aparentemente*, regular los tiempos de todas las conmutaciones *on* y *off* necesarias es, quizá, la parte más importante del perfeccionamiento de los movimientos, que deben ser rápidos, breves y extraordinariamente precisos. Puede que el problema del control se complique debido a la necesidad de emitir órdenes dirigidas a los segmentos proximales de la extremidad a partir de órdenes potencialmente incongruentes o conflictivas dirigidas simultáneamente a los segmentos distales. No debe sorprender, por lo

* Aunque esta descripción de la secuencia fisiológica no es más que una invención mía, la idea de la segregación proximal-distal de la función de la extremidad superior ha sido considerada con cierto detalle por otros autores. Para una revisión de una de estas propuestas —y dos impugnaciones— véase la nota 17 (comunicaciones de Healy, Peters y Steenhuis).

tanto, que el movimiento exija práctica, ya que, según parece, el sistema nervioso tiene que «memorizar» las instrucciones que dará a los músculos para que el movimiento pueda responder a un esquema de activación tan complejo y —una vez perfeccionado— tan inflexible.[9]

Podría ocurrir que el mejoramiento del control de cierta actividad produjera una curva de aprendizaje más rápida cuando la misma extremidad realizara habilidades o movimientos comparables. En este caso aumentaría la probabilidad de una asignación asimétrica de otras actividades. También aumentará la probabilidad de que se genere una estrategia neurológica específica a la que el cerebro acuda cada vez que se presente una tarea susceptible de ejecutarse óptimamente mediante tal estrategia. En otras palabras, el cerebro se instruirá a sí mismo para buscar (o identificar) todas las tareas cuyos perfiles de ejecución sean *A, B* y *C*, y simplemente «llamará» a la rutina *A, B* o *C* para que se ocupe del asunto cuando se presente la ocasión. En efecto, podría crear un *chip* (una especie de coprocesador) para estandarizar y agilizar cierto tipo de operaciones corrientes. Naturalmente, tal *chip* desaparecería con la muerte de su propietario. Pero si esta habilidad especial tuviera un valor de supervivencia a lo largo de las generaciones, la condición especial de los miembros con un alto nivel de esta habilidad favorecería, en general, el aumento de la expresión y la propagación del gen implicado.[10]

Aunque es cierto que nuestra preferencia por una de las dos manos refleja el efecto acumulativo de las exigencias medioambientales y las oportunidades para un nuevo tipo de movimientos de la extremidad superior durante la evolución de los homínidos, no por ello debemos dejar de preguntarnos, empezando por los australopitecos, qué le ocurrió en este proceso al brazo y la mano no dominantes. ¿Quedaron estancados? ¿Qué es lo que «enmudeció» para que pudiera emerger una asimetría manual? ¿O es que la extremidad superior no dominante se especializó de algún modo que hemos pasado por alto? A este respecto, vale la pena recordar que, cuando se tuvieron las primeras informaciones neurológicas sobre los hemisferios cerebrales, el hemisferio no dominante (generalmente el derecho) se trató como si fuera superfluo. Sin embargo, el criterio actual es que ambos lados del cerebro funcionan como un conjunto coordinado y que, cualesquiera que sean las diferencias entre sus funciones específicas, éstas son complementarias: se trata de un auténtico matrimonio, con una división del trabajo entre el hemisferio derecho y el izquierdo. Quizá pueda decirse lo mismo de las dos manos.

Estudios informales sobre el uso preferencial de una u otra mano en adultos, basados en autodescripciones, suelen dar estimaciones de 9:1 entre diestros y zurdos, con una proporción ligeramente superior de zurdos de

sexo masculino. Pero ninguna tentativa seria de definir tal preferencia con precisión o estimar su incidencia real puede depender del modo en que cada persona se etiquete a sí misma. En 1971, R.C. Oldfield publicó un estudio sobre este tema en el que participaron 1100 adultos jóvenes, y que se basaba en diez preguntas sobre el uso habitual de las manos (incluidas tres tareas bimanuales).[11] Los resultados de esta encuesta llevaron a Oldfield a proponer un «cociente de lateralidad» para describir la fuerza de uso de cada una de las manos, según el número de tareas verificadas con una mano o con otra. Nuevos estudios de este tipo que mostraban una variabilidad comparable en la lateralidad permitieron a los investigadores establecer un espectro que abarca desde los casi absolutamente diestros hasta los casi absolutamente zurdos, pasando por los ambidextros.[12]

Un apoyo teórico a esta idea es la hipótesis de la existencia de un gen «diestro», que por lo menos explica la variabilidad de la lateralización, aunque no dé cuenta de sus detalles comportamentales. Es una explicación compatible tanto con las estadísticas como con los casos, aparentemente paradójicos, de lateralidades opuestas en gemelos idénticos.[13] A principios de la década de 1980, sin embargo, algunos investigadores empezaron a considerar la posibilidad de que ser diestro o zurdo era un fenómeno más complejo de lo que se había creído hasta entonces.

Lo que nos indican los trabajos más recientes es que casi todas las generalizaciones propuestas con anterioridad fallan, y que ni siquiera la visión fisiológica de la habilidad manual como un rasgo unidimensional y asimétrico puede explicar los hechos. Los estudiosos del problema están de acuerdo en que se necesita un análisis más profundo de la lateralidad en primates no humanos, así como estudios de la cronología de la estabilización del uso de las manos por parte de los niños.[14] También se necesita una explicación mejor de los síndromes neurológicos que aparecen cuando la función manual está alterada («apraxia»).[15] Sin embargo, lo más apremiante es disponer de una ciencia analítica y exhaustivamente descriptiva de los movimientos y usos de la mano, así como de los eventos biomecánicos y neuromusculares responsables de la destreza de movimientos.[16]

La especialidad más nueva en este campo de investigación, la cinesiología, aborda *la* pregunta fundamental acerca de la lateralidad: ¿qué sabemos de los movimientos específicos asociados a las tareas asignadas a —o realizadas mejor por— la mano derecha o la izquierda en tareas unimanuales o bimanuales? La respuesta es: casi nada.

Según Oldfield, muchos investigadores empezaron observando la preferencia diestra o zurda y su rendimiento en tareas *específicas* monomanuales y bimanuales. No se intentó describir los movimientos ni sacar conclusiones a partir de las aportaciones biomecánicas o neuromusculares inherentes a ta-

les movimientos. Pero, incluso a un nivel descriptivo superficial, la diferenciación fundamental de las asimetrías en el rendimiento manual resultaba tan evidente como la dificultad de hacer generalizaciones significativas sobre la lateralidad y la habilidad manuales de los seres humanos.

La principal estrategia utilizada para descubrir en qué difieren físicamente las habilidades dominantes y no dominantes de cada una de las manos consistió en preguntar cómo se agrupan tales habilidades en los individuos. Es probable que tareas específicas fuertemente asociadas a una misma mano sean, desde el punto de vista del control, versiones diferentes de una misma habilidad motora, o tengan unas mismas exigencias de control. Por ejemplo, cabría formular la pregunta de si un individuo escribe, abre un tarro o clava clavos *siempre* con la misma mano. Si fuera así (y no lo es) sería muy probable que estas habilidades tuvieran requerimientos similares en cuanto a fuerza, agilidad, resistencia, etcétera, de manera que un análisis de su conjunto no nos daría más información sobre el rendimiento neuromuscular «dominante» que el que nos daría el análisis de cada una de ellas.

Los resultados más coherentes de todos estos estudios pueden resumirse brevemente:

- Escribir (o dibujar) está íntimamente relacionado con una gran diversidad de habilidades que exigen el uso refinado de útiles pequeños, los cuales deben manipularse con un agarre de precisión. Las autodefiniciones de preferencias manuales se basan invariablemente en la especialidad «escritura/dibujo», tanto en el grupo de los diestros como en el de los zurdos.
- El lanzamiento está íntimamente relacionado con otras habilidades lateralizadas de «todo el cuerpo», en las cuales la extremidad dominante se balancea en una rotación hombro-parte superior del cuerpo, y los movimientos del brazo del lado contrario contribuyen a la aceleración y la compensación. La elección del brazo lanzador está íntimamente relacionada con la preferencia por el mismo lado cuando se trata de dar puntapiés; la fuerza de asimiento es mayor en el mismo lado y, generalmente, la yema del pulgar es ligeramente más ancha.*

* Golpear con un palo de golf, un bate de béisbol y un martillo pesado constituye una clase especial de movimientos de «todo el cuerpo», en los que la mano lanzadora dominante suele colocarse junto al extremo percutor del instrumento. Pero en esta categoría la colocación de la mano puede variar más (es posible que el uso del palo o mango sea menos rigurosamente unidireccional, como ocurre cuando se barre o se rastrillan hojas) que en el lanzamiento. Tal como dice el neurólogo Norman Geschwind: «Un bateador ambidextro es más corriente que un *pitcher* ambidextro».

- Los diestros casi invariablemente lanzan y escriben (o dibujan) con la misma mano;* en cambio, aproximadamente la mitad de las personas que escriben o dibujan con la mano izquierda lanzan con la derecha. Cuando las tareas de escribir y lanzar están disociadas en los que escriben con la mano izquierda, la fuerza y el tamaño del pulgar son mayores en el lado derecho, y normalmente estas personas prefieren el pie derecho para dar puntapiés.[17]

En 1987, una publicación del psicólogo francés Yves Guiard disentía de manera notable de las teorías sobre la asimetría de la ejecución manual. Impresionado por lo extremadamente necesarias que son las habilidades bimanuales en las tareas diarias, Guiard proponía que una aproximación más realista a este problema —y más esclarecedora— consistiría en conceptualizar ambas manos como una asociación. La cuestión no debía ser cuál de las manos es la dominante, sino cómo interaccionan ambas manos, cómo, en una tarea determinada, se complementan las acciones de cada una de ellas para lograr un objetivo.

> «Si pensamos en un violinista, por ejemplo, es obvio que, en sentido estricto, ninguna mano es dominante, sino que la función de cada una (manipular el violín o manipular el arco) es igual de fundamental y difícil. Para tratar de la lateralidad en el contexto de tareas diferenciadas bimanuales, es evidente que no puede recurrirse al concepto corriente de preferencia por una mano, por la sencilla razón de que ninguna de ellas puede excluirse de la tarea. Al mismo tiempo, sería arbitrario decir que sus cometidos tienen dificultades diferentes».[18]

En la escritura, una actividad propiamente unilateral, Guiard demostró que la mano no dominante tiene la misión complementaria, aunque mucho menos evidente, de reposicionar el papel anticipándose al movimiento de la pluma. Incluso en actividades en las que parece que *no* se necesita movimiento alguno (como en el lanzamiento de dardos), la mano y el brazo pasivos son, probablemente, cruciales para contrarrestar el movimiento de la mano y el brazo activos.

Contemplando la complementariedad como principio, Guiard consiguió demostrar que las características físicas del movimiento y los meca-

* En general, se considera que un escritor diestro que lance con la mano izquierda es un zurdo biológico reconvertido en escritor diestro. Éste era el caso de mi padre. Su caligrafía era absolutamente ilegible, pero la gente siempre le decía que eso era lo propio de un médico.

nismos de control sensorial necesarios para cada uno de ellos son diferentes. Concretamente, para un mismo movimiento, la mano dominante tiende a ejecutarlo con una amplitud más baja y una repetición más rápida que la mano no dominante. Dicho técnicamente, las escalas de movimiento espacial y temporal de las dos manos son diferentes: la de la mano dominante es «micrométrica», mientras que la de la mano no dominante es «macrométrica».

Además de estas diferencias escalares, otra distinción importante entre ambas manos en una tarea compartida es que la mano no dominante (por ejemplo, la que ajusta la posición del papel en la escritura) «enmarca» el movimiento de la dominante: fija y limita el contexto espacial en el cual tendrá lugar el movimiento «hábil». Así, al coser, «como si fuera una abrazadera, la mano postural (izquierda) asegura la estabilidad *plástica*, esto es, produce situaciones estables sujetas a frecuentes alteraciones, gracias a las cuales se consigue que la posición y la orientación de la tela se adecúen siempre a la acción de la mano derecha».[19]

Finalmente, dice Guiard, la actividad enmarcadora y estabilizadora se adelanta siempre a la acción del otro elemento del par. Resumiendo: lo que Guiard propone es que existe una división lógica de tareas entre las dos manos, división que parece regir toda la gama de actividades humanas bimanuales. Para un diestro, «el movimiento de la mano derecha se construye relacionándolo con el movimiento de la mano izquierda; corresponde a una escala temporal-espacial que, comparativamente, es micrométrica, e interviene más tarde en la acción bimanual».[20] Dicho de otro modo (y parafraseando el título de este capítulo), *la mano izquierda sabe lo que está planeando la mano derecha, y la derecha sabe lo que acaba de hacer la izquierda.*

Lo que quizá resulte más enigmático en esta conceptualización es que dibuja casi perfectamente un «mapa» de los cambios estructurales que diferenciaron las manos de los primeros homínidos de las de sus parientes simios más próximos y les proporcionaron un nuevo modo de *asir* y nuevas capacidades. Cuando John Napier propuso que al considerar la prensión de la mano se considerara también un eje de fuerza-precisión, insinuaba (sólo insinuaba) las implicaciones neurológicas de esta organización tan especial de la función manual, y decía: «Es en la elaboración del sistema nervioso central y no en la especialización de la mano donde encontramos la base de la habilidad humana». Ahora bien, hemos de reconocer que buena parte de esta elaboración neurológica tiene algo que ver con la lateralización.

Recordemos que Marzke encontró en las manos de los homínidos primitivos la base estructural de tres modos de agarre distintos, útiles

para la manufactura de herramientas de piedra: el agarre yema-contra-lado (yema del pulgar contra el lado del dedo índice); el mandril de triple mordaza (dedos pulgar, índice y corazón colocados como hace un *pitcher* de béisbol) y el agarre de precisión en *mandril*, en el que el pulgar se opone a las yemas de los otros dedos para soportar el peso de un objeto irregular sin que se caiga al voltear la mano. En realidad, considerados en conjunto, estos tres modos de asimiento proporcionan todo cuanto se necesita para *todas* las habilidades manuales encaminadas a la supervivencia en circunstancias en las que las piedras son la única materia prima disponible para manufacturar herramientas.

- El mandril en triple mordaza es empleado por la mano dominante para lanzar y martillear.
- El asimiento yema-contra-lado lo utiliza la mano dominante para cortar con un instrumento de hoja, y la mano no dominante para sujetar una piedra más grande exponiendo al máximo la superficie a la percusión de un martillo de piedra.
- El asimiento en mandril es empleado por la mano dominante para sostener y manipular piedras.*

Así, desde el principio de la vida en el suelo de nuestros antepasados remotos, la estrategia de supervivencia basada en el empleo de piedras estuvo presente *por primera vez* en una mano simiesca, que disponía ya de una serie completa de requerimientos mínimos. Ya en esta fase, el uso habitual de herramientas de piedra habría favorecido no sólo una marcada lateralización que habría restringido los movimientos de «preparados, apunten, ¡fuego!» a un solo brazo, sino también el desarrollo de una división del trabajo entre las manos, especialmente en el uso de las herramientas, tal como describió Guiard. En la época de *Homo habilis*, hace 1,9 millón de años, tuvo lugar una modernización de la mano, siendo el cambio más sobresaliente un incremento de la precisión de los movimientos manuales. Para entonces el pulgar tenía ya un flexor largo diferenciado que incrementó grandemente la potencia de este dedo como contrafuerte.[21] Todavía quedan muchas preguntas sin contestar, pero hay una que reviste un interés extraordinario: ¿por qué la relativamente nueva habilidad de escribir está tan lateralizada? ¿Por qué somos tan in-

* El asimiento en mandril o «de precisión» también pudo utilizarse para sostener frutas y otros alimentos en posición de ingerirse (pensemos en lo que hacemos cuando comemos una manzana); el asimiento yema-contra-lado también pudo utilizarlo la mano no dominante para mover y sostener cosas que debían cortarse con una herramienta de hoja, tal como un carnicero actual utiliza su mano no dominante para separar la carne de la piel.

capaces de escribir con nuestra mano «torpe»? Entre las muchas explicaciones posibles, hay dos que considero las más plausibles y que, en realidad, no son mutuamente excluyentes.

En primer lugar, desde el punto de vista de la sinergia muscular, hay que pensar que muchas actividades llevadas a cabo por la mano dominante combinan una mezcla de contracciones musculares «tónicas» (lentas, posturales) y «fásicas» (rápidas, breves y generalmente repetitivas): mantener la presión sobre una herramienta y, a la vez, mover la muñeca y los dedos en secuencias rítmicas de movimientos alternativos para producir trayectorias rutinarias. Se trata de una acción muy compleja, ya que la ejecutan los músculos del antebrazo y la mano cuya misión es una contracción *sostenida;* son músculos que deben contraerse y relajarse una y otra vez. La solución que adopta el cerebro para superar la complejidad de estas tareas musculares es automatizarlas para crear unos movimientos micrométricos simples, memorizarlos y repetirlos sin variación alguna. Una vez aprendido el movimiento, es muy poco el control sensorial que se necesita.

En cambio, la mano no dominante debe moverse con anticipación para apoyar la acción de la otra mano, adaptando su movimiento tanto al comportamiento de un objeto externo como a las acciones de la otra mano, con lo cual se asegura que objeto y herramienta se encuentren en el tiempo y lugar adecuados. Evidentemente, realizar una gran diversidad de secuencias improvisadas de sostén y movimiento, que se desarrolle en modelos no estrictamente rítmicos o rutinarios como los de la mano dominante, supone una demanda motora. El control sensorial de la mano no dominante requiere una detección y un análisis precisos de todos los detalles, así como la integración de esta información con proyecciones del movimiento de la otra mano.

En la escritura, lo mismo que en la manufactura de herramientas de piedra, el rendimiento de la mano dominante es micrométrico, estereotipado y, en gran parte, gobernado *internamente* («preprogramado»).* El

* Una explicación de por qué la escritura está tan lateralizada y su control se transfiere tan escasamente al hemisferio no dominante es que los movimientos de la mano se han vinculado a otra operatividad bastante específica del hemisferio dominante: los movimientos de la escritura han sido «capturados» en cierto modo por el «chip del lenguaje». Esta sorprendente posibilidad la admiten muchos especialistas para explicar la, por otra parte casual, fusión de la escritura lateralizada con la función lateralizada del lenguaje en el hemisferio cerebral «dominante». Entre los proponentes de esta idea está Doreen Kimura, quien sugirió que estas funciones eran comparables en cuanto a su dependencia de operaciones de secuenciación. Véase D. Kimura, «Neuromotor Mechanisms in the Evolution of Human Communications», en D. Steklis y M. Raleigh (eds.), *Neurobiology of Social Communication in Primates: An Evolutionary Perspective,* Academic Press, Nueva York, 1979.

rendimiento de la mano no dominante es macrométrico, improvisatorio y gobernado «externamente».

Es interesante considerar la tarea de escribir en este contexto. Aunque la trayectoria que traza la pluma sobre el papel no nos parezca una serie de garabatos idénticos, la escritura se reduce a esto. Fisiológicamente, podemos darnos cuenta de la estructura profunda de la escritura trazando una línea tras otra de círculos unidos (esto es lo que hacen los niños en la clase de caligrafía). La conversión de estas líneas de círculos en palabras y frases reales tiene lugar cuando introducimos pequeñas variaciones en la *proporción* de verticalidad u horizontalidad del movimiento. La metodicidad y previsibilidad extremas de la escritura individual se debe a este modo de generar y controlar el movimiento. Fíjese bien el lector en lo que hace su mano la próxima vez que escriba algo. Si quiere reírse con ganas, trate de reducir aproximadamente a la mitad la velocidad con la que estampa su firma y compruebe luego si es capaz de reconocerla.

Todavía no hemos explicado por qué estas funciones tan importantes suelen estar controladas por el lado izquierdo del cerebro.[22] Esto, que sin duda es la suprema distinción organizativa del cerebro humano, sigue siendo un misterio. Se ha sugerido muchas veces que en los primates primitivos el cerebro derecho ya había adquirido una capacidad especial para el proceso visuoespacial, y que, por consiguiente, una modalidad diferente de proceso neural (secuencial, en oposición a la basada en patrones) habría pasado naturalmente a ser la propia del hemisferio opuesto. Si esto fuera cierto, probablemente representaría un compromiso muy afortunado, porque yuxtapondría la ventaja de un brazo derecho lanzador a la de un campo izquierdo visual capaz de mirar y no perder de vista: ¡nada más útil para un *pitcher!* Cualquiera que sea la verdad, cuando empezamos a vivir sobre el suelo había espacio para una nueva tarea computacional comparativamente de bajo nivel (subcontratación de movimientos repetitivos, rutinarios de la mano y de los dedos) y esta tarea se asignó al (entonces) comparativamente perezoso hemisferio izquierdo. Quizá, de una manera inesperada, el ordenador de bajo nivel aprendió de manera autodidacta nuevos trucos y robó el espectáculo.

9
Malos chicos, polilitos y revolución heterotécnica

> Ya nadie arregla nada. Sólo se compran piezas nuevas y se cambian.
>
> Jack Schafer, en su garaje, 24 de mayo de 1993

Para el visitante que acabe de llegar a la década del cerebro (ahora en proceso de enfriamiento) las perspectivas de una estancia agradable no son, por el momento, favorables. Parece como si estuviera empezando algo parecido a la Torre de Babel: muchas lenguas habladas, pero muy poca comunicación. Insistimos ahora en que nunca entenderemos qué es la inteligencia hasta que no podamos establecer de qué modo están interconectados bipedismo, braquiación, interacción social, acicalamiento personal, ambidextria, lenguaje y uso de herramientas, articulación de ensilladura del quinto metacarpo, neuronas «de comunicación» en el córtex parietal del cerebro, neurotransmisores inhibitorios, clados, codones, secuencias de aminoácidos, etcétera, etcétera. Pero todo esto es una ilusión. ¿Qué posibilidades tenemos de conectar ideas y hechos tan dispares? ¿Cómo podemos *pensar* siquiera en hacerlo si cada disciplina tiene su campo privado con múltiples e infinitas regresiones, conocimientos o fragmentos de conocimientos bajo los cuales hay piezas pequeñas y bajo estas piezas, otras todavía más pequeñas, y así sucesivamente? Es una tarea que, tal y como se presenta hoy, resulta más que desalentadora.

Recientemente, al leer una extensa crítica sobre un artículo muy interesante publicado en 1991 en la prestigiosa revista científica *Behavioral and Brain Sciences*, tuve la sensación de que nosotros mismos estamos atrapados en esta especie de ruidoso callejón sin salida. El artículo, cuya autora es Patricia Greenfield, profesora del departamento de psicología de UCLA, se titulaba «Lenguaje, herramientas y cerebro: ontogenia y filogenia del comportamiento secuencial organizado jerárquicamente».[1] No era un título irresistible, pero me llamó la atención, y a la postre el artículo resultó fascinante. Partiendo de la idea de la inteligencia humana como un desarrollo biológico (en la línea sugerida por Jean Piaget, Lev Vygotsky y Noam Chomsky) la profesora Greenfield analizaba su propia y dilatada experiencia en la observación de niños mientras trabajaban en problemas sencillos, resolubles con las manos: comer (o jugar) con cucharas, amontonar tarugos, encajar cubiletes o copiar modelos geométri-

cos a base de bastoncillos. Su proposición era que el cerebro humano organiza y vigila las interacciones del niño con los objetos casi de la misma manera que organiza y vigila la producción del lenguaje. Estas dos habilidades específicas (manipulación de objetos y manipulación de palabras), así como la cronología del desarrollo asociada al dominio de tales habilidades por parte del niño, ocurren de una manera tan paralelamente transparente que el cerebro debe: (a) aplicar a ambas la misma lógica o las mismas reglas de procedimiento, y (b) utilizar las mismas estructuras anatómicas.

Entre los diversos tests que Greenfield describe, hay uno del que ya informó hace veinte años y que, según cree, no sólo desenmascara un «silencioso» generador de reglas jerárquico (una «estrategia combinatoria») en el cerebro humano, sino que nos proporciona información importante sobre su funcionamiento. Este generador de reglas vigila cualquier comportamiento ingenuo del niño de una manera tan metódica y a la vez tan rutinaria que no es posible poner en duda ni su presencia ni su influencia: el crecimiento mental que se observa en el niño sigue el desarrollo de un conjunto de reglas que se manifiestan *en el cerebro* como unas configuraciones neurales genéticamente determinadas, y *en el niño* como tendencias comportamentales predecibles. ¿Cómo sabemos que sabemos esto? Si nos preguntamos qué edad tiene un niño, explicaré cómo nos daría la respuesta el rompecabezas de bastoncillos de Greenfield una vez puesto delante del pequeño.*

La profesora Greenfield ha estado trabajando en esta actividad durante dos décadas, y sus hallazgos son realmente sorprendentes. He aquí como funciona uno de sus primeros tests: consiste en un juego de veinte bastoncillos idénticos que se ponen sobre la mesa configurándolos en patrones de casillas interconectadas. Al niño se le da su correspondiente juego de bastoncillos y se le pide que copie las formas. Ningún niño hace el test exactamente de la misma manera, sino que cada grupo de edad resuelve el problema de una forma que, según Greenfield, demuestra que es coherente con su hipótesis. Para la edad de seis años, no importa el modo en que el niño empieza a realizar la tarea: siempre pone un bastoncillo en un lugar cualquiera, pero en contacto con un extremo del *último* bastoncillo que él mismo ha colocado (si tal lugar está disponible). Este movimiento abre el camino y, sin interrumpir las continuidades físicas que va creando con su propio acto físico, el niño va haciendo que el modelo se parezca más al que debe reproducir. La secuencia de

* Según se indica en el informe de Greenfield, esta prueba se realizó con niños de seis, siete y once años.

sus pasos se ajusta a un principio sencillo, quizá restrictivo, pero *exitoso*, e implica que en algún lugar del cerebro hay una regla que limita las complejidades potencialmente inmanejables de la tarea. Lo bueno de esta regla es que no obliga a resolver totalmente el problema de inmediato. Sólo hay que empezar, y puede empezarse por cualquier parte. La secuencia de movimientos del niño define, y pasa a ser, la solución del problema.

Aunque el observador no puede ver el interior de la mente del niño, contemplando sus movimientos discierne la existencia de unas reglas que guían sus manos y puede hacer inferencias a partir de lo que ve. Cuando éstas se cumplen, el observador puede decir, como si hablara por el niño: «Así es como lo hago».

El niño teóricamente ingenuo actúa según lo que la profesora Jeanne Bamberger del MIT define como un «camino sentido».[2] En el fondo de nuestras mentes, nosotros, lo mismo que cualquier científico bautizado en las fuentes del pensamiento antropológico y darwinista, pensamos: «Así es como lo haría un chimpancé. ¡Esto es pasar por la fase chimpancé!». No es una mala analogía y, además, nos divierte.* Lo que nosotros sabemos, y que el propio niño todavía no sabe, es que no tardará en dejar atrás su «etapa chimpancé» y al chimpancé mismo. Pero a esta tierna edad, su desarrollo mental todavía tiene que *evolucionar*.

El test se hace más interesante cuando se efectúa con niños mayores. Los de siete años ya no colocan cada bastoncillo en contacto con el último. Los pequeños pueden moverse alrededor del rompecabezas, trabajando un rato en una parte del problema, cambiar luego a otra y generar una simetría burda mientras van avanzando, pero sin dejar nunca que una zona quede demasiado lejos de las otras. Y proceden así hasta terminar. Aunque a esta edad no hay dos niños que sigan el mismo camino, sus soluciones globales tienden a tener este carácter. Cualquiera que sea la secuencia que sigan, ésta manifestará la influencia de un proceso abstracto, *jerárquicamente* organizado, que deja de lado el «camino sentido» del controlador para hacer las cosas a su manera. El niño de siete años muestra los cambios de maduración de su cerebro y se aproxima al problema como si fuera de tipo *arquitectónico*. Ayudado por una representación

* Por una razón muy importante, esto es *solamente* una analogía. Los seres humanos podemos imitar, pero no «recapitular» el comportamiento de animales de los que en realidad no descendemos. Así pues, aunque dijéramos que en alguna fase de su desarrollo un niño puede «pensar como un chimpancé», estaríamos haciendo una afirmación equivalente a decir que un murciélago «vuela como una golondrina». Las alas de los murciélagos y de las golondrinas son comparables en cuanto a la explotación que hacen de unas mismas leyes físicas para conseguir propulsión aérea, pero los caminos evolutivos de ambas no guardan relación alguna.

interna del modelo que debe lograr, ya no mira los bastoncillos que coloca (y que todavía está colocando, uno tras otro, sobre la mesa) para contestar a la pregunta «¿dónde pongo el siguiente?». Al utilizar el modelo propuesto en la parte de su cerebro que genera los movimientos de brazos y manos, este niño está mostrando un brote de arquitectura cognitiva. Las representaciones jerárquicas reconfiguran tanto sus procesos perceptuales como el control de los movimientos. Abróchense los cinturones, porque el despegue está a punto de producirse.

En esta misma tarea, un niño de once años realizará exactamente el modelo propuesto. Pero, si le contempláramos, seguramente podría parecernos que algo ha salido mal: el rendimiento del chico no es *ordenado*. Sin embargo, a Greenfield no le preocupa esta falta de orden, ya que no le parece ni una aberración perceptual ni un fallo en el seguimiento de la regla. Por el contrario, el comportamiento del chico indica un avance importante en la función cognitiva: se ha convertido en un *improvisador*. El modo en que utiliza su modelo de pensamiento jerárquico es ahora tan seguro, su técnica tan completa, que se ha convertido en un ser libre. El niño de once años está tan bien equipado para esta tarea que su rendimiento puede compararse al de un guía de turistas o incluso al de un gran músico de jazz. Confía tanto en su representación interna del modelo de bastoncillos (modelo que será escrutado por el Generador de Todos los Posibles Movimientos Siguientes de su cerebro) que puede moverse alrededor del problema y adoptar el camino que más le guste. Conoce el aspecto de toda la estructura del rompecabezas y el lugar que él mismo ocupa. Incluso puede cerrar los ojos, verlo todo y saber cuál es la salida. Sin duda, ahora se comporta con *inteligencia*.

La conclusión de Greenfield es la siguiente:

> «En el desarrollo temprano, todo apunta a la ontogenia enlazada de unos programas de combinación de objetos y de combinación de sonidos... Después de la edad de dos años... la combinación de lenguaje y objetos empieza a desarrollarse más autónomamente para, al final, generar sus propias formas especiales de complejidad estructural».*

* En el artículo de Greenfield hay más cosas, como una comparación intercultural y una crítica de la investigación reciente sobre los mecanismos neurológicos relacionados con el lenguaje y la manipulación de objetos. Consideraremos todo esto con más detalle en el capítulo 10. Para más información sobre la manipulación de objetos por los niños, véase Greenfield y Schneider, «Building a Tree Structure. The Development of Hierarchical Complexity and Interrupted Strategies in Children's Construction Activity», *Developmental Psychology* 13 (1977), págs. 299-313. Tal como señala Henry Plotkin, la relación entre la manipulación de objetos y la aparición de la «comprensión causal» no es nada sencilla, y ha sido demostrada estudiando las reacciones de niños de dieciocho semanas en situaciones físicamente «imposi-

Llegados a este punto, recapitulemos brevemente nuestro propio «camino sentido». Hemos considerado desde diversos puntos de vista los orígenes de la divergencia de los homínidos a partir de los monos antropomorfos. Dejándonos guiar por Darwin, hemos fijado la atención en la extremidad superior, que se liberó de su obligación de sustraer el cuerpo a la acción de la gravedad, y en el nuevo campo de exploración que este cambio ofreció a los primates cuando se trasladaron desde una selva en trance de desaparición hasta la peligrosa sabana. Su mano podía evolucionar en respuesta a las nuevas oportunidades, y así lo hizo. Esta mano ya no se limitó a lucir un pulgar oponible, sino que lo transformó en un órgano con una capacidad de manipulación enormemente ampliada y con la posibilidad de sujetar objetos de varios tamaños y formas con fuerza o con delicadeza, y de manera constructiva.

Al incluir la mano en el problema de la evolución del cerebro humano, hemos tenido ocasión de apreciar el auténtico caudal de posibilidades evolutivas que introdujo este hecho, gracias a la interdependencia mutua de estructura y función. Hemos visto también que el cerebro homínido, lo mismo que la mano, estaba libre para «experimentar» bajo un nuevo conjunto de condiciones que, con el tiempo, favorecieron la complementariedad de la lateralización funcional cerebral y manual. Los cambios estructurales del cerebro, que son el fundamento de su actual complementariedad funcional, no sólo fueron propiciados por estrategias de supervivencia basadas en una división del trabajo entre las dos extremidades superiores, sino que se vieron profundamente *configurados* por tales estrategias. El lanzamiento, tal como propuso el antropólogo Ralph Holloway, fue seguramente el primer paso.[3] La elaboración de herramientas, si no fue el primer paso, figuró entre los primeros comportamientos genuinamente humanos. Sus consecuencias podemos verlas ahora no sólo en el cambio de la relación de los homínidos con su entorno, sino también en las funciones del cerebro humano moderno. En otras palabras, la coevolución supone más de lo que reconocemos como la interrelación multinivel de los sistemas ecológicos complejos. En su propia escala evolutiva temporal, los sistemas biológicos pueden y deben modificarse mutuamente y a sí mismos, y son capaces de hacerlo a cualquier nivel anatómico, funcional o jerárquico. Es este proceso abierto-

---

bles». Estos estudios sugieren que los niños están influidos por una heurística que les conduce a esperar coherencia visual en el mundo físico. Véase Plotkin, *Evolution in Mind*, págs. 186-200. Para una exposición más amplia, incluidas las operaciones cognitivas y perceptuales de una heurística primaria (en este caso, el sentido innato del número) véase Stanislaus Dehaene, *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics* (Oxford University Press, Oxford, 1997), especialmente el capítulo 2, «Babies Who Count».

cerrado, a veces rápido, a veces glacialmente lento, experiencial, de modelación y remodelación recursiva de órganos, organismos y procesos orgánicos lo que entendemos por «coevolución».

La investigación de la profesora Greenfield nos recuerda que toda explicación creíble sobre la inteligencia y el lenguaje humanos debe ajustarse a los hechos evolutivos y neurológicos tal como los conocemos. Greenfield intenta este ajuste de dos maneras. En primar lugar, identificando los mecanismos del cerebro comunes al lenguaje humano y la habilidad en el uso de herramientas para argumentar después que esta asociación no es accidental. En segundo lugar, buscando analogías de procedimiento en el lenguaje humano y en el uso de herramientas para argumentar después que la evolución ha creado, con el cerebro humano, un órgano poderosamente predispuesto a generar reglas que tratan los nombres como si fueran piedras y los verbos como si fueran palancas o poleas. Nos aproximaremos al aspecto neurológico de esta cuestión en el próximo capítulo. En lo que resta del presente, consideraremos la idea de que nosotros, los seres humanos, somos instruidos por nuestros genes (o estamos limitados por ellos) para construir frases a la manera en que construimos sombreros o ciudades. Nos preguntaremos, recurriendo a la clásica frase de Ernst Haeckel, si en el lenguaje y en el uso de herramientas «la ontogenia recapitula la filogenia».*

Aunque Haeckel estaba pensando en la estructura, la ontogenia de la *función* puede muy bien «recapitular la filogenia» (Greenfield y muchos otros opinan así). Cuando observamos a un niño de tres años resolviendo un rompecabezas «como un chimpancé», la analogía nos divierte, aunque de hecho podría estar recapitulando de manera incompleta, pero no por ello menos auténtica, un precedente evolutivo («homología»). En esta progresión imaginada de recapitulación cognitiva, el mismo niño, a los seis años de edad, visita el mundo y las capacidades cognitivas de Lucy. A los siete años, manifiesta el ingenio y la habilidad de *H. erectus*, y a los ocho años quizá ya ha superado este nivel. Ciertamente, la evolución cognitiva de una mente humana no sigue fielmente las pautas de sus antecesores, pero esto no significa que la idea de un desarrollo secuencial sea una falacia.[4]

Como Greenfield, el antropólogo Peter Reynolds ha abordado el problema de la relación histórica, o *filogenética*, de la combinación de objetos con el lenguaje y el pensamiento, y ha compuesto una seductora

* Al embriólogo Ernst Haeckel se debe una de las corazonadas más fructíferas que jamás se han dado en biología: que las formas ancestrales de una especie dejan su impronta en los procesos de desarrollo de sus descendientes vivos.

trama para la chispa y la subsiguiente ignición de la coevolución humana construccional, intelectual y cultural. Coincidiendo con Dunbar, atribuye el comportamiento social (especialmente el acicalamiento mutuo) a la aparición de un contexto rudimentario no sólo estimulante, sino también estable, para la exploración y la potenciación de la comunicación interpersonal simbólica. A diferencia de Dunbar, que asocia cerebro y progreso cultural con el aumento del tamaño del grupo social, Reynolds cree que el *carácter* de las interacciones grupales fue el estímulo definitivo para la aparición del lenguaje y la inteligencia humanos, y que los grupos pequeños y cooperativos crearon un contexto dentro del cual se idearon y perfeccionaron las convenciones lingüísticas. Donde mejor se refleja el carácter de estas interacciones es en los tipos de cooperación que podemos observar entre animales cuya supervivencia depende de su organización social.

En la cooperación *simétrica* (según la nomenclatura de Reynolds) los miembros del grupo comparten una tarea (usualmente la caza) tal que la función de cada cual es esencialmente indiferenciada e intercambiable. Las jaurías cooperan de esta manera, aunque la asignación tiende a ser flexible y, una vez derribada la presa, los animales suelen dejar de cooperar y compiten por los despojos.

Reynolds cree posible que, ya desde la fase más remota de la fabricación de herramientas de piedra, la cooperación en esta tarea habría sido asimétrica, y propone que esta manufactura debió evolucionar como un fenómeno social. Desde este punto de vista, se habría desarrollado en grupos que trabajaban codo con codo, donde todo el proceso debió depender de las distintas contribuciones de sus miembros, cada uno de los cuales podría comprender y prever la aportación de los demás. Reynolds califica esta cooperación de *heterotécnica*, y sustenta su tesis en la experiencia adquirida por él mismo a lo largo de años de observación directa de chimpancés, aldeanos de Nueva Guinea y aborígenes australianos. Estos últimos continúan fabricando cuchillos de piedra «simples» tal como seguramente lo hacían hace miles de años.

> «Cada individuo podía anticipar la acción de otro y la facilitaba con una acción complementaria. Para la preparación del material termoplástico que se emplea como mango de los cuchillos de piedra, uno de los hombres vaciaba las semillas de *spinifex* de una bolsa de plástico moderna a un plato tradicional de madera... y luego las alisaba. [Después] los dos hombres las ponían a calentar al fuego... Un hombre pasaba un palo al otro, que a su vez hurgaba los tizones. A continuación, su compañero cogía otro palo y participaba también en la

tarea. [Más adelante], uno de los hombres tomaba el líquido viscoso y lo moldeaba en forma de bola... Después los dos hombres se repartían el trabajo: uno de ellos moldeaba el material termoplástico en forma de toscos mangos de cuchillo, mientras el otro les daba la forma final y encastraba las hojas de cuchillo de piedra previamente preparadas».[5]

Los aborígenes no son sólo gente mañosa para la manufactura de herramientas de piedra. Su metodología engañosamente primitiva exhibe todos los principios básicos de la fabricación moderna: «Especialización de tareas, coordinación simbólica, cooperación social, complementariedad de funciones, objetivos colectivos, secuenciación lógica de las operaciones y ensamblamiento de elementos fabricados por separado».[6] Este tipo de trabajo cooperativo, especializado, dividido y socialmente organizado para conseguir un objetivo concreto *nunca* se ha visto fuera de la especie humana. No importa cuán hábiles puedan ser los chimpancés, ni lo que observen y aprendan, ni cómo interaccionen unos con otros, lo que *nunca* hacen es cooperar en la manufactura y el uso de herramientas.

Reynolds cree que los hábitos sociales de los precursores no humanos contribuyen a explicar la evolución del trabajo cooperativo. Concretamente, la adhesión social y la interpretación exploratoria de papeles (y su intercambio) establecen las precondiciones para un comportamiento de fabricación más deliberado y mucho más organizado. Su propia experiencia trabajando en la industria informática ha reforzado estas convicciones: los diseñadores e ingenieros de Silicon Valley conceptualizan, diseñan, prueban y perfeccionan máquinas electrónicas en un proceso que es indistinguible del que siguen los aborígenes en la fabricación de herramientas de piedra. Está en nuestra naturaleza combinar inteligencia y manualidad. Pero la cooperación heterotécnica no se reduce a la transformación de prácticas sociales arraigadas en un plan estratégico de trabajo comunitario cooperativo. Para comprender esta tesis y sus implicaciones, debemos comprender también de qué manera difieren los productos humanos de los productos de otros seres no humanos que también emplean herramientas.

Dos vocablos esclarecen esta distinción. El primero, *lito*, designa cualquier subunidad de una herramienta (o de cualquier otro objeto manufacturado) cuyos componentes están unidos mecánicamente, llamada *polilito*. El segundo, *podo*, se refiere a las subunidades de un *polípodo*, objeto o estructura compuesto cuya estabilidad depende de la gravedad.

Los primates, humanos y no humanos, son capaces de hacer polípodos. Éstos pueden ser estructuras pequeñas y sencillas (por ejemplo, un

montón de dos piedras) o grandes y muy complejas (por ejemplo, la puerta de Micenas). También pueden ser temporales e improvisadas. Reynolds cita el ejemplo de uno de sus guías en Nueva Guinea. Para cruzar una laguna, aquel hombre formaba, con dos canoas volteadas y su *propio cuerpo*, una especie de catamarán que empleaba para transportar pasajeros y sus equipajes de una orilla a otra. Este dispositivo de flotación *ad hoc*, realmente ingenioso, puede calificarse de polípodo.

En cambio, un polilito es un objeto que consiste en cierto número de elementos, o subconjuntos, unidos que pueden girar libremente sin que la integridad estructural o funcional del objeto quede alterada. Una herramienta con mango (por ejemplo, un martillo, cuya estabilidad no depende de la gravedad) encaja en esta definición. Los polilitos pueden rotar en el espacio porque todas sus piezas están unidas unas a otras mediante lo que llamamos «junturas». Una piedra atada a un palo para hacer un hacha será, por definición, un polilito. Puede utilizarse como martillo, o convertirse a su vez en subunidad de otra construcción mayor. Según esta definición, un juego de construcciones puede emplearse para hacer polípodos y polilitos, pero una baraja, por sí sola, nunca podrá dar más que un polípodo (por ejemplo, un castillo de naipes).

Según Reynolds, los seres no humanos pueden hacer herramientas y utilizarlas de maneras complejas e ingeniosas, pero nunca serán polilitos. Los chimpancés pueden hacer plataformas polípodas muy elaboradas, y hasta pueden *aprender* a manufacturar polilitos simples, pero nunca sin la ayuda de seres humanos.

En lo que él llama «teoría de la complementación», Reynolds liga el principio de la cooperación heterotécnica a la distinción polípodo-polilito, y llega a la conclusión de que las interacciones sociales codo a codo, esenciales para la manufactura de herramientas complejas, exigen «las habilidades cognitivas de inferencia causal y deducción lógica».[7] Pero, para actualizar y hacer real esta afirmación, debemos ir al garaje de Jack Schafer.

Jack Schafer es un hombre afable que regentaba una tienda de marcos en Walnut Creek, California. Hace algunos años fui a su tienda para que me enmarcara una fotografía de Charles F. Bretzman, mi abuelo materno. Un siglo antes, el señor Bretzman, que aún no había cumplido veinte años, había llegado a Estados Unidos procedente de Peine, un pueblecito del norte de Alemania, cerca de Hannover. Viajó por el Oeste americano trabajando en toda clase de oficios y haciendo algunas fotografías, hasta que finalmente se asentó en Indianápolis. Pionero de la fotografía *Cirkut*, Bretzman fue el primer fotógrafo oficial del circuito de Indianápolis, y también hizo una excelente carrera como retratista.[8] La

Figura 9.1. Un polilito muy complejo (un Mercury de 1949) llama la atención de la juventud norteamericana en un acto muy concreto de cooperación heterotécnica. Esta fotografía clásica se hizo para *Life Magazine* por A.Y. Owen en 1957. (Copyright © Time Inc.)

fotografía de Bretzman, un autorretrato, nos llevó a hablar de fotografía en general, pero también de carreras de automóviles. Resultó que las carreras de automóviles eran la otra pasión de Jack. De hecho, las paredes de su tienda estaban decoradas con fotografías imponentes de grandes campeones. Mientras yo todavía las estaba contemplando, Jack me invitó a su casa para que viera un automóvil en el que estaba trabajando.

Una semana después de esta invitación me detuve junto al camino de entrada a su casa, me apeé de mi automóvil y *retrocedí* en el tiempo hasta mi adolescencia. Allí delante, en su garaje, como en cuclillas, estaba la pantera de nuestra juventud: un Mercury de 1949. Brillantes llamaradas pintadas de color amarillo-anaranjado parecían lamer los guardabarros delanteros. La rejilla cromada, bellamente ondulada, lucía una sonrisa, fría y perfecta, que detenía los latidos del corazón. Junto al capó abierto, en un pedestal y tan abrillantado que había que entornar los ojos para mirarlo, estaba el motor. Hubiera podido lucir en un escaparate de Tiffany's. Anduve lentamente alrededor del automóvil, consciente de que el

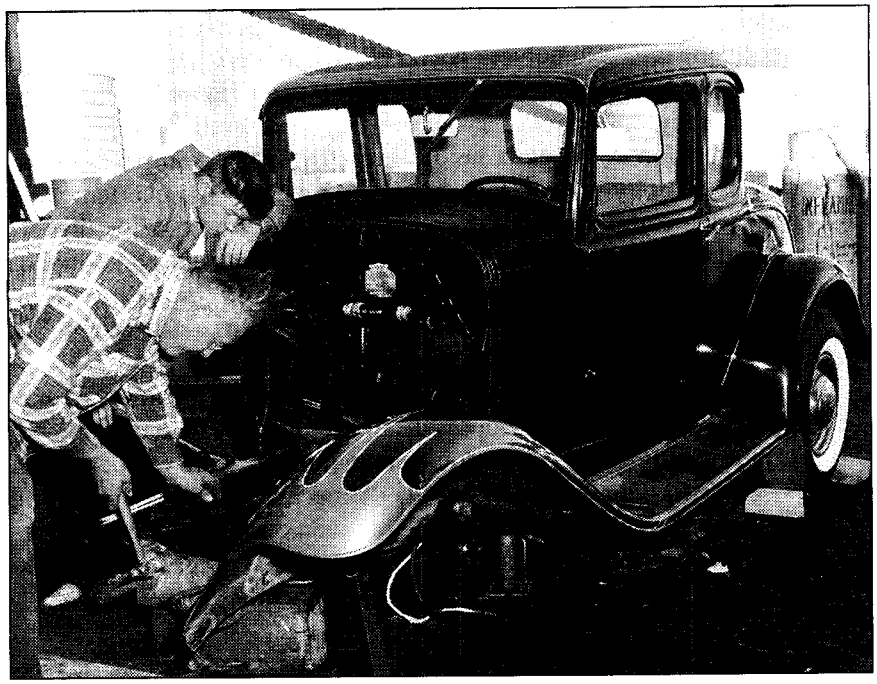


Figura 9.2. Jack Schafer, con quince años, trabajando bajo la tutela de su padre, estaba poniendo los cimientos de una larga vida de afición a los motores, los automóviles y las carreras. Ahora, muy cerca ya de la edad que tenía su padre cuando se hizo esta fotografía, Jack está al frente de un próspero negocio de restauración de automóviles clásicos americanos *(Flat-head Jack*, en Walnut Creek, California).

asombro que sentía en aquel momento ya lo había sentido en otra ocasión: ante la tumba de Napoleón, en París.

Por lo visto, aquel automóvil tenía una historia muy ligada al propio Jack:

> «Me crié en Red Bluff, California, y acabé mis estudios secundarios en 1958. Por entonces dedicaba todo mi tiempo a los automóviles. En Red Bluff no hay mucho que hacer, de manera que por la noche sólo podías salir y meterte en alguna gasolinera céntrica para ver pasar los camiones. La calle principal era también la carretera que atravesaba la ciudad. Naturalmente, todos los que trabajaban en las gasolineras estaban interesados en los automóviles. Todo iba ligado. Aquellos muchachos tenían camionetas, automóviles y toda clase de materiales de la época relacionados con los automóviles. Mi padre

me dejó a veces intentar arreglar alguno, pero ahora sé que estaba seguro de que nunca lo hubiera hecho funcionar. Pero me permitía gastar algo de dinero en piezas de recambio y me ayudaba a obtenerlas.

»Un amigo mío tenía una camioneta —una Ford de 1951— con dos carburadores. Nunca la he olvidado. Mi amigo venía a casa, sacábamos el motor y luego lo volvíamos a montar. Sólo queríamos jugar con los carburadores. Esto fue lo primero. En aquellos días de juventud me dejaba caer por las gasolineras para estar con aquellos muchachos. Me dejaban hacer algunas cosas, los trabajos sucios. Pero si hubiera sido posible hacer algo por aquellos automóviles, hubiera pagado por que me dejaran intentarlo.

»Mi familia tenía una tienda de accesorios para camiones, con limpiadoras de vapor, soldadores de arco, sopletes y toda clase de gatos, pulimentos y equipos para hacer cualquier trabajo en los camiones. También teníamos una plantilla de mecánicos especializados en camiones. Yo tenía todo esto, aparte de toda clase de materiales menores, desde tuercas y pernos hasta clavijas. Cualquier cosa que uno pudiera necesitar, allí estaba. Era como un sueño».

Jack recuerda que deseaba tanto estar con sus compañeros y sus automóviles que, cuando tenía trece años, aprendió él solo a pintar adornos y se convirtió en pintor de carrocerías. «Lo cierto es que nunca pensé mucho en ello, pero era una manera de estar entre automóviles.»

«Sucedió en los primeros años de instituto, entre 1954 y 1955. Recuerdo que oí la llamada de la fama en una carrera automovilista de Reno, una de las primeras importantes que vi. Fui a Redding con mis pinturas y pregunté a Bob Watts si me permitiría pintar las bandas de su automóvil. No le cobré nada, se lo pinté porque lo único que deseaba es que mis bandas estuvieran en aquel automóvil. Más tarde, este mismo coche estuvo expuesto en una tienda: lucía mis bandas. Creo que esto fue en 1955. En realidad, yo siempre había pensado en el arte. En la escuela, cuando hacíamos gramática y se suponía que debíamos estar muy atentos, yo siempre me dedicaba a dibujar. Hacía dibujos a montones, dibujos de todas clases: aviones, automóviles... sabe Dios...

»Después del instituto hice el servicio militar, y una de las primeras cosas que hice de vuelta fue ir a un circuito de carreras para ver correr los bólidos. Aquel mismo día *compré* un automóvil de carreras y me gasté en él todo el dinero que tenía. Esto era en 1962».

Jack pilotó su propio automóvil durante seis años, hasta que un día encontró a Garvin Tonkin, un empleado de un banco local que sustituyó a Jack como piloto.[9] Jack no volvió a competir en carreras. Sólo trabajaba con motores, y el Mercury 1949 se convirtió en su especialidad.

«Tan pronto como me dediqué exclusivamente a los automóviles, todo cambió. Empecé a observar lo que hacían los demás. Por entonces, al igual que mi padre, siempre pensaba cómo podía hacer las cosas mejor de lo que se habían hecho hasta entonces, probando lo que nunca nadie había probado, ensamblando las cosas mejor que antes... A medida que mis automóviles se hacían más sofisticados, empezamos a intentar batir el récord mundial. Con aquel motor, igual que el que tenemos aquí, gané el título de la American Hot Rod Association Drag Racing. Lo conseguí hace años, pero aún no ha sido superado».

Pregunté a Jack cómo ve ahora aquel amor suyo tan precoz por los automóviles y si da alguna importancia al modo en que su padre le enseñó a utilizar las manos.

«Creo que, por proceder de un medio rural, ya sabía manejarlas. En Red Bluff no hay mucho que hacer; no es la capital intelectual del mundo, de manera que te ves obligado a hacer trabajos manuales. Mi padre se las arreglaba muy bien. Podía tomar cualquier cosa que no funcionara y hacerla funcionar de nuevo mejor que antes. Era enormemente habilidoso.

»La afición a las carreras también se le contagió. Cualquier cosa que yo hiciera, la compartía conmigo y me animaba a continuar. Creo que ésta es una cosa que hacen los padres. En cuanto a mí, amaba aquellos automóviles y el ruido de los motores, y ansiaba tenerlos entre mis manos. Por entonces yo no era una persona competitiva, como tampoco lo soy ahora. Simplemente, me gustaba jugar con los automóviles. Y no hay que olvidar que siempre había un equipo, unos vínculos entre muchachos, supongo, o algo así, no lo sé.

»Ahora todo es diferente: los chicos y también los automóviles. Nadie arregla nada. Se compran las piezas y se cambian. ¿Quién quiere cambiar piezas? Pero esto es todo lo que pueden hacer los chicos: cambiar piezas. Nada más. Mi padre *nunca* compró una pieza para cambiarla. Miraba lo que no funcionaba, lo desmontaba y lo arreglaba. Y lo hacía con todo tipo de cosas. Hoy, los que se dedican a las carreras hacen como todos. Se *compran* caballos de potencia.

Compran este tipo de automóviles y salen disparados. Los aficionados a restaurar coches antiguos arreglan lo que no funciona y se preocupan de mejorarlo. Ahí está la gracia del asunto».

Teniendo en cuenta su total identificación con los chicos que se movían entre gasolineras y automóviles, no es extraño que Jack no asocie gran parte de su impresionante formación técnica o su considerable éxito en las carreras con lo que aprendió en la escuela. Lo único que le interesaba de la escuela eran las clases de arte, aunque en el instituto no pasó del primer curso.

«Mi familia siempre pensó que el arte era lo mío. A lo mejor hubiera podido hacer algo bueno en dibujo, pero todo quedó en nada después de mi primera clase de arte en el instituto. La profesora y yo no nos avenimos desde el primer día. Ella detestaba todo lo que yo hacía, porque no quería hacerlo como ella decía. Seguramente debía haberme comportado de otra manera. Hacía algunas tonterías y ella no podía soportarlo. Era muy rígida. Así que me expulsó de la clase y se aseguró de que no volviera a pisar ninguna otra clase de arte. Pero yo siempre tuve buen ojo para muchas cosas, especialmente para los colores, y cuando más tarde entré en el negocio de los marcos todo esto reapareció en mí automáticamente».

Aunque una revisión tan breve y selectiva de los hechos de la vida de una sola persona es algo puramente anecdótico, en este caso no deja de sorprender lo bien que encaja la historia de los progresos de Jack Schafer con la teoría de la complementación de Reynolds. Cuando era adolescente, Jack se enamoró de los automóviles y buscó la manera de juntarse con jóvenes que trabajaban con ellos. Improvisadamente, empleó su innata habilidad artística para pintar adornos de carrocería lo bastante bien para ganar dinero y, lo más importante para él, tener acceso al mundo de los automóviles. Sus inclinaciones artísticas eran tan fuertes que incluso sobrevivieron al —¿cómo diríamos?— *estrecho* concepto de arte dominante en la escuela, donde una profesora manifestó una enérgica hostilidad hacia él.

Jack empezó a crecer bajo la guía de su padre y su tío y en contacto con sus amigos, aquellos «malos chicos» que amaban los automóviles. Y fue allí donde empezaron a mezclarse los ingredientes necesarios para la fórmula de cooperación heterotécnica. Pero allí también había algo muy importante, algo que iba más allá de la fórmula para la creación de polilitos. Jack no se limitó a participar en una serie de «grupos que traba-

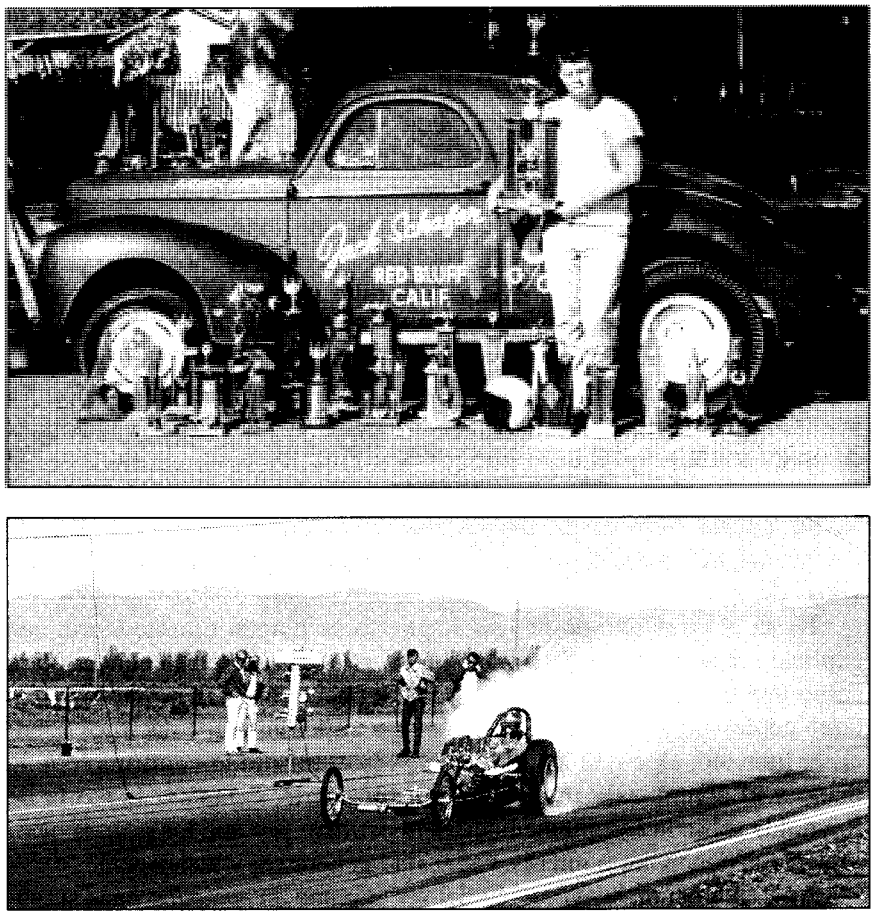


Figura 9.3. El Willy de 1941 de arriba tenía una culata plana Iskenderian 404A CAM reconstruida por Jack. El récord del mundo que obtuvo en 1962 con este motor nunca se ha superado. Hacia la misma época, Jack colocó este mismo motor en un coche de carreras más moderno. Jack se dedicaba por entero a los motores y Garvin Tonkin era su piloto.

jaban codo con codo desempeñando funciones complementarias encaminadas a un objetivo técnico común». Fue educado formalmente pero, en realidad, fueron estas «clases» las que le formaron.

Al principio no era más que un juego: su padre le dejaba trabajar en automóviles que no tenían ninguna esperanza de recuperación; al propio tiempo, Jack y su amigo, con la camioneta Ford de 1951, desmontaban y montaban el motor de dos carburadores. Más tarde, ya en el mundo real de las carreras, entabló una asociación muy productiva —mejor dicho,

ganadora— con un piloto, lo que le permitió concentrarse en los motores. Fue tan bueno en esta tarea que ambos socios ganaron varios campeonatos mundiales, y uno de sus motores todavía conserva un título mundial que nadie ha podido batir. La verdad fundamental de estas experiencias, que no llegaron a materializarse en el entorno educativo tan formalmente constituido de su comunidad, es que Jack, su familia y sus amigos inventaron su propia *alma mater*, los lugares y las personas (sus iguales y sus mayores) con las cuales compartió su pasión por los motores y los automóviles. A través de estas experiencias, Jack empezó la exploración, recapitulación y refinamiento de aptitudes, habilidades y gustos que habían aflorado con el amor de un adolescente por los carburadores y los caballos de potencia y que ya no le abandonarían jamás. Su buena disposición para la mecánica, su gusto por el rugido y la belleza de un motor, le empujó a los automóviles, creación polilítica ejemplar de la cultura popular e industrial norteamericana. Ahora, después de haber hecho muchas otras cosas, está enfrascado en un enérgico y energizante redescubrimiento de lo que de verdad le importa en la vida: los automóviles.

Hasta el momento no hemos dispuesto de ningún tipo de teoría que explicara el modo en que Jack ha vivido su vida, que no la contemplara como una historia más, una curiosidad humana. Yo sugiero que su vida, tanto adolescente como adulta, tiene algo importante que decirnos sobre el ser humano, algo que guarda relación (y él mismo lo confirma) con la mano y el aprendizaje. Algo que, por otra parte, *completa* la teoría de Reynolds sobre la complementación, al explicar por qué los grupos heterotécnicos tienen tanto interés, capacidad generativa y resistencia.

Aparentemente, la evolución del ser humano *en sociedad* hace sumamente probable que existan Jacks, Garvins, David Halls, etcétera, deseosos de agruparse y potenciar sus dotes cada uno a su manera. Muchos de ellos se beneficiarán de la integración en pequeños grupos de individuos que trabajan, aprenden y se socializan juntos porque les une una afición común. A diferencia de un docente solitario obligado a cumplir con un programa cuya lógica y procedimientos se perfilan sin atender a las aptitudes o intereses especiales de los estudiantes (y menos aún a sus *pasiones)*, los miembros de estos grupos autoconstituidos están particular y responsablemente atentos a las posibilidades de las aportaciones, únicas y personales, de sus amigos. Es esta mezcla de diferencias personales y de aportaciones relevantes para el grupo lo que hace que cada uno de sus miembros se vea espoleado a aprender y ponerse a prueba.

Kathleen Gibson, una bioantropóloga de la Universidad de Texas en Houston, comentaba en una conferencia impartida en Portugal en 1990

(«Herramientas, lenguaje e inteligencia») que «la inteligencia humana es el resultado de un desarrollo aplazado y la consiguiente inmadurez permanente del cerebro», con lo cual no quería decir que los humanos estén condenados a una vida mental incurablemente juvenil.[10] En esta afirmación, tan elegantemente elaborada, caben tanto el complejo esquema neoténico de Stephen Jay Gould como el postulado de la heurística secundaria de Henry Plotkin. Para los no académicos, también significa que siempre existe la posibilidad de que las personas, cualquiera que sea su edad, puedan seguir trabajando de la manera que más se ajuste a sus preferencias. Al cabo de uno o dos años de nuestra primera entrevista, Jack decidió que el negocio de marcos no era lo suyo. Lo dejó y ahora se dedica exclusivamente a restaurar automóviles antiguos. Me dijo:

> «Ahora toda mi vida vuelve a girar en torno a los automóviles. No hice más que empezar y todo volvió a ser como antes. Ahora soy más paciente. Trabajo mejor que antes. Soy un poco más viejo y más juicioso, y si las cosas no marchan bien, no las fuerzo. Vuelvo a empezar y las perfecciono. Este automóvil es perfecto. Ese motor es precioso. Aún tengo que hacer la instalación eléctrica. Odio la electricidad, pero he leído mucho sobre el tema y espero que saldré adelante. Después el automóvil irá al taller de tapicería y saldrá de allí perfecto. Luego empezaré con otro».

En 1998, Jack es el centro de una floreciente empresa que «inventó» hace algunos años ayudando a otros entusiastas de los automóviles antiguos restaurados a ponerse en contacto y a localizar las piezas y equipos que necesitan para devolver a la carretera estos clásicos de la industria automovilística norteamericana. «Seguramente tampoco esto le parecería arte a mi antigua profesora de dibujo, pero yo creo que sí lo es.»[11]

10
La mano articulada

ARTICULAR (del latín *articulare:* dividir en secciones) DIVIDIR o separar —en la producción de sonido, para perfeccionar la dicción o enfatizar cada una de las notas de una frase musical; UNIR mediante junturas o articulaciones; EXPRESAR, pronunciar, explicar, dar significado o claridad a;
ARTICULADO *(adjetivo):* FLUIDO, ELOCUENTE, INTELIGIBLE, ORGANIZADO, PRECISO...

En 1861, un médico francés, Paul Broca, propuso que el lenguaje hablado depende de la integridad de una región específica del cerebro.* Hizo esta proposición demostrando que el cerebro de un paciente que quedó «sin habla» a causa de una apoplejía tenía dañada una pequeña zona del córtex cerebral, la parte posteroinferior de la tercera circunvolución frontal izquierda. Poco después, en 1874, un estudiante alemán de medicina, Karl Wernicke, argumentó en su tesis doctoral que un segundo tipo de anormalidad del lenguaje, o afasia, podría deberse a daños en otro lugar del lado izquierdo del cerebro: la parte posterior de la circunvolución temporal superior. Ahora, con 120 años más de experiencia en los cuales se han compilado una serie de anomalías del lenguaje atribuibles a lesiones cerebrales (consecuencia sobre todo de apoplejías), para los neurólogos todavía es un axioma que, en la gran mayoría de seres humanos, el lenguaje tiene una estrecha dependencia de la actividad neural de dos zonas, separadas, pero íntimamente conectadas, de la corteza del hemisferio izquierdo (fig. 10.1).

Aunque las excepciones a la regla son corrientes (además de ser una fuente de especial disfrute para los afasiólogos), la descripción clínica de la pérdida del lenguaje adquirido ha cambiado poco desde entonces. La pérdida de tejido —una lesión— en el área de Broca produce una afasia motora o expresiva (alteraciones del habla y de la escritura, a pesar de

* Este descubrimiento fue contemporáneo de la rápida expansión, tanto en Europa como en América, de la frenología, una «ciencia» popular (desarrollada por Gall y Spuzheim) que proclamaba que diversos rasgos humanos importantes se localizaban en el cerebro, y que podían evaluarse palpando la superficie del cráneo. El descubrimiento de Broca se produjo sólo dos años después de la publicación de *El origen de las especies por selección natural* de Darwin. No olvidemos que el tratado de Sir Charles Bell sobre la mano se publicó en 1833. Nosotros tenemos los juguetes, pero *ellos* tenían las ideas.

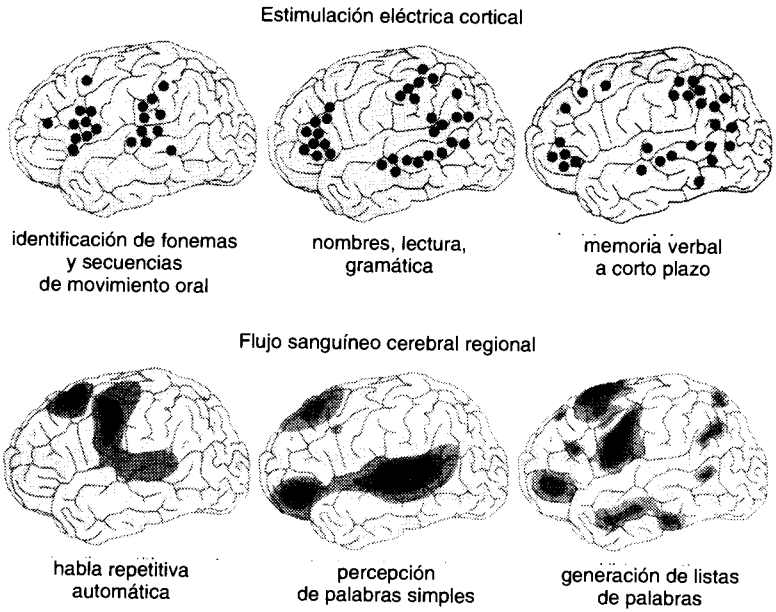


Figura 10.1. Las primeras sugerencias acerca de la gran dependencia del lenguaje de regiones específicas del hemisferio izquierdo del cerebro se hicieron a mediados del siglo XIX y se basaban en estudios de pacientes que habían perdido la facultad del habla (y/o su comprensión) como resultado de una lesión cerebral. Más de cien años después, sofisticadas técnicas de imaginería cerebral han empezado a demostrar lo complicado que es el lenguaje humano desde el punto de vista neurológico. Siguen sin resolverse cuestiones básicas referentes a su origen y la relación de la estructura *lingüística* con la función cerebral. (Estas representaciones gráficas proceden del libro de Terrence Deacon, *The Symbolic Species*, W.W. Norton, 1997. Reproducidas con autorización.)

que la comprensión es normal o casi normal); las lesiones en la parte posterior de la circunvolución temporal superior (área de Wernicke) producen afasia sensorial, o impresiva (la emisión de palabras y la escritura son normales o casi en cuanto a cantidad, pero la elección semántica es defectuosa, y las palabras o sonidos emitidos pueden ser tan anormales que el habla resulte un galimatías; generalmente, también hay pérdida de la comprensión del lenguaje, es decir, de la capacidad «descodificadora».[1]

Dada la longevidad y meticulosidad de los registros clínicos, puede sorprender que no haya ningún tipo de conexión entre la información contenida en estos registros y el campo de la lingüística teórica. Los neurólogos han llevado cuidadosamente sus libros sobre la afasia durante más de un siglo, pero todavía no tenemos pista alguna sobre por qué lesiones específicas en las áreas cerebrales del lenguaje producen anoma-

lías en el habla, ni sobre el modo de relacionar estas anomalías con la producción del lenguaje en el cerebro. Esta laguna no hace más que poner de relieve la profunda ignorancia *de todos nosotros* acerca de los orígenes del lenguaje humano. Desde el punto de vista evolutivo, no sabemos cómo llegó a existir el lenguaje, y nadie ha podido apuntar alguna teoría, aunque sea rudimentaria, que explique cómo ejecuta el cerebro *intacto* en individuos sanos las operaciones formales del lenguaje.* Steven Pinker, con su estilo inimitable, resume en pocas palabras nuestros conocimientos y nuestra ignorancia:

> «A grandes rasgos, la anatomía de los subórganos del lenguaje en el área silviana podría ser: parte anterior de esta área (incluida el área de Broca), procesos gramaticales; parte posterior de la misma área (incluida la unión de Wernicke y la trilobulada), sonidos de las palabras, especialmente nombres y algunos aspectos de sus significados. ¿Podríamos todavía aproximarnos más y localizar pequeñas áreas del cerebro que realizan funciones del lenguaje aún más especializadas? La respuesta es: no y sí. No, porque no hay porciones más pequeñas del cerebro que puedan delimitarse marcándolas con una línea y etiquetarse como una especie de módulo lingüístico (por lo menos, hoy esto no puede hacerse). Y sí, porque deben existir partes de la corteza que realizan tareas especializadas, dado que una lesión cerebral puede provocar deficiencias linguísticas asombrosamente específicas.
>
> »Hay pacientes que tienen dificultades sólo con nombres de animales, otros que no pueden nombrar las diferentes partes del cuerpo, otros que no pueden nombrar objetos propios de interiores, otros que no pueden nombrar colores o tienen problemas con los nombres propios... Hay pacientes incapaces de decir los nombres de frutas o verduras: pueden nombrar una esfinge o un ábaco, pero no una manzana o un melocotón... ¿Significa esto que el cerebro tiene una sección "de productos"? En cualquier caso, nadie la ha localizado, como tampoco se han localizado los centros de inflexiones, signos, fonología, etcétera».[2]

A pesar de lo poco que sabemos acerca de sus orígenes y modo de funcionamiento, no hay duda de que el hemisferio izquierdo (en la mayoría de los casos) está «especializado» en el procesamiento del lenguaje. La localización, casi universal, de los controles principales del

* El hecho de que una lesión en las áreas de Broca o de Wernicke, o en sus conexiones mutuas, produzca una afasia *no* significa que alguna de estas áreas sea la que *produce* el lenguaje, como tampoco un pinchazo en un neumático delantero de un automóvil significa que este neumático sea lo que mueve el vehículo.

lenguaje en un hemisferio —generalmente el izquierdo— es la piedra angular que soporta la dominancia cerebral lateralizada en los seres humanos. La aparente antigüedad de otros signos de lateralidad (asimetrías en la ejecución manual) sugiere que esta disposición quedó establecida hace mucho tiempo, y que pudo haber existido un lenguaje primitivo que acompañó la migración de *Homo erectus* por todo el mundo.[3] Por eso está muy extendida la creencia de que la infraestructura neural del lenguaje ya estaba establecida hace unos 100.000 años, lo que implicaría que el cerebro estaba «preadaptado» para acomodar las dos exigencias más básicas e irrenunciables del lenguaje, que en la terminología oficial de los lingüistas son: (1) la arbitrariedad del signo y (2) un sistema combinatorio discreto.

Cada vez más, los lingüistas se preguntan si signo y gesto no estarán localizados en un *continuum* de movimientos comunicativos. Por ejemplo, David Armstrong y William Stroke, de la Universidad Gallaudet, y Sherman Wilcox, de la Universidad de Nuevo México, han propuesto una «taxonomía del gesto» a cuatro niveles: un nivel primate (y primitivo) que incluiría las manifestaciones de agresión animal corrientes; un segundo nivel de gestos universales, transparentes e icónicos, como la configuración en «L» de la mano para representar un revólver; un tercer nivel de gestos compartidos por los miembros de una cultura concreta (como el «emblema» de David McNeill para llamar la atención de un camarero), y finalmente un nivel de gestos empleados tanto en el habla como en el lenguaje de signos de los sordomudos, mutuamente ininteligibles entre comunidades de oyentes y de sordos.[4] Estos gestos de cuarto nivel cumplen la exigencia formal de «signos arbitrarios».

En una entrevista reciente, el psicolingüista Harlan Lane me explicaba que los movimientos de las manos en el lenguaje de signos son comparables a los gestos corrientes que acompañan el habla:

> «El signo incluye movimientos que van más allá de lo que se hace con las manos (desplazamientos corporales, movimientos de las extremidades y expresiones faciales) aunque las manos son su parte más fundamental. Sin embargo, es muy diferente de lo que, bromeando, llamamos (especialmente en Nueva York) "hablar con las manos". En realidad, uno de los motivos por los que se tardó tanto en descubrir que el signo es un auténtico lenguaje ha sido porque las personas oyentes que podían verlo pensaban que no era más que una forma elaborada del gesto. Pero es distinto del gesto.
>
> »Una de las diferencias más chocantes —y hay muchas— es que el lenguaje de signos es un código. Es decir, la relación entre los sig-

nos y sus significados es opaca; no totalmente, pero sí fundamentalmente, como en el habla. En el habla, "barco" no tiene por qué significar *barco*. Puede tener ese sentido, pero también puede significar *árbol* si se conviene así. Del mismo modo, ciertos movimientos rápidos de las manos pueden no significar "tiempo" (atmosférico). Como signo, podrían significar *retirada* o *sueño*, o casi cualquier cosa. Por consiguiente, los signos tienen cierta opacidad que los gestos no suelen tener.

»Otra reflexión sobre el hecho de que el lenguaje de signos es realmente un código es que todas las personas dicen la misma cosa más o menos de la misma manera. Los gestos son idiosincráticos, pero, como ocurre con la mímica, normalmente también son demostrativos y fácilmente comprensibles.

»La economía del lenguaje de signos se deriva del hecho de que es un código. El contenido básico del mensaje desciende hasta unidades codificadas convencionales, de manera que el lenguaje de signos es mucho más rápido que los gestos. Supongamos que queremos decir "huevos revueltos" con *gestos*. Podríamos hacerlo si estuviéramos dotados para ello; todos somos capaces de representar una pantomima, pero tardaríamos tiempo en comunicar la idea. En cambio, con lenguaje de signos sólo necesitaríamos un quinto de segundo para decir "huevos revueltos"».[5]

La segunda exigencia del lenguaje que tuvo que cumplir el cerebro en evolución fue proveerse de un «sistema combinatorio discreto». Aparentemente, es aquí donde el lenguaje del chimpancé (o, al menos, el intento de enseñar a los chimpancés a producir lenguaje humano) falla. Tal como explica Pinker, a primera vista las frases parecen ser mecanismos de encadenamiento de palabras. «Steven fue a un comercio y compró un disco de Rod Stewart» es una acción verbal en la que intervienen tres nombres (una persona, un lugar y una cosa) conectados o «encadenados» por dos verbos. La frase cumple perfectamente como una cadena muy simple reducida a cinco elementos léxicos: «Steven fue comercio compró disco». Si simplificamos todavía más la cadena eliminando las desinencias de tiempo, tendríamos: «Steven ir comercio comprar disco». No creo que sea ingenuo afirmar que unos pocos simios talentosos, o un inmigrante recién llegado sin ningún conocimiento del idioma, o prácticamente *todos* los niños de dos años, podrían llegar a comprender el significado de esta frase condensada y, de ser así, probablemente podrían de algún modo reproducirla. Para ellos, lo más difícil sería comprender los valores del código de los elementos léxicos: a qué se refiere una combi-

nación con significado (morfema) o qué significan las palabras. La parte *fácil* sería comprender el «camino» de la acción verbal, su línea, que es lo que reproduce la cronología del evento. Incluso un chimpancé o un bonobo adiestrado en el uso del lenguaje podría captarlo.

Pero, según explica el propio Pinker, fue el genio de Noam Chomsky el que percibió que las cadenas de palabras no pueden explicar cómo funciona realmente el lenguaje. La construcción del lenguaje se parece a un árbol con unas extremidades cuyas ramificaciones constituyen el apoyo de otros grupos, o subconjuntos, de palabras. Por tanto, las palabras están relacionadas unas con otras lógicamente, no según el orden o la proximidad que guardan entre sí dentro de la cadena, sino según su asociación con ramas determinadas. Pensemos en un árbol de verdad. Si trepamos a él y arrancamos una hoja ¿esperaremos que caiga una hoja contigua? No, porque si esta segunda hoja está en otra rama, es decir, forma parte de un subgrupo diferente, de otro componente estructural del árbol, permanecerá en su sitio. Así ocurre con las palabras y las frases.

Sólo porque existe esta estructura profunda del lenguaje (Chomsky la llama «sintaxis innata») somos capaces de generar y comprender una frase como ésta: **Steven**, cuyo automóvil llevaba las marcas de años de circular por Boston, y que esperaba impresionar a la chica con la que se había citado esa noche confiando en evitar cualquier encuentro en la avenida Mass que le produjera una abolladura, **fue** a un **comercio** donde no solía comprar porque nunca tenían nada de lo que necesitaba. Pero en esta ocasión, con una suerte fuera de lo corriente y una gran sorpresa por su parte, encontró y **compró** un **disco** de Rod Stewart, precisamente el que deseaba.

Steven fue comercio compró disco. Sigue siendo la misma frase, sigue siendo también la misma *cadena* y, verosímilmente, incluso el celebrado bonobo Kanzi podría un buen día separar el grano de la paja y dar con su significado. Pero, a causa de la estructura arbórea, que suple las tendencias limitadoras de la estrategia de encadenamiento, podemos jugar con el orden de nuestras cinco palabras críticas y producir una sentencia más corta, de *aspecto* más sencillo, pero que el chimpancé nunca comprendería: El **disco** de Rod Stewart no estaba en el **comercio** al que **Steven fue**, por lo que lo **compró** en otra parte. *Disco, comercio, Steven, fue, compró.* ¡Adiós, Kanzi!*

* Dicho sea de paso, mi frase-ejemplo ilustra el comentario de Pinker sobre la elemental pero enigmática correspondencia entre operaciones lingüísticas y cerebrales observadas en pacientes afásicos. Recordemos su mapa informal: «parte anterior de esta área (incluida el área de Broca), procesos gramaticales; parte posterior de la misma área (incluida la unión de Wernicke y la trilobulada), sonidos de las palabras, especialmente nombres y algunos aspectos de

Dado que las personas tenemos un «mecanismo» de lenguaje que no sólo permite sustituir palabras por hojas, sino que *les dice en qué rama está cada hoja*, podemos reordenarlo todo. Normalmente, los niños también pueden hacerlo hacia los cuatro años, año más año menos.

Si es cierto que los trastornos clínicos del lenguaje (las afasias) no se adaptan a las conceptualizaciones de los lingüistas, ¿significa esto que los lingüistas y los neurofisiólogos no están de acuerdo sobre la naturaleza del lenguaje? En absoluto. Sólo quiere decir que todavía no comprendemos sus correlaciones fisiológicas. El cerebro, para producir el lenguaje tal como Chomsky lo ha caracterizado, debe cumplir ante todo dos tareas puramente *cerebrales:* en primer lugar, debe ser capaz de agrupar y etiquetar acontecimientos causalmente relacionados (tamizar el sonido y recomponer parte de él en señales); en segundo lugar, debe poder comparar estas señales, codificarlas de manera legible, regenerarlas y manejarlas sin que pierdan la correspondencia original con los eventos internos y externos codificados. Este agrupamiento, etiquetaje y comparación que efectúa el cerebro es el proceso que, según *deducen* los neurofisiólogos, le permite detectar los eventos externos («signos arbitrarios»), traducirlos en el propio cerebro en «signos» electromecánicos y luego tratar estos signos internos como unidades aislables de lenguaje que se comportarán a la manera de un «sistema combinatorio discreto». Pero ninguna de estas actividades neurofisiológicas puede relacionarse con el lenguaje real hasta que tiene acceso a un canal de entrada-salida: los sistemas sensomotores del cuerpo, que detectan eventos externos y generan respuestas corporales.

Este proceso «en-el-cerebro» no es diferente del que se da en un comprador que desea adquirir sillas para su sala de estar. Sale de casa con una silla interiorizada: puede ser marrón o verde, mullida o dura, reclinable o vertical, o varias de estas cosas a la vez con todas sus posibles permutaciones. Claro que no todas darán una misma clase de silla, pero sí estarán relacionadas por un sistema interno de códigos que el cerebro emplea para representarlas. Llegado a la tienda, el comprador evoca la silla que tiene en mente y la compara con las que se le presentan a la vista. Entonces, a través de una transformación visual, le resulta fácil «colocar» una de estas sillas reales en varios sitios de su distante sala de

---

sus significados». Teniendo presente este mapa, volvamos a mi frase-ejemplo. Un paciente con el área de Broca lesionada, que ha perdido la capacidad de los procesos gramaticales, puede quedar limitado a las cadenas simples del tipo que podría manejar Kanzi: «Steven... um... comercio... um, *¡disco!*». El paciente con afasia de Wernicke, que ha perdido la capacidad de codificar los significados de los sonidos, podría explicar algo así: «Estaba allí comprando, quiero decir cobrando, quiero decir colgando», y no sabríamos qué quiere decirnos.

estar. Es posible que se sitúe en su casa y «pruebe» la nueva silla que quizá comprará y que en aquel momento ocupa su mente. Es sólo un ejemplo de sistema representacional interno, fundamental para la cognición humana. Detectamos, codificamos, clasificamos, categorizamos, comparamos, almacenamos, regeneramos y recombinamos en nuestra mente el mundo real en forma codificada.

Pinker cree que este proceso es la base de lo que se llama *mentalese*, o pensamiento interior, fundamentado a su vez en la *hipótesis del sistema simbólico físico* derivado de la descripción original de Alan Turing sobre la máquina representacional universal.[6] Porque me gusta como suena y apruebo la inherente atribución conjunta a Chomsky y Turing, en este capítulo me permitiré una licencia poética y la designaré (se conciba bien como una estructura del lenguaje anatómicamente específica, bien como una parte de la «arquitectura cognitiva» del cerebro reclutada para este fin de manera oportunista) con el nombre de «ChomTur», dándole la misma cadencia y concediéndole el mismo respeto que al *Raptor* de *Jurassic Park*.

Cualquiera que sea el nombre que demos a este mecanismo y cualquiera que sea el lugar que tenga en el cerebro y el modo en que está constituido, su poseedor ya es candidato a desarrollar el lenguaje humano. Lo único que hay que hacer para poner en funcionamiento nuestro ChomTur es conectarlo a un canal de entrada-salida. Normalmente, aunque no siempre, esto significa oído y boca: audición y habla (volveremos a la excepción).

La evidencia más clara de una competencia lingüística humana universal e instintiva (Chomsky es famoso por haber defendido esta idea) se encuentra en la ontogenia del lenguaje. Los niños pequeños adquieren el lenguaje en cuanto empiezan a *oírlo* en su primera infancia y no necesitan ningún tipo de instrucción formal para encaminarse irreversiblemente hacia él. Captan muy rápidamente la idea del habla, y hacia los dos años empiezan a pronunciar frases informativas, complejas y gramaticalmente *correctas* tanto si se les pregunta como si no. Chomsky decía que si el lenguaje empieza de una manera tan fácil en los niños, es porque éstos tienen necesariamente una capacidad *innata* para hablar. Este potencial neurológico, que sólo espera detectar, registrar, analizar y reproducir cualquier muestra lingüística que le proporcione su entorno, desplegará completamente todo su complemento de reglas cuando el niño se enfrente a su lengua materna.

Llegados a este punto del desarrollo de nuestras ideas sobre el lenguaje, será conveniente hacer una pausa y recordar lo necesaria que es la cautela cuando se trata de examinar por separado toda la trama de len-

guaje y pensamiento sin romper sus conexiones. En este momento, creo que podrá ayudarnos volver a relacionar lenguaje y pensamiento con lo que ocurre en el cuerpo infantil cuando el cerebro se está preparando para conocer el mundo y enviar y recibir mensajes codificados.

En el niño, la consecución de los primeros hitos del lenguaje se asocia a la consecución de unos hitos *motores* muy concretos, hitos que el niño persigue y alcanza en respuesta a la influencia de otro proyecto de desarrollo muy importante. En realidad, el proyecto motor, o heurístico, puede seguirse desde las primeras etapas de la vida, con actos como dar patadas o chuparse el dedo, que ya tienen lugar en la vida intrauterina. Una vez nacido, el bebé intenta tocar a su madre y llega a tocarla. Y cuando es capaz de tocar, empieza a agarrar. En cuestión de semanas, cualquier cosa que atrape con la mano se la llevará hacia el cuerpo, y muy pronto intentará llevársela a la boca. Si la madre coloca algún objeto frente al bebé, éste suspenderá lo que está haciendo y mirará fijamente el nuevo objeto. Probablemente sonreirá, hará algún gorgorito y dirigirá la vista hacia su madre.

Cuando tenga un año y empiece a emitir habitualmente sonidos distintivos, podrá sostener pequeños objetos entre el pulgar y el índice, y pasarlos de una mano a otra. También será capaz de tomar cualquier cosa y soltarla cuando haya acabado de dar golpes con ella. A esta edad, cuando señala o toca juguetes, animales domésticos, etcétera, empieza a acompañar sus actos con sonidos que muy pronto se parecerán al lenguaje humano y que solemos calificar de «media lengua» infantil. Al año de edad, el bebé hace algunos meses que gatea y está preparado para probar sus piernas al ponerse de pie y empezar a andar. Este cambio en la movilidad ampliará rápidamente su territorio, dentro del cual se convertirá en un insaciable investigador.

A medida que vaya superándose, empezará a asignar nombres a todas las cosas que encuentre, y su media lengua se transformará muy pronto en una lengua *real*. Con la ampliación de su vocabulario, ampliará también el *uso* de las palabras. Inconsciente de la distinción entre monólogo y diálogo, empleará palabras para llamar su propia atención, y la atención de las personas que estén cerca, hacia cualquier cosa que le interese. Las palabras le ayudarán a decir qué es lo que desea obtener o hacer, o qué quiere que hagan su madre o su padre.

El libro de Pinker *El instinto del lenguaje* apareció justo sesenta años después del que, publicado en 1934 bajo el título de *Pensamiento y habla*, del psicólogo ruso Lev Vygotsky, puede considerarse su más importante predecesor. Sin las ventajas de la moderna neurociencia, Vygotsky y sus contemporáneos compilaron laboriosa y meticulosamente infinidad

de observaciones sobre el desarrollo infantil del lenguaje, de las cuales dedujeron la existencia de un proceso esencialmente idéntico al que describen los actuales psicólogos del desarrollo:*

> «[William] Stern explica de esta manera las primeras palabras: "El infantil *mamá* traducido a lenguaje avanzado no significa la palabra *madre*, sino más bien una frase como *mamá, ven*, o *mamá, dame...*, o *mamá, siéntame en la silla*, o *mamá, ayúdame*".
>
> »Sin embargo, cuando observamos a los niños en acción, es evidente que no es sólo la palabra *mamá* lo que significa "mamá, siéntame en la silla", sino *todo el comportamiento del niño en aquel momento* (alargar los brazos hacia la silla, intentar asirla, etcétera)... La única traducción correcta de *mamá* o de cualquier otra palabra precoz es la acción de señalar. Al principio, la palabra es la sustitución convencional del gesto. Aparece mucho antes del "descubrimiento del lenguaje", tan crucial para el niño, y también antes de que éste sea capaz de operaciones lógicas».[7]

Los primeros observadores del desarrollo del lenguaje de los niños (Piaget, Stern, J.B. Watson) dieron una importancia trascendental al periodo comprendido entre el año y los dos años de edad. De los dieciocho meses a los dos años, el niño hace un descubrimiento que cambia su vida: *cualquier* cosa puede tener un sonido que la acompaña. Armado con este conocimiento mágico, el pequeño va atribuyendo palabras a todo cuanto ve, y exige saber la palabra que corresponde a cada cosa. Se considera que esta eclosión de movilidad, gestualidad y verbalismo es un momento incomparable en la vida cognitiva humana y en la génesis de la conciencia. Ahora sabemos que el crecimiento ilimitado del vocabulario, que empieza antes de los dos años, no sólo marca el comienzo de la formación de conceptos, sino que constituye su catalizador más poderoso.** Dice Vygotsky:

* La obra de Vygotsky también se anticipaba al interés de los antropólogos contemporáneos por la relación entre la evolución del uso de herramientas por *Homo* y la aparición del lenguaje moderno y su estructura. Pinker manifiesta interés por las teorías antropológicas de la evolución del lenguaje, pero, lo mismo que Chomsky, considerando los conocimientos actuales, no llega a darles crédito.

** El niño actúa como si dispusiera de una pistola etiquetadora cuyo implacable funcionamiento le impulsara a tomar posesión del mundo etiquetando todas las cosas a su alcance. Pinker (1994, págs. 267-271) mide la irrupción de este acontecimiento: aproximadamente desde los dieciocho meses y casi hasta los dieciocho años, por término medio (y como mínimo), se aprende una palabra nueva cada dos horas.

«En el niño, la búsqueda activa de palabras (algo que no tiene nada que ver con el desarrollo del "habla" en los animales) es el indicador de una nueva fase de su desarrollo. El habla del niño deja de ser una señalización para convertirse en una función plena de significado».[8]

La pasión que el pequeño siente por las palabras hace que aumente rápidamente su conocimiento del mundo exterior. Se da cuenta de la existencia de una infinidad de cosas *diferentes*, y acomoda su percepción a las distintas características de estas cosas. Mucho antes de que entienda lo que él mismo está construyendo, las palabras se habrán convertido en algo más que implementos de registro y control: abarcan todo su mundo. Entonces, con sus palabras, el niño prescindirá del mundo y de su propia experiencia de relaciones con los objetos y saltará muy pronto a las ramas del árbol sintáctico de Chomsky. Como si hubiera una institutriz moviéndose por toda la casa y dándole lecciones, el pequeño construirá frases improvisadas que agudizarán su capacidad cerebral para la observación consciente, la discriminación y el recuerdo.[9]

¿Qué es lo que transforma el mapa, compulsivo y caótico, de sonidos del niño en un instrumento fundamental de sus nacientes poderes intelectuales y de discriminación? Es la mezcla progresiva del habla con toda la constelación de objetos, personas y situaciones de la vida real que aparecen en la vida del niño. Es la influencia creciente del nexo que se va creando entre acción, pensamiento y lenguaje. Para Vygotsky, el «pensamiento bien desarrollado» surge cuando el comportamiento verbal del niño atraviesa una larga metamorfosis durante la cual las palabras que originariamente fueron atributos de objetos se manipulan y combinan como si se tratara de objetos *reales*.

Tal como Vygotsky interpreta este proceso, cuando el cerebro empieza a tratar las palabras como objetos *reales*, las dispone en pequeños grupos, en montones (como pequeñas pilas de canicas o de cubos de juguete). En esta fase, el habla tiene un carácter tan aleatorio, improvisado y fortuito como la serie de cosas que hay alrededor del niño, y Vigotsky la califica de *sincrética*. Muy pronto el pequeño va formando complejos, o cadenas, que revelan una conexión lógica en la mente del niño; por ejemplo, un montón de cubos todos del mismo tamaño y del mismo color.

«En un complejo, todos y cada uno de los objetos están unidos en la mente del niño no sólo por su impresión subjetiva, sino por *lazos que realmente existen entre los objetos*... Ya no confunde las conexiones entre sus propias impresiones con las conexiones entre las cosas, lo

cual es un decisivo paso adelante desde el sincretismo hacia el pensamiento objetivo».

En los complejos de palabras, las relaciones son más concretas y factuales que abstractas y lógicas. Por ejemplo, aunque el niño puede asociar dos personas porque, simplemente, le dan helados, más tarde asociará a las personas porque tienen un mismo nombre familiar. Las relaciones posibles entre palabras, o las relaciones que revelan las palabras, estimularán un avance hacia el pensamiento abstracto (conceptual). En este periodo, asociará dos personas como miembros de una misma familia cuando constate que, *a pesar de responder a nombres distintos*, tienen una misma madre.

«Por tanto, podríamos decir que ni el aumento del número de asociaciones, ni la activación de la atención, ni la acumulación de imágenes y representaciones, ninguno de estos procesos por avanzado que sea, puede conducir a la formación de conceptos. Por este motivo, el momento crucial para la formación de conceptos, y su causa generadora, es el uso específico de palabras como "herramientas" funcionales».[10]

Para Karl Bühler, los indicadores más definitivos de los resultados de la interrelación lenguaje-inteligencia, tanto en simios como en humanos, son las diferencias en el uso de herramientas.

«Se ha dicho que el lenguaje es el preludio al advenimiento del hombre. Puede ser, pero antes del lenguaje existió el *pensamiento en términos de instrumentos*, es decir, la realización de conexiones mecánicas y la invención de medios mecánicos con finalidades mecánicas. En resumen, antes del advenimiento del habla, la acción llegó a tener un *significado subjetivo*, es decir, fue consciente e intencionada».[11]

Vygotsky llega a la conclusión de que el habla (o el lenguaje) y el pensamiento tienen orígenes biológicos diferentes y que, a pesar de que ambos están presentes en otros animales, en los seres humanos su interacción es única.

«Vemos que, en el niño, las raíces del desarrollo del intelecto y el curso que éste sigue difieren de los del habla (inicialmente, el pensamiento es no verbal; el habla, no intelectual)... [Pero en los seres humanos] el desarrollo del pensamiento está determinado por el len-

guaje, esto es, por los instrumentos lingüísticos del pensamiento y por la experiencia sociocultural del niño. El crecimiento intelectual de éste se encuentra sometido al dominio de los medios sociales de pensamiento: el lenguaje».[12]

Por lo tanto, pensamiento y lenguaje *empiezan* cada uno por su lado, aunque de inmediato el lenguaje empieza a transformar el pensamiento y el crecimiento intelectual. Entonces, ¿qué eran el pensamiento y el intelecto *antes* de que llegara el lenguaje? Por lo que sabemos, o podemos imaginar, pensamiento e intelecto son la tendencia organizativa resultante de una colección, en rápida expansión, de interacciones pasivas y activas con el mundo a través del tacto, el olor, la vista, el oído y la cinestesis. Seguramente es imposible decirlo con más claridad, aunque esa explicación permite imaginar que, durante el primer año de vida, la *heurística primaria* (Plotkin) se materializa en forma de un calendario de eventos necesarios para el desarrollo corporal del niño (incluido el cerebro) y que la experimentación de esta secuencia por parte del pequeño empieza como el amanecer de una *conciencia episódica* (Donald). En esta fase, tanto la heurística como la conciencia del niño funcionan a una velocidad de vértigo para organizar movimientos activos y exploraciones sensomotoras.

El único punto adicional que quiero destacar de esta etapa, cuando el nexo pensamiento-lenguaje se está construyendo, es que en la mano también ocurre algo muy importante. Hacia el año de edad, las manos del niño se convierten en unos órganos extraordinariamente manipulativos, y los dedos pronto van a ser capaces de moverse independientemente. El mundo de los objetos, y el conocimiento de la acción de tales objetos, se amplía rápidamente, a la vez que aumentan las acciones que pueden realizarse con los objetos reales. En otras palabras, el nexo pensamiento-lenguaje está convirtiéndose en un nexo mano-pensamiento-lenguaje. El niño aprende con objetos reales, con sus ensayos y errores, a hacer construcciones que, inevitablemente, constituyen acontecimientos discretos unificados a través de una secuencia de acciones. Jugar con algo para hacer algo va siempre acompañado de la cognición a través de la creación de un «guión». Delante → centro → atrás; principio → centro → final; Steven → comercio → disco.

El cerebro no es un testigo pasivo de la expansión de estos logros y exploraciones sensomotoras. Impulsa todo el proceso y, al hacerlo, define sus propios procesos reguladores del flujo de información generado por todas las interacciones que tienen lugar. A la vez, modela su proceso y sus formulaciones del mundo de acuerdo con el principio narrativo.

Sospecho que incluso crea un reloj biológico perceptual interno, escalado y calibrado por cambios observables en el mundo extrapersonal (lo que significa que el cerebro adquiere los ritmos que piernas, hombros, brazos, manos, pecho, lengua y labios inventan en respuesta al mundo, a la vez que sintoniza con ellos). En realidad, hay grandes evidencias neurofisiológicas de que en el sistema motor cerebral hay un área, el *área motora suplementaria*, que cumple esta función.[13]

Esta formulación tiene implicaciones significativas para la interpretación de los eventos que empezarán a manifestarse, aproximadamente, hacia el final del primer año de vida. El lenguaje se desarrollará porque los balbuceos se irán transformando bajo la influencia de una serie de procesos que ocurren simultáneamente. Todos ellos conducen a una configuración personal del «ChomTur» infantil y su relación con un canal de entrada-salida del lenguaje. Nadie sabe cómo tienen lugar las configuraciones, calibraciones y conexiones finales necesarias para la aparición del lenguaje, pero lo que es cierto es que involucran toda la experiencia sensomotora precoz del niño. Es decir, para la ontogenia del lenguaje el niño necesita el elemento adicional de una experiencia no planificada y no planificable a través de la cual el cerebro «aprende a responder y a generar sus propios motivos de comportamiento» *(heurística secundaria* de Plotkin). La participación de procesos heurísticos secundarios garantizan que el niño no sorprenderá a unos padres de habla francesa contestándoles en japonés o con acento de Brooklyn.

Con todos estos elementos, los sonidos que llegan al pequeño, y que antes formaban parte del ruido de fondo, pueden encaminarse a través del ChomTur, donde, a medida que van llegando (y llegan incesantemente) pueden agruparse, etiquetarse en código y «almacenarse» de una u otra forma. A veces el proceso puede invertirse, de manera que los fragmentos codificados se recuperan, clasifican, compilan y dirigen al canal de entrada-salida, convirtiéndose en secuencias de órdenes motoras cuya ejecución produce sonidos que salen al mundo y vuelven a través del canal de entrada para un control de calidad (sin el cual no se conseguiría continuidad y fidelidad). ¿Es así realmente como el lenguaje se materializa y funciona? No lo sé. Podría ser, pero, como no tenemos acceso directo al ChomTur o a su código-fuente, no podemos hacer otra cosa que imaginarlo.

Nuestra próxima, y última, tarea en este capítulo será localizar la mano *específicamente* en el nexo pensamiento-lenguaje de los sujetos vivos. No quiero repetir aquí servilmente lo que a estas alturas ya debe haber quedado claro: que la mano, desde el principio, interviene en la construcción de representaciones visuomotoras, cinestésicas y táctiles del

mundo y de los objetos que contiene. Este papel de la mano es muy importante para la ontogenia tanto cognitiva como emocional. Esta importancia no puede sobrestimarse, pero ya hemos hablado de ello. Además, ya hemos examinado las observaciones y conclusiones de Greenfield y Vygotsky sobre la influencia del juego manual y la manipulación de objetos cuando en el niño empiezan a manifestarse las capacidades cognitivas y el lenguaje.

Con este trasfondo, volvamos a la mano y su relación con el lenguaje y el pensamiento y tratémosla bajo dos aspectos diferentes y nuevos. En primer lugar, examinaremos la mano como una alternativa, recientemente (re)descubierta, al aparato vocal para la emisión de lenguaje. En segundo lugar, hablaremos de la mano en relación con lo que los neurólogos llaman «praxis», lo que significa un «uso hábil». Al final de esta exposición el título de este capítulo será perfectamente comprensible.

Al principio de este capítulo mencioné la explicación que da Harlan Lane de la frase «la arbitrariedad del signo». Lo hizo en varios encuentros cuyo tema principal no eran los tecnicismos lingüísticos, sino el lenguaje de signos. Lane, un «protegido» de B.F. Skinner, el célebre psicólogo conductista de Harvard, se interesó por las bases neurológicas del lenguaje humano desde sus tiempos de estudiante. Fuertemente influido por los trabajos de Skinner sobre el comportamiento verbal, fundó el Centro de Investigación sobre el Lenguaje y el Comportamiento Lingüístico de la Universidad de Michigan en Ann Arbor, y posteriormente enseñó psicolingüística en la Sorbona, en París. Ahora es profesor distinguido del departamento de psicología de la Northeastern University de Boston, y es miembro honorario de la Fundación MacArthur por sus trabajos con sordos. En los primeros diez años de su carrera académica trabajó sobre la percepción y la producción del lenguaje. Pero luego sus ideas sobre estos temas y sobre el lenguaje y el pensamiento dieron un vuelco inesperado. Esto ocurría a principios de la década de 1970:

> «En 1973, estando en San Diego, me encontré con Ursula Bellugi, una psicolingüista a la que ya conocía de antes. Me llevó a su laboratorio, donde había algunas personas sordas expresándose con gestos. Mientras yo las miraba, ella me traducía lo que iban diciendo. Tardé cierto tiempo en asimilar lo que quería hacerme ver. Ursula me explicó que el lenguaje de signos no es una lengua codificada: "Parece una lengua. Hay reglas para construir palabras y reglas para hacer frases a partir de las palabras, pero las reglas tienen que ver con el espacio y la forma. Es una manera totalmente diferente de crear un lenguaje".

»Yo estaba absolutamente asombrado. Es como si me hubieran dicho que había otro océano del que jamás había oído hablar. Después de algunos días de observación y asimilación, empecé a comprender que el lenguaje no consistía, como yo siempre había creído, en hablar y oír. El cerebro tiene la facultad del lenguaje, y si éste no puede canalizarse por la boca, puede hacerlo por las manos».

Fue una revelación, una revelación nada frecuente, ni siquiera en las circunstancias de Lane. Bellugi le presentó a sus sordos hablando con signos y le dijo que, en su opinión, los signos, *tal como ellos los empleaban*, debían ser un lenguaje real. Esto significaba que el generador cerebral del lenguaje tenía que ser independiente de la forma y el medio a través de los cuales transmite sus mensajes. ¿Utilizamos los servicios Federal Express o UPS? ¡Qué más da! Sólo se trata de un *servicio de mensajería*. Nadie sabía, ni siquiera imaginaba, que esto podía ser así hasta 1960, cuando William Stokoe propuso por primera vez que el lenguaje de signos tenía una estructura gramatical, en modo visuoespacial, comparable a la del lenguaje hablado.*

Estando todavía en San Diego, y afanoso de aprender más sobre los sordos, Lane se enteró con gran sorpresa de que en Estados Unidos no se había escrito nada sobre estas personas. Esto le hizo ser suspicaz. «Recuerde», me dijo, «que antes del movimiento pro derechos civiles, antes de Montgomery y Selma, en este país la única historia negra era la de Abraham Lincoln.»

Decidido a escribir la historia que faltaba, y puesto que el movimiento para educar a los sordos empezó en Francia, él y su colega Frank Philip se fueron a París. Empezaron colaborando en una serie de publicaciones traducidas, autorizadas por los pioneros franceses en educación de sordos.[14] En esta cuestión, los gigantes, los que marcaron una inflexión, tanto teórica como activa, en la vida comunicativa y mental de los sordos fueron el abate Epée, su protegido Roch-Ambroise Sicard y el protegido de éste, Roch-Antoine Bébian, llamado así por sus padres en honor de Sicard. Es una historia que bien merece ser contada, aunque sólo sea de manera resumida.

Epée no fue el primero en comprender que los sordos podían comunicarse de manera eficaz con otras personas mediante el uso de signos manuales, pero sí fue el primero en demostrar que estas personas eran

* La visión de Stokoe, tan revolucionaria como avanzada, preparó el terreno para el redescubrimiento de una propuesta similar hecha por Roch-Ambroise Bébial en 1817. Véanse las notas 16 y 20.

capaces de comunicarse con el mundo de los oyentes y hablantes si se les enseñaba a hacer signos correspondientes al francés escrito. Sicard puso en práctica su método de enseñanza y creó una gran academia para el desarrollo y difusión de la educación de sordos basada en los signos. Superó la iniciativa de Epée con un sistema eficaz, pero servilmente imitador, de gestos de las manos y sus equivalentes en palabras, dando a los sordos una versión en signos del francés escrito. Creía que esta técnica no sólo les permitiría expresar lo que necesitaban, sino que también sería un instrumento esencial para aprender a pensar y educarse.

Bébian, el tercero de esta lista de gigantes, siguió muy de cerca las pautas fijadas por Sicard, pero con el tiempo llegó a una sorprendente conclusión sobre el lenguaje de los signos: su poder de comunicación es tal que puede expresar tanto las ideas concretas como las abstractas. La obra de Bébian, *Un ensayo sobre el lenguaje natural y de los sordos* (1817) ya presagiaba el conflicto en el cual se vio implicado el propio Lane.[15] Decía Bébian:

> «El lenguaje de signos es diferente [del francés cifrado]. En él, las ideas intelectuales siempre están expresadas clara y fácilmente. Esta afirmación puede parecer increíble de entrada. Sin embargo, es muy fácil de entender. Incluso el más sencillo objeto externo es un objeto compuesto; la idea que tenemos de él es una combinación de las cualidades a través de las cuales llega a nuestros sentidos. La idea de un melocotón incluye su forma, gusto, aroma, color e incluso el árbol que lo da. Todas estas características nos facilitan unos signos que proporcionarán una buena descripción de la idea aislada de melocotón».[16]

La tesis de que el signo es un lenguaje legítimo con una base lingüístico-comunicativa se argumentó, documentó y publicó en Francia más de 150 años antes de que los investigadores de la lingüística moderna llegaran a la misma conclusión en Norteamérica. Aunque Stokoe y el grupo de San Diego no pueden considerarse los auténticos pioneros en esta materia, es innegable que fueron ellos los que iniciaron el proceso que había de desembocar en la creencia en unas bases neurológicas sólidas. Recordemos que Broca había dicho en 1861 que los pacientes con lesiones en un área concreta del córtex del hemisferio izquierdo solían desarrollar una forma de afasia. Utilizando el mismo enfoque analítico, el grupo de San Diego descubrió una coincidencia completa de anormalidades entre afásicos con audición y personas sordas que habían sufrido trastornos en el lenguaje de los signos como resultado de una lesión cerebral. Se com-

probó la existencia de equivalentes de las afasias de Broca, de Wernicke y otros, y que eran consecuencia de lesiones casi iguales a las que provocan estas formas de afasia en pacientes con audición y habla normales.[17]

Ésta es una *gran* noticia. Si un neurólogo pudiera explorar el cerebro de alguien que hubiera sufrido un apoplejía y predijera, basándose en el lugar de la lesión, que el paciente se volvería afásico, no haría distinción alguna entre un paciente sordo que se expresara con signos y otro hablante. Éste es el hallazgo que tanto conmocionó a Ursula Bellugi y sus colegas (entre ellos Lane) cuando se conocieron los primeros estudios de patologías del cerebro en casos de afasia de personas que se expresaban con signos. Un hallazgo que, sin duda, dará lugar a más investigaciones en el futuro.

La prueba final de que los signos son un «lenguaje natural» la aporta un trabajo de Laura Ann Petitto, de la Universidad McGill en Montreal. En una serie verdaderamente rupturista de observaciones y experimentos, ha demostrado que los niños sordos adquieren el signo igual que los niños oyentes: de una manera gradual y exactamente en el mismo tiempo. Además, tanto en los niños sordos bilingües monomodales (dos lenguajes de signos diferentes) como en los bimodales (un lenguaje de signos y otro hablado), los perfiles de desarrollo de ambos lenguajes son idénticos. Finalmente, Petitto observó que en los casos muy raros de niños *oyentes* que, criados por padres sordos, aprendieron el lenguaje de signos como «lengua» materna, el proceso y los hitos del desarrollo lingüístico son los mismos que en los niños sordos u oyentes.[18]

La confirmación neurológica de que el cerebro es indiferente al canal específico de entrada-salida tiene consecuencias teóricas y prácticas de enorme importancia. Naturalmente, en el lenguaje hablado hay unas ventajas indiscutibles: aunque ciertas formas gestuales de comunicación son anteriores y proporcionan una «sintaxis innata», generalmente preferimos tener las manos libres para trabajar, incluso cuando cotilleamos. Pero una base gestual de la estructura profunda del lenguaje tendría implicaciones muy importantes para la ciencia cognitiva (para nuestras teorías acerca de la relación entre la actividad cerebral y el pensamiento y el comportamiento inteligente) porque forjaría un poderoso vínculo conceptual entre gesto y praxis, y obligaría a considerar la posibilidad de que ambas funciones manuales estuviesen íntimamente vinculadas en el cerebro.

Pero ¿qué hay de la teoría actualmente dominante según la cual el lenguaje representa la unión de la capacidad simbólica del cerebro con una amplia gama de vocalizaciones resultantes de la remodelación de la orofaringe humana a lo largo de la evolución? Hacia el año de edad los niños comienzan a producir vocalizaciones. Poco a poco las configuran

de manera tan parecida a las *verbalizaciones* adultas que solemos llamarlas «primeras palabras». A los dos años, sus vocalizaciones son entendidas por los adultos como palabras. Suelen emitirlas agrupándolas de dos en dos o de tres en tres. A los cuatro años, las palabras forman ya secuencias más largas, ordenadas casi exactamente como las que pronuncian los adultos en frases gramaticalmente correctas.

Dada la gran coherencia con que se suceden estos eventos en los niños, no es extraño que el desarrollo del lenguaje haya sido atribuido hasta tiempos muy recientes a las estimulantes recompensas que los pequeños reciben en sus primeras tentativas de habla. En realidad, hay buenas razones en apoyo de esta idea. Al nivel fonético, el niño se comporta como un loro (o como Hoover, la extraordinaria foca de Terrence Deacon) capaz de detectar e imitar los sonidos del habla. Por lo tanto, cabe concluir que, al nivel fonético, el lenguaje humano tiene su origen en la percepción básica audiovocal y la capacidad de imitación animales; pero el lenguaje humano se construye sobre estos elementos y multiplica sus efectos. Según este modelo, el habla puede considerarse una derivación de las llamadas y las comunicaciones de los animales, eclosionadas en lenguaje a causa del gran tamaño y poder de procesamiento del cerebro humano. Aunque no podemos explicar totalmente nuestro lenguaje, sí podemos conceptualizarlo como consecuencia de unos comportamientos no exclusivos de los seres humanos.

Según esta versión de la teoría de la «continuidad» en la evolución del lenguaje humano, éste genera significado mediante un proceso de asociación entre sonido y experiencia. Un niño oye el maullido de un gato, empieza a imitar este sonido y, más tarde, cuando señala al gato emite el sonido del maullido. Luego, jugando consigo mismo, el niño toma un animal de peluche y vuelve a emitir el mismo maullido. Para este niño, «miau» ha llegado a representar o bien al gato, o bien algo asociado con el gato, y su pronunciación se ha convertido en una palabra; una palabra que, sin embargo, no es una simple imitación de un sonido ambiental (esto lo haría un loro) sino un signo vocalizado que «simboliza» el gato.

Ya a comienzos de la década de 1930, Vygotsky comprendió que la capacidad de un niño para hablar no explicaría por sí misma los orígenes del *pensamiento*. Recordemos lo que dijo:

> «... ni el aumento del número de asociaciones, ni la activación de la atención, ni la acumulación de imágenes y representaciones, ninguno de estos procesos por avanzado que sea, puede conducir a la formación de conceptos».

Un cuarto de siglo después de que Vygotsky escribiera estas palabras, Chomsky afirmaba que la larga asociación tutelada entre sonidos, cosas y eventos del mundo real que practica el niño no puede explicar el lenguaje humano. Como hemos visto, el núcleo del argumento de Chomsky era que, en casi todos los lenguajes, las frases se construyen con las mismas reglas, y los niños aprenden estas reglas sin que nunca se les hayan enseñado formalmente y sin que puedan explicar por qué las siguen.* Son unas reglas innatas. Por lo tanto, Chomsky fue un paso más allá que Vygotsky: las asociaciones entre sonido y experiencia no sólo no pueden explicar los orígenes del pensamiento, sino que tampoco explican los orígenes del lenguaje.

Si ni la antropología ni la ontogenia humana son capaces de proponer un camino evolutivo hacia el lenguaje a través de modificaciones en el aparato fonador humano, ¿por qué los lingüistas no proponen la *mano* y su uso especializado para la comunicación como un primer estimulador de la evolución del lenguaje? Las razones pueden ser varias. Primera: muy pocos lingüistas han adoptado personalmente el signo como modo de comunicación; de ahí que no puedan aportar conocimientos experimentales a sus conclusiones sobre las teorías gestuales de los orígenes del lenguaje.** Segunda (sugerida por los lingüistas que *sí* utilizan el signo): los supuestos que prevalecen en lingüística respecto a los orígenes audiovocales del lenguaje han obstaculizado la elaboración de explicaciones alternativas. A pesar de estos impedimentos, la idea del posible origen gestual del lenguaje va ganando adeptos.[19]

Armstrong, Stokoe y Wilcox, eminentes lingüistas cuya proposición de una «taxonomía del gesto» ya hemos visto, han presentado una argumentación muy completa de los orígenes gestuales del lenguaje en su nuevo libro, *Gesture and the Nature of Language*.[20] Aunque éste no es el lugar para exponerlo en detalle, sí conviene tomar nota de sus afirmaciones más provocativas:

* Otra sorprendente realización de la capacidad innata para generar frases es la incorporación de reglas que limitan en gran medida las posibles combinaciones de secuencias de palabras en una cadena. Supongamos que propongo jugar un juego llamado «Haz una frase» y doy las once palabras siguientes: *hija, hijo, yo, mi, mi, bailar, marchar, desear, a, a, y*. En esta secuencia hay nueve palabras diferentes y dos repetidas. El número de secuencias posibles que podrían generarse a partir de estas palabras es, según me dijo un matemático conocido mío, de unos diez millones. Pero lo más probable es que ni yo ni nadie fuera capaz de construir con ellas más de diez *frases* aceptables.

** Los antropólogos Nicholas Toth y Peter Reynolds han animado mucho a otros investigadores a que aprendieran a manufacturar y utilizar herramientas de piedra, ya que con ello pueden cambiar radicalmente sus puntos de vista sobre este proceso y sus orígenes.

- la palabra «gesto» incluye los movimientos articulatorios vocales y los de las extremidades, y se define como «una clase de equivalencia de movimientos coordinados que consiguen un fin»;
- el canal visual es superior al canal auditivo para procesar las relaciones de objetos respecto a un esquema corporal y a las interacciones físicas con objetos externos;*
- la sintaxis y la semántica no pueden separarse, y «frases embrionarias son ya inherentes a simples gestos visibles».[21]

La conclusión de estos autores es la siguiente:

«Las manos de los homínidos dieron forma a herramientas para golpear, perforar y cortar, encendieron y controlaron el fuego, hicieron vestidos y habitaciones, domesticaron animales y cultivaron plantas. Pero con sus manos, su cerebro desarrollado y un gran aumento de la circuitería neural ojo-cerebro-mano, los homínidos pudieron muy bien haber inventado el lenguaje, pero no limitándose a ampliar la función nominal que algunos animales poseen, sino hallando el lenguaje verdadero, con su sintaxis y su vocabulario, en la actividad gestual».[22]

Acepto esta afirmación, pero yo la ampliaría de esta manera: la *praxis* se refiere a un tipo heterogéneo de movimientos del ser humano que, *gracias a una planificación y unos ensayos motivados*, explota nuevas modificaciones biomecánicas (estructurales) de la mano, a fin de obtener un control mayor y más preciso de los objetos externos. A causa de su intencionalidad y de la precisión (o la rutina) que proporcionan los ensayos, estos movimientos se convierten en icónicos. En otras palabras: *el movimiento práxico es necesariamente un signo del acto que realiza, con independencia del intento comunicativo del actor.* Ciertamente, tal como aseguraría un buen jugador de baloncesto o de tenis, una habilidad de alto nivel en la lectura de las intenciones que pone el adversario en sus movimientos es absolutamente indispensable en un partido importante, como lo es la capacidad del jugador para *ocultar* a su oponente los movimientos de ataque que le dicta su estrategia.

* Este componente del argumento completo se atribuye al trabajo de George Lakoff y P.D. Deane, quienes afirmaron que «en último término, la gramática es espacial», a los hallazgos de un grupo escocés (D.J. Perrett y colegas) sobre neuronas simples del córtex temporal que se activan selectivamente por detección visual de movimientos asociados a tareas relacionadas con objetos concretos, y al trabajo de A. Marshack que relaciona el desarrollo del lenguaje con «la capacidad de resolver problemas bimanuales mediante la visión en el homínido bípedo». Véase *Gesture*, capítulo 2.

Esto nos llevará a la pieza final del complejo mosaico que ha ido surgiendo a lo largo de esta explicación sobre la relación entre la mano, el pensamiento y el lenguaje. Hace mucho tiempo que se sabe que los pacientes afásicos suelen tener dificultades en ciertos movimientos del rostro, el tronco o las extremidades, movimientos que antes del suceso neurológico causante de la pérdida de lenguaje habían sido normales. Por ejemplo, estos pacientes pueden tener problemas para abrocharse los botones, encender o apagar una cerilla, peinarse o saltar. El nombre de esta anomalía en el control de los movimientos es *apraxia*, palabra que significa «pérdida de la destreza motora», y puede acompañar el síndrome afásico o presentarse independientemente.

Un neurólogo puede decidir que un trastorno adquirido de la capacidad motora no es apraxia. Casi siempre, la razón de esta convención reside en las dificultades para separar las consecuencias lingüísticas de una lesión del hemisferio cerebral lingüísticamente dominante de las gestuales o práxicas.

En primer lugar, una afasia puede parecerse mucho a una apraxia: el paciente no entiende la petición verbal que le hace el neurólogo para que realice un movimiento determinado. Si el paciente no tiene idea de lo que significa «encienda una cerilla», no puede decirse que haya perdido la capacidad de encender una cerilla. Por tanto, una apraxia no puede diagnosticarse si el paciente no tiene buena comprensión del lenguaje. En segundo lugar, si el daño afecta al cerebro, la mano que se usa más habitualmente para hacer la tarea puede haberse debilitado o haber quedado paralizada. En tal caso, sería erróneo concluir que se ha perdido *la idea interna del movimiento*, ya que sería el mismo caso de un paciente con el brazo amputado. Hay aquí, pues, otra regla de exclusividad: la pérdida de destreza motora debida a debilidad o parálisis no es apraxia. En realidad, por principio, la definición formal de apraxia ha abundado en criterios de exclusividad: «una anomalía del comportamiento motor complejo, caracterizada por la incapacidad de realizar movimientos diestros encaminados a un fin en ausencia de deficiencias motoras elementales (debilidad, acinesia, postura o tono anormales), anormalidades de sensación, o alteraciones de la comprensión o la memoria».[23]

En su definición, recientemente elaborada, de la apraxia, Geschwind y Damasio añaden otra característica digna de tenerse en cuenta: «[La definición] implica que los movimientos son aprendidos. Así definida, la apraxia es una anomalía del control de alto nivel de la ejecución de ciertas clases de movimientos, *cuando son solicitados por un observador de modo verbal o visual* [la cursiva es mía]. Los movimientos no pueden realizarse totalmente o se realizan de manera defectuosa».[24] Hay fallos

en las pruebas, como los hay también en un examen de conducción. (Digamos de paso que el test del neurólogo no es tan difícil como el de conducción. Se trata de comprobar la habilidad en la utilización de un peine o un cepillo de dientes, o en la imitación del soplo que apaga una cerilla.)

Supongamos ahora que soy un neurólogo y que mi nuevo paciente es un chef a quien una apoplejía ha dejado inútil para mezclar los ingredientes de un pastel, y también para manipular los vasos de medidas, las cucharas o las fuentes de hornear, aunque no es ni afásico, ni débil, ni está paralizado. Si este chef no responde a mi petición verbal de que encienda una cerilla, siempre puedo darle una y ver qué hace con ella. Si no hace nada, puedo hacerle una demostración con la cerilla y ver si me imita. Si continúa sin hacer nada, escribiré en mi cuaderno que este paciente es apráxico. Supongamos, en cambio, que *hace* todo lo que le pido en una batería de tests de praxis, pero que todavía es incapaz de manipular materiales relacionados con el horneado. Esto me obligaría a decir que tiene «apraxia de una habilidad específica» sin ninguna otra anormalidad. Nadie que leyera mi informe sabría de qué estoy hablando.

Retrocedamos y cambiemos la situación de manera que, al examinarlo, el chef no supera la batería de pruebas de praxis, a pesar de lo cual mi curiosidad y persistencia me impelen a improvisar una ampliación de aquella batería. Ahora coloco frente a él un pastel de cumpleaños con las velas sin encender. *Entonces* le doy una cerilla y él recompensa mi esfuerzo encendiendo las velas. ¿Qué debo decir *ahora?* Supongo que me vería obligado a deducir que he hallado una vía a través de la cual, aprovechando subrepticiamente un campo de conocimiento y experiencia que está más allá de la praxis ordinaria o del lenguaje, he podido poner al descubierto al chef que hay en mi paciente. Con una notable excepción, que enseguida veremos, la neurología nunca ha explorado formalmente estos vínculos entre cognición, habilidad y comunicación.[25]

Durante mucho tiempo ha habido acuerdo en que hay dos formas cualitativamente diferentes de movimiento hábil, representacional, muy bien ejemplificadas por las diferencias entre gesto y signo. Pero nadie ha dicho nunca seriamente que podría haber otra clase completa de movimientos representacionales: los que están incrustados en otros movimientos muy practicados, *significativos*, pero que no son *ni gestos ni signos*. La única excepción de esta distinción, la habilidad para la ejecución musical, se trata de la misma manera que el lenguaje: una habilidad aislada, instintiva; en definitiva, una «inteligencia». Ocasionalmente se la llama «el lenguaje de las emociones».

Pero consideremos ahora lo que sigue: casi todos podemos *simular* que tocamos el piano, como en un juego de charadas, adoptando la postura típica del pianista, haciendo ondear los brazos y moviendo los dedos. Ciertamente, este tipo de imitación puede resultar tan convincente en una película y en una representación real que quizá no se notará que es una simulación. Pero lo más genuino, la habilidad musical real, no puede falsearse, porque lo que se comunica y los sentimientos que provoca en el oyente, así como su participación activa en la comunicación, son inconfundibles. Si un neurólogo incluyera «muéstreme cómo toca el piano» en su batería de tests de apraxia, sería incapaz de distinguir la respuesta correcta de un no músico de la de un buen pianista, ya que lo único que pediría al primero sería una pantomima.[26]

La habilidad en la ejecución musical es el ejemplo más claro y la prueba más diáfana de la existencia de toda una clase de habilidades motoras autodefinidas y personalmente distintivas, cuya base es la experiencia y una formación intensa, ambas fuertemente vinculadas al desarrollo emocional y cognitivo del individuo, con un firme intento de comunicación y unos niveles de ejecución muy altos. En otras palabras: la habilidad en la ejecución musical es más que una simple *praxis*, una destreza manual ordinaria o habilidad para la pantomima. A pesar del creciente interés que despierta la ejecución experta tanto en neurología como en ciencia cognitiva, la habilidad musical todavía no suele contemplarse como prueba de la existencia de toda una *familia* de habilidades humanas, física y cognitivamente exigentes, estructuradas de modo jerárquico y creativamente ricas. Unas habilidades que, al igual que el signo, tienen un contenido comunicativo y «asoman en la mano».[27] Para el científico cognitivo, lo mismo que para el neurólogo, la mano muy entrenada y creativa permanece todavía casi en la oscuridad y no está representada en el pensamiento de la neurología clínica y teórica.*

Oliver Sacks, en *Veo una voz*, concuerda con Poizner, Klima y Bellugi en que los que se comunican mediante signos desarrollan en el cerebro una «mejora» visuocognitiva, y se pregunta si su experiencia les conduce a «lingüistizar» el espacio o a «espacializar» el lenguaje. ¿Y qué puede decirse de esta misma mejora en *cualquier persona* (se exprese o no con signos) que haya dedicado atención y esfuerzos a mejorar la fluidez con que ejerce una habilidad cognitiva o sensomotora especí-

* Naturalmente, la excepción importante a esta generalización puede encontrarse en el mundo, tan investigado como altamente evolucionado, de la psicología del deporte. Sin embargo, hago una distinción entre el gran rendimiento de un corredor o de un saltador de altura y, por ejemplo, el de un pintor, un escultor o un bailarín, porque en las actividades de estos últimos, la medida del rendimiento es extremadamente subjetiva.

fica («constreñida»)? ¿Podría ser, tal como sugerí anteriormente, que carpinteros, malabaristas, cirujanos, magos, etcétera, hayan desarrollado *necesariamente* estas mejoras a medida que perfeccionaban su trabajo, ejecutando una tarea sensomotora cognitivamente exigente? ¿Qué imaginamos que ocurre realmente en el cerebro durante el largo aprendizaje de un pintor y durante el subsiguiente periodo de desarrollo? ¿Es que no podemos llegar a comprender que cualquier habilidad física de alto nivel tiene su propia «lógica» interna con unas características operativas mínimamente específicas (fuentes de entrada y canales de salida limitados, una gama y un tipo de operaciones cronometradas, pero también con límites, y unas operaciones de cálculo) y la libertad de modificarlas con el tiempo y en función de la experiencia? El lenguaje y la música son ejemplos adecuados, pero no los únicos, y no quedan en absoluto disminuidos (en mi opinión) por esta descripción expandida.

Sacks, a su atípica manera (al menos para un neurólogo), empezó así su reciente y extraordinaria comunicación «Neurology and the Soul»:

> «Probablemente, siempre ha existido un espacio vacío entre ciencia y vida, entre la aparente pobreza de la formulación científica y la riqueza evidente de la experiencia fenoménica».

Y más adelante prosigue:

> «Implícita en todo esto está la necesidad de un concepto adecuado del individuo y de la mente, un concepto sobre el modo en que cada persona crece y lo que llega a ser, y sobre el modo en que este crecimiento y realización se relacionan con sus cuerpos físicos.
>
> »El niño empieza inmediatamente a explorar el mundo, mirando, sintiendo, tocando, oliendo... Así lo hacen también todos los animales superiores desde el momento en que nacen. La sensación sola no basta: debe combinarse con el movimiento, con la emoción, con la acción. Juntos, movimiento y sensación se convierten en el antecedente del significado.
>
> »Esta evolución del yo, este crecimiento, este aprendizaje y esta realización activos del individuo son posibles gracias a la "selección", a la consolidación de las conexiones con los grupos neuronales según las experiencias del individuo (y sus necesidades, sus creencias, sus deseos). Este proceso de selección no puede surgir espontáneamente, ni siquiera puede empezar a menos que haya movimiento, porque es el movimiento lo que posibilita todas las categorizaciones preceptuales».[28]

En este punto, ya podemos sentir plenamente cómo en la comprensión del papel de la mano en la vida humana convergen las perspectivas neurológica, lingüística, antropológica y ontogénica. Este nuevo punto de vista nos prepara para examinar más de cerca el papel de la mano dentro del contexto sociocultural contemporáneo. Y sobre todo nos prepara para considerar cómo desarrollamos, o podríamos desarrollar, nuestra invisible, latente, *sagaz, práxica, inventiva* mano para ponerla a nuestro servicio personal y exclusivo, para hacerla hablar y hacernos a nosotros mismos más expresivos.

11
Prestissimo afinado y en evolución

> Cuando estudiaba en la Juilliard, todos practicábamos catorce horas diarias. Sabíamos que tiempo sin piano era tiempo perdido.
>
> Misha Dichter, pianista

Teniendo en cuenta todo lo dicho hasta ahora acerca de los antiguos orígenes de la estructura y la función de la mano humana, la habilidad musical es un auténtico rompecabezas para los teóricos de la evolución. No es difícil inventar vías rarísimas, pero enormemente sugestivas, a través de las cuales la ejecución musical (desde el torpe manejo de un instrumento hasta una perfección extrema de la digitación) podría haber aumentado las posibilidades de que apareciera un niño musical. Pero la cuestión de la posible falta de utilidad biológica de la música es demasiado interesante y demasiado importante para tratarla como si fuera un juego de sociedad.

Obviamente, la habilidad musical guarda una estrecha relación (y también una estrecha dependencia) con el refinamiento del oído, y los lazos entre percepción auditiva, habla y lenguaje humanos son tan fuertes que el mensaje darwiniano sobre un «oído musical» podría ser defendido fácilmente por un estudiante de ciencias medianamente avanzado. Naturalmente, la música *no* es lo mismo que el habla o el lenguaje, a pesar de que sus canales de entrada-salida son los mismos. Justine Sergeant, del Cognitive Neuroscience Laboratory y del Montreal Neurological Institute, de la Universidad McGill, explicó de este modo la imbricación música-lenguaje:

> «La música y el lenguaje tienen ciertos aspectos en común: ambos se utilizan de manera expresiva y receptiva, ambos implican una actividad motora secuencial para su producción, ambos están construidos con sonidos discretos perceptualmente representables mediante un sistema de escritura... Puede hablarse de una gramática musical en la mente del compositor, del ejecutante y del oyente, una gramática que tiene ciertos paralelismos con la del lenguaje... Sin embargo, el habla y la música difieren en aspectos importantes. Por ejemplo, una frase musical no lleva la misma clase de información que una frase verbal: más que *referirse* a ideas u objetos específicos, evoca sentimientos o

emociones: modelos de tensión y relajación corporal».[1] (La cursiva es mía.)

Quizás el comportamiento musical es un instinto independiente, un instinto que, entre los humanos, todavía no está tan extendido como el lenguaje. Sería más bien una adaptación compleja que, en su sustrato, contaría con un conjunto propio de circuitería computacional. Como acabamos de ver, la posesión de un mecanismo de control especializado del lenguaje —el ChomTur— significa que un conjunto de capacidades neurológicas dispares (capacidades que, en una percepción retrospectiva, podríamos definir como «antecedentes comportamentales del lenguaje») se fundieron en el tiempo dando lugar a un rasgo comunicativo heredable. Quizá la habilidad musical tiene una historia evolutiva comparable: de manera imperceptible, la Madre Naturaleza iba seleccionando versiones paulatinamente mejoradas del «cerebro musical» hasta conseguir una acomodación, o (recurriendo al vocabulario que hemos adquirido) una nueva heurística humana.

Pero ¿por qué ocurrió así? ¿Por qué los cerebros de ciertas líneas privilegiadas subsidiarias de *Homo sapiens sapiens* están equipadas ahora no sólo con un ChomTur, sino también con un BachTur? ¿Dónde está la *presión selectiva* que explica la descendencia de los músicos? La verdadera dificultad que plantean estas preguntas (si es que hemos de llamar instinto a la música) es ésta: ¿cómo explicar el don de una mano musical? ¿Por qué, en algún momento, nuestro lejanísimo entorno exigió a la extremidad superior humana (y especialmente a los dedos) algo que se asemejaba a velocidad, precisión, fuerza exquisita y control temporal, algo, en suma, que es esencial en la ejecución musical de un experto? Como músico podría también preguntar: ¿de dónde procedían estos cambios? Dado que ni la música ni su dominio manual suponen ninguna necesidad ni beneficio, la habilidad musical podría parecer un raro accidente, como si los humanos, en su camino, hubieran recogido inadvertidamente genes de colibrí o de ciempiés; o como si nuestros antepasados hubieran necesitado la música para sobrevivir y nosotros hubiéramos perdido totalmente la prueba de ello.

A la doctora Sergeant, amante de la música como el que más, le sorprendió mucho esta pregunta, y *en su calidad de científica* se vio obligada a considerar la música como carente de valor comportamental y, por lo tanto, como un fenómeno evolutivamente inexplicable:

«La música... es una creación del cerebro humano que utiliza estructuras heredadas de la evolución, unas estructuras que estaban diseña-

das para servir a funciones biológicamente importantes, capaces de desarrollar y apoyar un campo de actividad inédito pero *sin ningún valor biológicamente adaptativo directo*».[2] (La cursiva es mía.)

En los años que siguieron a mi admiración por la ejecución pianística de mi hija y mi interrogación sobre cómo conseguía mover los dedos tan deprisa, tuve ocasión de reconsiderar esta curiosidad mía desde la ventaja que me brindaba mi creciente experiencia clínica con músicos lesionados, aumentada a través de los contactos con una amplia diversidad de músicos y educadores, representantes de una amplia gama cultural, estilística, geográfica y empírica de actividades musicales. Considerado en su conjunto, mi propio trabajo clínico y las ideas surgidas de esta gran cantidad de contactos me proporcionaron una lección única, pero enormemente reveladora, cuyas implicaciones me llevaban mucho más allá del mundo de la música: la «música», la habilidad musical y el músico no pueden entenderse sin una referencia a los elementos culturales que nutren el desarrollo musical del individuo y configuran las interacciones musicales entre las personas. Hasta que no me familiaricé con los trabajos de Henry Plotkin y Merlin Donald no llegué a comprenderlo bien.

La afirmación de la biología según la cual la música no tiene ningún valor de supervivencia ni adaptativo es fácilmente rebatible con la simple referencia a la teoría de Plotkin sobre heurística primaria y secundaria. Recordemos que una heurística secundaria es el producto de una capacidad heredable para generar estrategias de supervivencia en el mundo real y de acuerdo con las condiciones de vida. Las estrategias específicas incorporadas a esta heurística no están sujetas a transmisión genética, a pesar de que, una vez establecidas en un individuo, actuarán con la misma fuerza y estabilidad que tendrían si hubiesen sido *heredadas*. Para los humanos que viven en sociedad, lo que suele tener mayor impacto en el establecimiento de una heurística secundaria y sus campos perceptomotores específicos es el contacto con otros humanos. El individuo seguramente aceptará unas determinadas bases establecidas en la sociedad (sus tablas habituales de pesos y medidas para una determinada heurística) o bien generará autónomamente las suyas propias. Un niño que se críe en Francia hablará normalmente francés como lengua materna, pero el mismo niño hablaría japonés (o lenguaje de signos) si éste fuera el lenguaje que oyera de sus padres. Después, podría adquirir otros idiomas si así lo deseara.

El lenguaje humano y la música serían, de acuerdo con la conceptualización de Plotkin, ejemplos de heurística secundaria. Ambos están omnipresentes en la sociedad humana, ambos son de gran utilidad para las

personas que los adoptan y ambos tienen unos destacadísimos efectos sobre el desarrollo psicomotor. Ni uno ni otra se dan en niños sin contacto con personas que los utilicen, pero ni uno ni otra son imprescindibles para la supervivencia y la procreación. *Sin embargo...* cuando se desarrollan como especializaciones comportamentales, pueden ofrecer al individuo unas considerables ventajas no heredables, ocupar un *nicho local* que incluye la capacidad de conservar y potenciar la vida ampliando los años activos del individuo hasta más allá de este breve periodo que empieza en la pubertad, cuando la heurística primaria sólo emite un mensaje y bloquea los demás canales.

Cuando Sergeant decía que no podía ver ninguna importancia biológica en la música, estaba hablando en el clásico lenguaje darwiniano. Pero si colocáramos ante nuestros ojos una lente neodarwiniana y la ajustáramos a una distancia que nos permitiera ver bien las cosas, captaríamos todo el sentido de la carrera musical y el misterio de la habilidad para la música. El concepto de heurística secundaria adapta el clásico motor darwiniano a la escala a corto plazo de la vida humana, permitiendo definir la supervivencia en términos puramente culturales y personales. El ser humano ya no tiene que depender de que la biología declare qué es lo que tiene valor de supervivencia, sino que, por elección inteligente, podrá calcular el mejor aprovechamiento de las ventajas que le ofrecen los recursos que tiene a su disposición para luchar contra el medio y las circunstancias. Cuando Plotkin califica la inteligencia de heurística secundaria, deja muy claro por qué los individuos interaccionan tan rápida y poderosamente con todo cuanto está presente en su cultura, y no simplemente con la música, sino también con casi todas las actividades orientadas a un objetivo o recompensadas culturalmente.

Pero volviendo a la música, es obvio que, en nuestra sociedad, hay dos culturas musicales totalmente separadas (la de los profesionales y la de los aficionados) y que las actividades musicales asociadas a cada una de ellas funcionan bajo denominaciones, expectativas y compensaciones muy diferentes. La cultura profesional, que es el objetivo principal de este capítulo, tiene todas las características de un ecosistema darwiniano, pero el juego de la supervivencia se interpreta como un *prestissimo*. Como resultado de ello, la tecnología, la formación y el virtuosismo musical —*todo*— es impulsado rápidamente a gran velocidad a lo largo de los canales establecidos por la cultura. La carrera musical de un músico clásico premia la inteligencia musical, la biomecánica de la extremidad superior y la pedagogía. Un músico en ciernes debe encaminarse hacia la enseñanza superior a una edad lo más temprana posible y, en su arte, los altos niveles de profesionalidad, basados en la heurística instaurada

desde la infancia en una posición capaz de un avance rápido, se mantienen gracias a la necesidad que tienen los músicos de conseguir y conservar la aprobación y el seguimiento de los críticos, el público y los agentes. Además, todo músico eminente debe mantener viva la atención hacia su trabajo, y para ello debe competir no sólo con otros ejecutantes, sino también con todo el conjunto de ejecuciones *falseadas* que presenta la discografía comercial, la cual, en el proceso de edición, trata por todos los medios de enmascarar o eliminar la susceptibilidad del músico durante la ejecución, porque quizá conduciría a ciertas desviaciones del plan establecido.

Franz Liszt puede o no haber inducido unos sólidos criterios en los ejecutantes inmersos en las tendencias culturales de nuestra música profesional, pero su influencia es innegable: a Liszt se atribuye la frase: *Le concert c'est moi!* (¡Yo soy el concierto!).* Naturalmente, Liszt no creó el cerebro humano ni su sistema motor, como tampoco las emociones, la afición al espectáculo o la psicología de masas. Simplemente observó cuán fácilmente podían orquestarse todos estos elementos en su propia ventaja. Comprendió que el escenario de conciertos era susceptible de convertirse en una plataforma que acogiera el espectáculo de ciertas proezas humanas, y con gran acierto adivinó que la gente asistiría a los conciertos para ver aquel espectáculo con el mismo entusiasmo con que los romanos acudían al Coliseo. En otras palabras, Liszt se arrojó él mismo (y con él su carrera de músico) al ruedo del universo darwiniano.

Resulta toda una ironía que Liszt fuera prácticamente contemporáneo de Charles Darwin: Darwin nació en 1809 y murió en 1882; Liszt nació en 1811 y murió en 1886. Los paralelismos en sus respectivos efectos sobre la vida y el pensamiento humanos son realmente extraordinarios: ambos introdujeron una reforma radical en la comprensión de sus respectivos entornos. Darwin se orientó hacia las implicaciones de la competencia en el mundo biológico; Liszt, lo hizo hacia un determinado subconjunto, exclusivamente humano, de este mismo mundo. Liszt reconocía que la música había evolucionado desde un pasatiempo *amateur*, desde el puro placer, hasta la *profesionalidad*. Todo músico serio necesi-

* El pianista canadiense Glenn Gould rechazaba esta idea enérgicamente. Siete años después de haber iniciado una prometedora carrera como ejecutante, Gould anunció que abandonaba las salas de conciertos, y el resto de su vida presentó sus trabajos en discos reconocida y profusamente editados. Sostenía que la ejecución en directo era poco más que estar en una tribuna, y parece que decía que el único modo honesto de ser un músico era permanecer totalmente alejado del público y esforzarse en hacer grabaciones que reflejaran fielmente las intenciones del compositor. Aunque Gould murió en 1982, sus discos continúan vendiéndose más que los de cualquier otro pianista clásico.

taba un proceso de formación muy largo y debía enfrentarse a unas expectativas del público y unos niveles de ejecución cada vez más altos, pero podía mirar adelante y tener, al menos, ciertas esperanzas de ganarse la vida.

A pesar de que los músicos siempre han hablado de y para los sentimientos de las gentes, la declaración lisztiana (una nueva fórmula de supervivencia) transformaba profundamente la relación entre músicos y público y, con ello, transformaba también la definición de habilidad musical. A partir de entonces, los ejecutantes clásicos tenían que ser unos virtuosos de sus respectivos instrumentos, porque esto era lo que exigía de ellos el público. Pero tanto el público como otros músicos eran sólo una parte del originario panorama darwiniano de la música profesional, y muchos de los elementos restantes ya habían sido introducidos dos siglos antes de la famosa rivalidad entre Mozart y Salieri a finales de la década de 1780. Ya entonces, la música se escribía para demostrar y poner a prueba el virtuosismo del músico, y los instrumentos musicales se modificaban para que pudieran dar densas y escalofriantes cascadas de notas, ritmos y armonías.

> «En el gigantesco concierto dado en Dresde en 1615 bajo los auspicios del Elector de Sajonia, cierto Riposky, de Cracovia, tenía un contrabajo de más de 24 pies de alto, que se transportaba en un carruaje tirado por ocho mulas. Se había construido una pequeña escalera a fin de poder llegar al mástil, y las cuerdas de este monstruoso instrumento eran frotadas con un enorme arco que necesitaba toda la fuerza del brazo. Pero parecía que este artefacto todavía no era suficiente. Más tarde surgió la grandiosa idea de improvisar un contrabajo con la ayuda de un molino de viento del cual salía el tendido de grandes cables. Se necesitaban cuatro hombres para hacerlo vibrar mediante una ancha pieza de madera dentada. En un lado de la orquesta había un gran órgano sobre el cual actuaba el padre Serapio con manos y pies: unos pocos cañones en batería sustituían los tambores. La representación fue digna de estos preparativos: la *prima donna* Bigozzi, de Milán, cantó tan bien y durante tanto tiempo que murió tres días después».[3]

Esta descripción de la clavecinista Wanda Landowska pone de manifiesto que la cultura musical profesional creaba su propio contexto arqueológico para definir —y luego *redefinir*— la capacidad del músico. Los instrumentos musicales ya no eran simplemente fuente de una determinada voz expresiva, elegida por los compositores para cumplir las exi-

gencias de un texto musical; tampoco eran ornamentos visuales que se añadían al atractivo estético de la música. Cuando Liszt proclamó el principio de la era de los solistas, pianos, violines, guitarras y el resto de instrumentos se convirtieron rápidamente en poderosos selectores de músicos físicamente capaces y de repertorios musicales destinados a la exhibición.*

Como era de esperar, las habilidades y las vidas de los concertistas empezaron a incorporarse a la iconografía musical. A medida que el público, cada vez más numeroso, escuchaba a artistas legendarios (pianistas como Lizst, Mendelssohn, Robert y Clara Schumann, Rachmaninoff, o violinistas como Paganini, Kreisler y Heifetz) estos artistas y el público que les aclamaba forjaron una poderosa mitología que ahora acompaña al ejecutante clásico y arrastra a todos los que pretenden dominar un instrumento solista.

Es sorprendente comprobar qué fácil ha sido disfrazar el funcionamiento (¡y los logros!) del motor darwiniano en el escenario musical. El músico, antaño principal agente de selección *y* objetivo prioritario, no conserva semejanza alguna con un cazador o un guerrero. Por el contrario, la profesión de músico nació en las iglesias, y sus herederos continuaron, ellos y su música, estando vinculados a la estética de la iglesia y de la corte, así como a las maneras humildes propias de los servidores de las grandes fortunas.**

Muy diferente es la situación en la cultura de la música popular. El entorno no comercial no impide ni un trabajo serio ni la competencia ni el alto nivel, pero aquí no hay en funcionamiento ningún motor darwiniano que reduzca el rebaño. La evolución sigue produciéndose, pero el proceso es diferente cuando el valor de supervivencia de la musicalidad se sustituye por la búsqueda de esta musicalidad, que viene a añadirse al valor de supervivencia. El músico *amateur*, en su edad madura, ya estará al servicio de sus recursos genéticos, pero esto no agotará el significado

* El moderno piano de cola, por ejemplo, tiene sus orígenes en el pianoforte, un instrumento parecido a un clavicémbalo en el cual las plumas que pulsan las cuerdas se sustituyeron por martillos que las golpean. La acción de «soltar» el martillo proporcionaba al artista el medio de controlar la fuerza —«dinámica»— mediante el dedo —«pulsación»— lo que, naturalmente, requiere habilidad para controlar no sólo la fuerza, sino también la complejidad armónica de las notas pulsadas. Cambios posteriores en el diseño del bastidor hicieron posible que el sonido del instrumento se proyectara a distancias mayores, lo que supuso salas más grandes, más público y una taquilla más sustanciosa.

** Pensando en esta situación, me vi tentado a concluir que la enorme popularidad de Victor Borge se basa en parte en el hecho de que en sus ejecuciones fomenta la diversión más que la música intelectual. Sus espectáculos están cuajados de estereotipadas payasadas en las cuales el piano es el blanco de las bromas; porque Borge ataca no sólo la santidad de los sumos sacerdotes de la música, sino también el mismo altar.

de la vida en entornos cuyo centro sea el piano, la mandolina, los instrumentos de percusión, etcétera.

Después de más de una década de gran compromiso con músicos dejados de lado a causa de problemas físicos que les impedían la ejecución, ahora veo claramente por qué tantos profesionales de la música sufren trastornos: los sufren porque el mundo darwiniano, a pesar de que sus objetivos públicos y los objetivos privados de sus practicantes pueden ser loables y espirituales, es por definición absolutamente impersonal y sistemáticamente despiadado. Los músicos que esperan hacer una carrera de éxito se ven empujados hasta los límites de su resistencia física y mental, y la mayoría de las veces deben trabajar en condiciones psicológicas extremadamente adversas.*

Es un signo de nuestro tiempo y de nuestra cultura que el pianista clásico Misha Dichter, miembro hace algunos años de la mesa de un congreso celebrado en Aspen, Colorado, ofreciera su receta de perfección pianística a un público compuesto esencialmente de médicos. Un público que empezó a comprender (y hoy lo comprende un número cada vez mayor de médicos y de músicos) que la carrera musical es azarosa; que solamente unos pocos elegidos consiguen llegar a la cima, y que muchos de los mejores que ya la alcanzaron experimentarán lesiones y síntomas significativos, a veces incluso incapacitantes, derivados de la ejecución musical. Cuanto más a fondo estudiamos las historias de las figuras gigantescas de antaño, más podemos ver la frecuencia de tales problemas. Éste podría haber sido el caso del propio Liszt, que abandonó los conciertos como solista a los treinta y tantos años. Chopin raramente tocaba el piano en público. Las manos de Robert Schumann, de Glenn Gould, de Gary Graffman, de Leon Fleischer y, posiblemente, las de Horowitz, tuvieron problemas cuando estos artistas estaban en la cumbre de sus respectivas carreras.

Algunas personas que viven y trabajan en el mundo de los conciertos y en el de la «medicina del arte de la ejecución» me han ayudado a comprender más claramente la aplicación de la ecuación darwiniana a la situación especial del profesional de la música. Especialmente dos de estas personas han ejercido sobre mí una influencia profunda y continuada:

* Pocas veces los músicos más jóvenes están preparados para batallar realmente por el espacio que dejó tras de sí la declaración de Liszt. El benevolente disfraz de la carrera musical continúa engañando tanto a los jóvenes músicos como, en general, al público. No es difícil ver por qué ninguna floración ha dado esta rosa tan especial. La música es, en sí misma, un calmante universal de la dura realidad de la vida: nos induce al enamoramiento, a la adoración; vivifica nuestros aniversarios, nos protege en tiempos de sufrimientos y nos agrupa en actos de orgullo cívico y de unidad. La música une, enseña y afirma nuestra segregación de la impersonalidad del mundo biológico.

Dorothy Taubman y Patrick O'Brien. Durante algunos años, Dorothy fue una figura nacional, firme y controvertida, de la pedagogía pianística. Patrick es conocido en el mundo de la guitarra, aunque su trabajo no ha suscitado la misma conmoción profesional que el de Dorothy. Quizá porque el campo de Dorothy es el piano de cola y las grandes veladas: sonidos, ceremonias, políticas catedralicias y la suave y meditativa intimidad de la capilla, mientras que el de Patrick es el simple hábitat de la guitarra y el laúd.

He hablado con frecuencia tanto con Dorothy como con Pat y siempre, a lo largo de quince años, he confiado en su consejo sobre los pacientes. Dorothy se mostraba más refractaria que Patrick a hablar de las conexiones entre su vida personal y su trabajo profesional. Pat, en cambio, siempre estaba dispuesto a exponer los fundamentos de su relación de toda la vida con la música y los músicos, y no sólo en su condición de ejecutante, sino también en la de maestro. Ha reflexionado durante mucho tiempo sobre la relación entre sus propias manos y su técnica. Ha elaborado un estudio realmente notable acerca del instrumento y tiene unas opiniones muy sólidas sobre el cultivo de la mano musical y su sorprendente vulnerabilidad a las lesiones. Su experiencia y sus puntos de vista parecen ser extraordinariamente idóneos para las cuestiones que aquí han surgido sobre las vidas, paradójicamente difíciles, de los músicos profesionales en nuestra cultura. Por esto me extenderé largamente reproduciendo sus palabras:

> «Cuando estaba en el tercer grado tuve el sarampión. Fue la primera y única vez que tuve que faltar a la escuela tres días enteros. Alguien me dio uno de estos rompecabezas de agujeros en un tablero de madera en forma de cruz. Había unas piezas que debían moverse; todas eran rojas excepto una azul, y había que pensar cómo moverlas para que la azul acabara en el centro. Tardé dos días y medio en resolver el rompecabezas. Cuando fui algo mayor, jugué al billar. Me fascinaban los juegos que requerían repetición, desarrollo cuidadoso y cierta concentración, y me sentía atraído por todo aquello que suponía habilidad, pensamiento detenido y solución. No siempre estaba seguro de poder manejar el mundo improvisadamente, pero trabajando con problemas de este tipo llegué a crearme un lugar que me resultaba seguro.
>
> »Incluso en la edad adulta, los problemas y rompecabezas con los que disfruto parecen estar siempre relacionados con cosas que puedo analizar y solucionar, con cosas que, poco a poco, llego a controlar. Un ejemplo son los juegos malabares o la prestidigitación. Es-

tas tareas implican un elemento emocional muy especial, un modo diferente de percibir las cosas y la necesidad de predecir lo que va a ocurrir. Es como tener en las manos un pequeño mundo. Porque hacer algo con las manos supone poseer un pequeño mundo al que podemos enfrentarnos, a diferencia del gran mundo, el cual muchas veces no somos capaces de mirar cara a cara. Creo que este interés por las cosas pequeñas explica mi costumbre de observar a las personas de una manera especial. Estoy seguro de que mi susceptibilidad frente a las consecuencias tiene algo que ver con la inseguridad que tenía en mi infancia y la facilidad con que me sentía intimidado. Un sentimiento así nos lleva a observar atentamente el rostro de las personas con las que hablamos.

»Mi padre era mecánico y trabajaba en Sperry Rand haciendo piezas de giroscopios. Valoraba mucho la precisión en el trabajo y en la manufactura de herramientas, y estoy seguro de que también yo tengo cierto sentido de lo que es trabajar con oficio, sentido que, sin duda, es fruto de sus puntos de vista. Era un hombre muy lacónico y, como todos los irlandeses, muy poco expresivo. Mi madre había nacido aquí y era una mezcla de italiana, siciliana y napolitana, una mujer muy expresiva, de reacciones inmediatas, muy emocional: la antítesis de mi padre.

»De niño oía música constantemente. Mi primer contacto con un instrumento tuvo lugar en la escuela, siendo muy pequeño. Tocábamos flautas de plástico, pero desde el principio decidí que debía llegar a tocar correctamente. Estando en primer grado, un primo mío (teníamos casi la misma edad y por entonces siempre estábamos juntos) me vio tocar la flauta de plástico y se desternilló de risa, porque yo me dedicaba a este instrumento de juguete como si fuera un profesional, lo cual le resultaba muy divertido.

»Algo después empecé a tocar la guitarra. Era autodidacta y no recuerdo muy bien la cronología. Hacia la edad de siete años había ahorrado algún dinero repartiendo periódicos por cuenta de mi hermano, y lo utilicé para comprar una guitarra barata. Encontré libros que me enseñaron las cuerdas; además, imitaba lo que oía en discos. Así estuve haciéndolo durante mucho tiempo hasta que aprendí a leer música. En realidad, antes de poder leerla estuve tocando profesionalmente largo tiempo, e incluso gané bastante dinero.

»Ya en el instituto compré una guitarra clásica, porque me interesaba el jazz sudamericano: la bossa nova, en sus principios un estilo muy politizado, una música de protesta en la que yo estaba muy interesado. Compré también algunos libros, pensando que podría apren-

der cómo tocar con los dedos. Antes de aquello siempre había tocado con púa.

»La transición de la púa a los dedos no es una bagatela: es un proceso que empecé a comprender mucho mejor después de empezar a tocar el laúd. Cuando se toca este instrumento no se utilizan las uñas. En realidad, lo deseable es emplear cuerdas de tripa, si es posible. Tocar el laúd significa establecer con el instrumento un estrecho contacto físico para poder controlar la cuerda sin ningún intermediario. Aquí no hay la dura y rígida insensibilidad de la púa, ni las cuerdas de acero, ni el amplificador, ni las uñas. A medida que afinaba el sentido del tacto, experimentaba una rara satisfacción siempre que me aproximaba a la cuerda; sentía como si la cuerda me transmitiera energía y era capaz de una articulación cada vez más cuidada desde el lado derecho del instrumento.

»Mi primer y único maestro fue un artista bien conocido, al que acudí cuando iba al Brooklyn College. Él había estudiado con un viejo ruso llamado Alexander Bellow, que también había sido pianista, arreglista y director de orquesta. Mi maestro tenía una manera propia de atacar las cuerdas, pero conmigo no funcionó muy bien: no era una buena técnica para lo que yo deseaba hacer. A veces tenía que dejar la técnica de lado, pero sólo lo hacía en fragmentos y en ciertas piezas. Algunas de las cosas que mi maestro me transmitió se manifestaron en mí a finales de los años sesenta. Fue cuando empecé a interpretar "literatura" moderna cada vez más atrevida, la cual muchas veces no ha sido compuesta pensando en la guitarra y, naturalmente, no se acomoda muy bien a ella.

»Cuando empecé a intensificar la ejecución, mi mano empezó a dolerme constantemente, sobre todo el dedo que nosotros llamamos dedo "A", el anular de la mano derecha. Rápidamente desarrollé una tendinitis *descomunal*. Y allí estaba yo con el problema de la mano. Empecé a preguntar a varias personas. Acudí a médicos, fisioterapeutas, quiroprácticos, a todos los músicos que conocía, pero nadie parecía saber de qué se trataba. En realidad, nadie mencionó siquiera la palabra "tendinitis".

»Algunos me decían que dejara de tocar durante algún tiempo. Lo intenté, pero ni esto me ayudó. Fue una época terrible. Pensaba que nunca más podría tocar ni enseñar. Finalmente, empecé a ver las cosas de otro modo, y trabajé también de otro modo, aunque tardé dos años en hacerlo.

»Todo aquel tiempo tenía la extraña sensación de haber vuelto a los ocho años, de estar sentado en la cama con el sarampión, jugue-

teando día tras día con aquel juego de las piezas rojas. Por fin, yo mismo, calladamente, solo en mi habitación, encontré la solución. Descubrí un modo de tocar tal que la mano me dolía menos. Y el cambio me dio un nuevo estilo: más velocidad, más fuerza y mucha más independencia de los dedos en la pulsación. Este nuevo trabajo fue desembocando en un modo de aproximación sistemática al instrumento, pero sólo recientemente he llegado a comprender lo que había tras este cambio: evitar flexiones distales innecesarias de los dedos. Era una mala costumbre que había adquirido, una costumbre que tenía un alto precio: la contracción repetida y sostenida a que sometía a mi mano; y yo apenas me daba cuenta de lo que estaba ocurriendo.

»Pienso que la predisposición a enfrentarme al problema tal como yo lo hice proviene, en parte, de mi formación. Fui educado en la religión católica romana, y tuve un padre que hubiera dicho: "alergias y divorcios son para los ricos". Nosotros no podíamos permitírnoslos. Con ello quería decir que cada uno debe resolver sus propios problemas. Hay que analizar lo que va mal en nosotros; luego pensar en el modo de remediarlo o, simplemente, soportarlo. Cuando hacía de monaguillo, cada semana, ante el altar decía: *Mea culpa, mea culpa, mea maxima culpa*. Y con ello asimilaba la idea de la responsabilidad personal. Si *yo* había hecho algo mal, tenía que asumir las consecuencias. Así pues, cuando empezó a dolerme la mano estaba preparado para aceptar que había hecho algo mal y de ahí la amargura que sentía.

»Pero el dolor me ayudó de una extraña manera. Cada día me haría "sentir" si estaba haciendo lo correcto o no, porque mi mano se sentiría mejor o peor. Dejar de tocar no me ayudó. Lo dejé durante un mes. Durante otros dos meses no utilicé la mano para *nada*, pero la mano siguió siendo para mí un infierno. Cuando finalmente resolví el problema, no tenía la menor idea de cómo lo hice. Ahora tengo teoría de sobra, pero durante mucho tiempo mi visión de lo que estaba haciendo fue muy ingenua.

»Una parte considerable de mi trabajo consiste en ayudar a músicos lesionados. Los ejecutantes con problemas graves suelen necesitar cambios de técnica, cambios en el empleo de cada uno de los dedos, y la adopción lenta y cuidada de un nuevo modelo de movimiento de la mano. Mientras *esto* se va trabajando lentamente, evaluándolo *todo* con gran cuidado, escuchando la afinación de cada nota, mirando cómo el dedo se mueve lentamente, el músico lesionado empezará a cambiar también *como persona*.

»Tiene que abandonar cierto tipo de enseñanza que le había exigido siempre que pulsara con tanta fuerza de que fuera capaz si quería avanzar en su carrera. Su mano se convierte en la metáfora viva de un mal consejo. Y *debe* cambiar. Antes seguía su camino precipitadamente; ahora debe pensar *todos* los movimientos y, a la vez, desarrollar una sensibilidad muy refinada para percibir lo que siente su cuerpo en cada movimiento. Debe aprender a relajarse completamente entre notas, cosa que, por supuesto, nunca había hecho antes. Quizá no lo había hecho con *ninguna* parte de su personalidad; quizá no lo había hecho con nada. Está acostumbrado a tocar tan deprisa como pueda, a dar una vuelta más de metrónomo cada día, a forzar el instrumento.

»Deberá dejarlo correr todo. Quizá llegará a decir: "No me importa si nunca más vuelvo a tocar en concierto; sólo quiero *tocar* de nuevo". Es algo muy duro llegar a esta conclusión, abandonar el sueño de ganar un concurso, de ir a un determinado conservatorio, de tocar mejor que el tipo que está en la calle. Abandonarlo todo. Debe ser capaz de decir: "Quiero hacerlo, aunque sólo sea en privado, para mí mismo. Me gustaría ser capaz de tocar algo sencillo". Casi siempre se trata de personas que jamás habrían dicho esto antes. Personas que deben dejar de *soñar*. Pero muchas no pueden hacer este cambio.

»Haber llegado a una combinación especial de criterios (capacidad de apreciar los problemas desde el punto de vista técnico) no supone necesariamente haber llegado también a la empatía necesaria para trabajar con otros músicos con problemas. Mi situación fue muy dolorosa, atravesé una crisis terrible y me preguntaba si alguna vez podría volver a tocar. ¿Qué sería de mi vida si no podía tocar? Nada había en el mundo que deseara tanto como tocar la guitarra; y esto me hacía sentir una gran empatía por otros músicos lesionados».[4]

Patrick O'Brien explica perfectamente la fuerza que empuja a los músicos de la cultura profesional a desarrollar y mantener la habilidad necesaria que les asegurará un puesto en el mundo musical, y el precio que pueden llegar a pagar por participar en esta competición. Más adelante, en el capítulo 15, volveremos de nuevo a las observaciones de Pat sobre el proceso educativo.

Veamos ahora cómo se comporta el argumento de una heurística musical, incluido el BachTur, cuando se contemplan algunos hechos sencillos:

- Los grandes pianistas no existieron antes de que existiera el piano. No seríamos conscientes de esta capacidad *natural* de los humanos si no fuera por la existencia del piano y de los pianistas para demostrar su uso.
- Hay pocos grandes pianistas, pero el piano, potenciado por el interés del público en las grandes ejecuciones pianísticas (y su recompensa) ha creado un motor de búsqueda para descubrir talentos pianísticos. También ha creado la demanda de «elevar el listón» en las ejecuciones para piano solo, una meta que se consigue mediante procesos, separados pero complementarios, de composición musical, modificación de los instrumentos musicales, identificación precoz de niños «musicalmente dotados» y creación para ellos de ambientes de formación especiales e instituciones capaces de impartirles una buena formación musical.*

Muy pronto en la vida relativamente corta de este experimento cultural, artistas como Bach, Mozart y Beethoven tuvieron *algo* que otras personas —incluso músicos— no tuvieron o, al menos, lo tuvieron en un grado considerablemente menor. Aunque suele decirse que «el talento musical innato» o que «la gran inteligencia musical» es consecuencia de una determinada tendencia genética (una predisposición instintiva, intencional, apriorística a ser músico) esta afirmación es indefendible cuando se considera la experiencia musical en la población humana en general. Aun en el caso de que la búsqueda de un gen musical, o de la «esencia del germen musical», se limitara a nuestra sociedad, pronto se descubriría que estos altos niveles de capacidad musical no pueden atribuirse a una predisposición genética más restringida y específica que la que controla el lenguaje humano, el cual, como sabemos, a pesar de su gran variabilidad, es universal y expresable a través del canal de entrada-salida.

Lo que hemos dicho al tratar de explicar el talento musical mediante una base biológica parece definirse mejor diciendo que es un conjunto de potencialidades neurológicas y comportamentales que surgen del interior y que solamente pueden ser explicadas por culturas específicas. En los

* Es muy interesante considerar el impacto del prodigio musical en la rápida evolución de la habilidad para la música dentro de la cultura musical profesional. A pesar de la evidente influencia carismática de tal habilidad en la evolución de los niveles profesionales, el mecanismo de transmisión es más cultural que genético. Aparte del propio J.S. Bach, no hay evidencia alguna de que verdaderos prodigios genéticos engendren más prodigios que otras personas, y en realidad (y por razones sobre todo individuales y generalmente complejas) comparativamente pocos prodigios musicales auténticos siguen carreras profesionales dentro del mundo de la música.

logros musicales, la necesidad «computacional» es la capacidad de percibir, comprender, retener, reformular e interpretar (o generar y regenerar) ideas musicales e información. Esta aptitud no es igual que las aptitudes que subyacen en el lenguaje hablado, pero sí muy coherente con ellas. Así como este lenguaje tiene una gran relación con el oído, la aptitud musical también dependerá de una variante de la receptividad humana para el sonido, altamente organizada y elaborada. Suele argumentarse que el proceso auditivo en los comportamientos parlante y musical no puede ser el mismo, porque las imágenes de la actividad cerebral correspondientes a ambos no se superponen. Pero esto es como decir que el automovilismo de competición y la conducción por ciudad son «procesos diferentes» porque fotografías infrarrojas tomadas desde gran altura presentan modelos circulares localizados para el primero y modelos lineales y difusos para el último. Bastante cierto. Pero ¿qué nos dice esto acerca del motor de combustión interna o de la habilidad ante el volante? Si *hay* un BachTur en el cerebro de un músico, sus operaciones están vinculadas a las del ChomTur: si un músico cae en la afasia como resultado de una lesión en el ChomTur, como le ocurrió a Ravel, su capacidad para representar y generar ideas musicales quedará dañada prácticamente para siempre.*

Pero, para un instrumentista, las exigencias que plantea la extremidad superior (la «entrada») no son las únicas. Hay que tener también en cuenta, además de los brazos y los dedos, los límites, específicos pero idiosincrásicos, de los movimientos del hombro, el codo, la muñeca, la mano y las articulaciones de los dedos; la capacidad variable para lograr índices de repetición y fuerzas con configuraciones digitales específicas en las secuencias que requieren múltiples puntos de contacto con el instrumento generador de sonidos, y así sucesivamente.[5] Las peculiaridades de la configuración física y las capacidades de movimiento de las extremidades de un músico pueden constituir una ventaja o una desventaja, pero quedan reflejadas en el diseño del instrumento (en casos adversos, el diseño puede modificarse). ¿Qué anchura debe darse al mástil de una guitarra o a las teclas de un piano? ¿Dónde deben colocarse, en general, las llaves de una flauta? ¿Y para este músico? ¿Y para aquél?

No sé si esto son buenas o malas noticias para los músicos, pero no veo ninguna alternativa razonable a la conclusión de que la heurística *musical* (o el talento musical) es *inventada* y modelada en el cerebro y

* Conservar la habilidad musical en su «procedimiento» (aprender a ejecutar notas secuencialmente, o interpretar música ya memorizada) son posibilidades de las que no necesariamente quedan excluidos los afásicos.

en el cuerpo del niño a una edad muy precoz, en respuesta a lo que le ofrece una cultura específica con sus ejemplos musicales, oportunidades y recompensas. Cuanto más pronto y mejor se acomoden las peculiaridades de la mente y el cuerpo del niño a la oferta cultural, cuanto más pronto y mejor se le ofrezca una dieta experimental de «jalea real» (como la que las abejas ofrecen a sus reinas) mayor es la probabilidad de que el pequeño pueda llegar a considerarse musicalmente predispuesto. *Debemos* salir de nuestra propia cultura para darnos cuenta de que las definiciones que damos del talento musical son sorprendentemente diversas y están culturalmente determinadas.[6]

John Blacking, antropólogo social y músico de buena formación, llegó precisamente a esta conclusión después de vivir con los venda, una tribu tradicionalmente nómada que vive en el Transvaal (África del Sur). Aparentemente, los venda son los únicos en el mundo que desde hace muchísimo tiempo han tenido la música como base de su vida social. Ya desde la primera infancia todos los miembros de esta sociedad están inmersos en actividades musicales que continuamente interfieren, moderan e informan su vida cotidiana. Al principio, Blacking intentó enseñar la música europea «avanzada» a los niños venda, y descubrió que los pequeños en edad preescolar eran más capaces que nadie de interpretar, *explicar* y enseñarle su propia música (aparte de los músicos profesionales occidentales). Al escribir sobre esta experiencia, Blacking observó:

> «Hablamos con suma facilidad del genio musical, pero no sabemos qué cualidades del genio se limitan a la música, y si pueden manifestarse a través de otro medio. Tampoco sabemos hasta qué punto tales cualidades pueden estar latentes en todos los hombres. Es muy posible que las inhibiciones sociales y culturales que impiden el florecimiento del genio musical pesen en el individuo mucho más que cualquiera de las capacidades que se fomentan».[7]

El descubrimiento que Blacking hizo de la cultura musical de los venda, tan contraria a su propia educación y experiencia, le obligó, como antropólogo, a cuestionarse la segregación de dos debates favoritos en la moderna psicología cognitiva: *naturaleza contra educación* e *inteligencias singulares contra inteligencia múltiple*. Su punto de vista anticipaba la reformulación que de estas dos cuestiones hizo Henry Plotkin, quien declaraba que la controversia naturaleza-educación es discutible: la heurística primaria *restringe* la heurística secundaria, por lo que no puede haber una inteligencia *general* en el sentido de capacidad para aprenderlo todo sobre todo; y aunque la heurística primaria establece los lími-

tes de las inteligencias múltiples, éstas no pueden predefinirse en términos *culturales*.[8]

El trabajo de Howard Gardner, prestigioso profesor de pedagogía de la Universidad de Harvard, que empezó con *Frames of the Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, ha tenido un profundo impacto en el pensamiento de la comunidad profesional de educadores y ha dado lugar a una saludable y vigorosa defensa de la diversificación del proceso educacional para que se reconozca la diversidad del potencial humano. Tal como dice Gardner en su introducción a la edición aparecida en ocasión del décimo aniversario de la publicación de su libro:

> «Aunque no cuestiono que algunas personas puedan, potencialmente, sobresalir en más de una materia, sí pongo muy en duda el concepto de la capacidad general y amplia. En mi opinión, la mente es capaz de enfrentarse a *contenidos* de diferentes tipos, pero el hecho de que una persona tenga facilidad para un determinado contenido no permite predecir esta misma facilidad para otros contenidos. En otras palabras: el genio (y, *a fortiori*, el rendimiento normal) es, probablemente, específico para un contenido determinado. El ser humano ha evolucionado para exhibir varias inteligencias y no para aproximarse indiscriminadamente a una inteligencia flexible».[9]

Si consideramos el ejemplo de la «inteligencia musical» desde una perspectiva cultural y la división, en nuestra sociedad, de la experiencia musical entre cultura *amateur* y cultura profesional (teniendo siempre muy en cuenta los maestros, las formas de enseñar y las consecuencias sociales y comportamentales que se observan en estos ámbitos) empezaremos a vislumbrar qué es la inteligencia desde los puntos de vista de Henry Plotkin y de Howard Gardner, y cómo puede una cultura definir la inteligencia de sus individuos sin *redefinirla* en la *especie*.

Es fácil argumentar, y yo mismo lo hago, que el músico profesional de nuestros días ilustra la evolución *de facto* de la inteligencia, una evolución que tiene lugar ante nuestros propios ojos. Esta evolución no representa un cambio en la inteligencia biológica, sino el establecimiento de una forma culturalmente definida y validada de comportamiento inteligente a través de una manipulación educacional temprana e intensa encaminada al éxito y gravemente sancionadora en caso de fallo. En el transcurso de sólo unos siglos, la música, la vida y el trabajo de los músicos han sufrido una transformación tan radical que actualmente estos artistas pueden compararse, en cierto sentido, con las especies particularmente adaptadas que Darwin encontró en las Galápagos. El desarrollo

musical de los músicos está sujeto a circunstancias tan inusuales y extremas que realmente los profesionales están evolucionando a un ritmo del que todos podemos ser testigos. Constituyen una nueva especie, pero una especie sólo *virtual*, porque la información que controla la nueva inteligencia y habilidad musical está engarzada en las instituciones musicales, y no tiene efecto alguno sobre la composición genética de los individuos vivos. De ahí que la «inteligencia musical» tal como la conocemos pueda desaparecer al cabo de una sola generación si a todos los niños que nazcan se les niega el contacto con la música y el acceso a la información musical. A su vez, también el lenguaje humano, a pesar de ser un «instinto», podría desaparecer rápida y totalmente si los niños dejaran de exponerse al mismo.

Nada es más evidente que el hecho de que la «inteligencia musical» se ve muy recompensada y enormemente desarrollada tanto entre la sociedad venda tradicional como en las sociedades occidentales. En ambas culturas, las vidas de los niños van llenándose gradualmente con prácticas y relaciones musicales, y el vocabulario y la experiencia musicales aumenta todavía más cuando los pequeños entran en la edad adulta. Los niños venda recurren a la inteligencia para cultivar su vida personal y su vida musical, de tal manera que llegan a ser muy diferentes de *nuestros* niños «musicalmente dotados». Los pequeños venda simplemente amplían sus actividades musicales dentro del contexto social en el que viven, dedicándose más o menos a la música *como expertos* según las oportunidades que se les presentan o sus propias inclinaciones.

En cambio, nuestra cultura ha establecido unas prácticas educativas especializadas con el objetivo concreto de producir «grandes músicos», de manera que tendemos a aislar cuanto antes a los niños que más responden a la música, dejándolos en situaciones preprofesionales de aprendizaje para prepararlos a que sus vidas de adultos estén inmersas en las comunidades, protocolos y agendas de educadores musicales integrales. Como resultado de ello, tenemos el placer de comprobar los beneficios de una experiencia educativa musical de supervivencia bajo altas presiones selectivas. Tenemos también la *obligación* de cuidar de aquellos que no pueden continuar, tal como muchos profesionales de la salud están haciendo con músicos cada vez más jóvenes.

En realidad, es el lado oscuro del éxito educativo musical el que me impulsa a sugerir que puede resultar prematuro lanzar las campanas al vuelo por la muerte del dragón de la Inteligencia General. Es obvio que hay algo totalmente equivocado en el concepto de inteligencia general que promueve y preserva la puntuación artificial de nuestro potencial, cuando lo cierto es que no consigue explicar la diversidad de los logros y

habilidades humanas. Pero una teoría sobre las inteligencias *múltiples* apenas supone una mejora si sólo se limita a sustituir una carrera de caballos cultural única por *múltiples* carreras culturales de caballos. Si asumimos que sabemos *de antemano* lo que un determinado niño está predispuesto para hacer, estamos violentando un proceso que ha sido proyectado de manera innata para lidiar con unas posibilidades no previstas. La evolución, como se ha dicho, es más lista que nosotros.

La inteligencia humana puede ser dirigida y «dividida» por la cultura, y casi siempre será así (lo que equivale a decir que será capturada y programada con refuerzos e inhibiciones selectivos) antes de que el niño tenga alguna oportunidad real de describir o definir afinidades constitucionales a través de interacciones autoiniciadas con el mundo, y de explorar, conformar y refinar tales afinidades de acuerdo a su experiencia. En la vida, este proceso empieza tan pronto y se produce tan rápidamente que nos será imposible descubrir, en una persona concreta, cuánto de su «talento» se debe a los genes y cuánto a la experiencia.

Por lo tanto, por extraño y paradójico que parezca, el «realismo» de Gardner respecto a la heterogeneidad de la inteligencia humana y su apoyo a un criterio de reparto cultural del potencial humano podría en algún momento ayudar a perpetuar los malos comportamientos inherentes a una política educacional opresiva. Volveremos a este punto en el capítulo 15.

Evidentemente, cuanto más sabemos del aprendizaje humano, más auténticamente racional es nuestra necesidad de educación formal. A este respecto, merece la pena considerar la conclusión a la que llega Merlin Donald en *The Origins of the Modern Mind:*

> «A medida que desarrollamos nuevas configuraciones y modalidades simbólicas externas, vamos reconfigurando nuestra propia arquitectura mental de formas nada triviales. La transición (a culturas míticas y teóricas) nos ha llevado *sin cambio genético* a una de las mayores reconfiguraciones de la estructura cognitiva que ha conocido la historia de los mamíferos. En principio, este proceso podría continuar, y puede que aún no estemos contemplando la configuración modular final de la mente humana moderna. Las teorías sobre la evolución humana deben ampliarse y modificarse para acomodarlas a tal posibilidad».[10]

En este final, más punzante que eufórico, de su libro Donald no estaba pensando en los músicos. Sin pretender hablar por él, interpreto que le preocupa que el cerebro humano, cuyo desarrollo está guiado por una

cultura escasamente definida, tiene más posibilidades de llevarnos a la perdición que el ordenador incontrolado que a todos nos ha angustiado desde *2001*, la versión filmada por Stanley Kubrick de la fábula apocalíptica de Arthur C. Clarke. Uno de los aspectos verdaderamente tranquilizadores de la historia de los músicos es que nos explica lo que puede suceder cuando el cerebro evoluciona todo lo posible, pero *con el cuerpo actuando como freno* en la operación de la heurística secundaria. ¿Qué podría ocurrir si el cuerpo ya no definiera, limitara o contribuyera a «calibrar» el continuo experimento del cerebro para ampliar sus límites? ¿Nos sorprendería saber que ya estamos empezando a descubrirlo? Recuperaremos esta idea en el epílogo.

12
De Lucy a LuLu y a Rose*

> Cuando se sentaron a la mesa había un ambiente ligeramente tenso, pero no pasó a mayores hasta que se sirvieron las codornices. Pedro, no contento con haber provocado los celos de su esposa, sin poderse contener, al saborear el primer bocado del platillo, exclamó, cerrando los ojos con verdadera lujuria:
>
> —¡Éste es un placer de los dioses!
>
> Laura Esquivel, *Como agua para chocolate*[1]

El incremento del apetito a través de la estética es un rasgo definitorio del ser humano y un hábito que debió empezar cuando los primates se instalaron en los árboles. Por lo que sabemos, trepar a los árboles se convirtió en una estrategia de supervivencia muy importante hace unos 65 millones de años, cuando los cambios climáticos globales provocaron la proliferación de árboles con flores y frutos, es decir la aparición de un ecosistema celestial. Insectos y aves aseguraban la circulación del material genético de las plantas, las cuales, con sus flores y frutos, seguramente convirtieron el momento de la comida en una verdadera fiesta en la copa de los árboles.[2]

Además de responder al reclamo natural de su propia instalación y del menú, los primates respondieron también a una tendencia bastante especial que probablemente les orientó hacia la comida con una actitud de verdaderos *connaisseurs*. Hemos de creer que, lógicamente, la vida en el suelo de los mamíferos se debía a una aproximación bastante pragmá-

* El título es un homenaje a Daniel Dennet, autor de *La peligrosa idea de Darwin* (1995) y el hombre que sin ayuda alguna me explicó el misterio del *meme* de Richard Dawkins. De la maleta de Dennett henchida de *memes* elegí el famoso «meme del béisbol» para un juego triple y explosivo: *Tinker to Evers to Chance* (pág. 299). Como homenaje, y para los memólogos, ofrezco un triple juego culinario. Contiene una variación sobre el tema de los desarrollos explosivos, un tema que nos remitiría a los equilibristas puntuales de la evolución. *De Lucy a LuLu y a Rose* significa aquí la chispa cultural iniciadora de un desarrollo evolutivo que de la noche a la mañana lo cambió todo. Para ir de Lucy *(Australopithecus afarensis)* a LuLu (el restaurante que lanzó la carrera de un joven chef en San Francisco y que también simboliza la llegada de la época en que, para *Homo sapiens*, la hora de la comida se convertiría en una forma de arte en cualquier ciudad de cualquier tamaño) hicieron falta 3,25 millones de años. De LuLu a Rose (nombre del tercero y próspero restaurante abierto por el mismo chef en San Francisco) significa la velocidad a la cual un nicho cultural puede ser no sólo definido, sino también tomado por alguien que disponga de los medios adecuados (en este caso, el tiempo ha sido de 3,25 años).

tica hacia el alimento, cosa que siempre hicieron los reptiles antes que ellos. La comida es literalmente *segada* (piénsese en la monótona vida vegetariana de elefantes, rinocerontes y vacas) o atrapada, y luego pasa al intestino para su almacenamiento temporal o su digestión (la vida atlética y carnívora de gatos y perros); otros aprovechan las sobras (la vida carroñera de la hiena).

Los felinos, los osos y otros mamíferos grandes suelen permanecer en las ramas grandes y bajas de los árboles. Pero para llegar hasta la comida, a lo más alto de la copa, los mamíferos necesitaron unos cambios muy concretos en la estructura de las extremidades superiores (si el lector desea refrescar la memoria sobre este tema, puede releer el capítulo 1, «El alba»). Parece que ya entonces, en la época inicial de los primates, el núcleo de una idea (o heurística) de estética quedó insertado en el genoma humano, y pronto llegó el momento en que el tiempo dedicado a la alimentación se transformó en una experiencia de colación, quizás incluso de banquete. Razonablemente seguro y con pocas probabilidades de ser molestado, el primate, tentadoramente hedonístico, pudo relajarse, refrescarse con la brisa suave, disfrutar del panorama, del perfume de las flores y el canto de los pájaros que, sorprendentemente, le llegaban junto con suculentos frutos frescos. Posiblemente esta costumbre sobrevivió cuando nuestros antepasados bajaron al suelo, y desde entonces nosotros hemos continuado perfeccionándola y puliéndola (naturalmente, junto con los cubiertos).

Los descendientes de los primates arborícolas son unas criaturas muy diferentes y, como es lógico, gran parte de lo que ocurrió en su cuerpo en la época en que Lucy avanzaba por la sabana abierta tuvo necesariamente un carácter utilitario. Los australopitecos difícilmente podían permitirse adornos corporales si querían sobrevivir en aquel entorno nuevo y adverso. Pero, como sabemos, la selección es tan efectiva a través de la suerte como lo es a través de la adversidad: una adaptación para la guerra podría, llegado el caso, continuar demostrando su utilidad en tiempos de paz. El cocinero profesional podría ser un buen ejemplo: el cuerpo del guerrero está admirablemente adecuado al espacio de la cocina de un restaurante moderno, donde el chef encontrará ocasión no sólo de levantar ollas y cacerolas, sino también de arrojarlas. Si consideramos otras exigencias físicas de este trabajo (trinchar, cortar, pesar y amasar, por ejemplo) sin duda nos preguntaremos cómo alguien sin instintos militares puede pensar en sobrevivir a todo esto.

Otra exigencia esencial para cualquier chef es la estética, es decir, la facultad de apreciar finamente las sutilezas de los aromas, gustos y texturas. En su conjunto, todo esto aprovecha el virtuosismo neuromuscular

de *Homo sapiens sapiens* para proporcionarle viveza de paladar, pasión por la comida y por su creación, brindándole, a la vez, la posibilidad de un nuevo menú y quién sabe si también una nueva cocina. Los argumentos son muchos y también la naturalidad con que la experiencia gastronómica ha ido ampliándose gracias a una mezcla imaginativa de apetito y estética. Actualmente, los indios casi no pueden comer sus curries sin ragas; una comida francesa nunca se ofrecerá si no va acompañada de velas y flores; y los japoneses, tan fieles a las más antiguas tradiciones de su cultura, encuentran natural amenizar la cena con una combinación de marinados y artes marciales.

En el mundo moderno, los chefs deben ser a la vez fuertes e imaginativos. En primer lugar, el trabajo en la cocina requiere una resistencia física hercúlea y una absoluta indomesticabilidad psicológica. En segundo lugar, la supervivencia exige un instinto matador en el mundo de los negocios (es decir, sacar de un nabo algo más que jugo de nabo). Y en tercer lugar (quizás el único atributo por el cual el público paga) una presentación insuperable pide agudeza visual y un gran sentido de lo teatral y lo ritual. En el mundo actual de las artes culinarias, la menor deficiencia en alguna de estas tres categorías, reales como la vida misma, puede provocar síntomas de ruina en unos meses, cuando no en unas semanas. En esta *jungla*, una constitución endeble no tiene posibilidad alguna.

A propósito de algunas de estas consideraciones (y del darwinismo universal) recuerdo que hace años leí en un periódico de San Francisco un artículo corto sobre Reed Hearon, un recién llegado que contribuyó en gran manera al panorama, internacionalmente reconocido, de la restauración en aquella ciudad. Lo que realmente atrajo mi mirada y mi atención fueron las líneas siguientes:

> «En estos días, Reed Hearon es más diligente que un *habanero*. Acaba de abrir LuLu, un restaurante mediterráneo chic pero informal en Folsom Street. Su nuevo Cafe Marimba se inaugurará en abril en Chestnut Street. Pronto saldrá al mercado una línea de especias y salsas mejicanas, y su libro de cocina *Salsas* se publicará en julio. No está mal para un licenciado en matemáticas y filosofía que pasó por las universidades de Chicago y Texas y se abrió paso trabajando en restaurantes».[3]

Evidentemente, se trata de una persona que vale la pena conocer. Licenciado en matemáticas y filosofía; estuvo en Chicago, Santa Fe y Aspen, lugares donde la comida es un asunto serio, y en un solo año parece

haber conseguido algo así como una cadena Disney, con dos restaurantes y un libro sobre gastronomía que él mismo está comercializando.

La primera de las varias entrevistas que tuve con Reed fue en LuLu. Desde entonces se ha lanzado a otras empresas y ahora dirige Rose Pistola, un restaurante italiano en Columbus Avenue. Tan ocupado ha estado y tanto ha sido su éxito, que Rose se consideró el mejor restaurante italiano de la ciudad ya antes de su inauguración.

Previamente a nuestro encuentro, probé LuLu con amigos que tienen una gran experiencia en el mundo de la restauración de Bay Area, y no quedamos defraudados. De la comida, recuerdo muy especialmente la codorniz asada y las mazorcas, ambas absolutamente distintas de todas las que antes había probado. Pensé lo mismo que Pedro, el personaje de *Como agua para chocolate*, de la codorniz con salsa de pétalos de rosa de Tita: que era un plato digno de los dioses. Tal como nos habían prometido, la cena se sirvió «a la manera familiar» (cosa muy poco habitual en San Francisco). Evidentemente, lo que yo esperaba se cumplió, y después de algunas llamadas telefónicas, el chef Hearon y yo nos sentamos cara a cara para tratar en profundidad de su trabajo y sus ideas.

Diré, ante todo, que Reed Hearon sorprende por su aspecto. Es alto y apuesto, con una sonrisa espontánea e inteligente y, a pesar de la algarabía que reina en sus restaurantes, su actitud es completamente sosegada. Tiene una voz suave que recuerda el encanto y la amabilidad del sur de Texas. En 1993, en nuestra primera entrevista, le pregunté sobre sus principios en el negocio de la restauración:

> «Empecé en Austin, en 1980 o 1981. Allí estuve al frente de un restaurante durante dos o tres años y más tarde descubrí que lo que allí hacíamos es lo que se llama "cocina del suroeste". Pero entonces yo no lo sabía. Después de trabajar en Austin durante un tiempo, me di cuenta de que había llegado a un punto muerto. Había aprendido muchísimo de los libros, pero no tenía ninguna formación real en cocina, y lo que realmente deseaba era trabajar con buenos profesionales.
>
> »Fui a parar al Rattlesnake Club, de Denver. Había colocado todas mis pertenencias en un coche y me marché a donde me dieran un trabajo que me permitiera estar en la cocina. Acabé siendo una de las personas que tenían el título de "chef", un ejemplo de lo que yo llamo "Rey de la England School of Management" (a la gente la nombras así, con una expresión que suene importante, y la haces feliz, aunque detrás del título no haya nada).
>
> »Al cabo de un año, fui a Santa Fe, ayudé a Mark Miller a abrir el Coyote Cafe y a escribir *The Coyote Cafe Cookbook*. Trabajé allí

un par de años y regresé a Texas en el momento del hundimiento de la industria bancaria tejana. Marché de nuevo de allí y acabé remodelando el Corona Bar and Grill. Luego fui a Aspen y al Caribu Club, después de lo cual regresé para abrir LuLu. Ahora estoy trabajando con mi socio en una cosa llamada Cafe Marimba, que se inaugurará en verano.[4]

»Entretanto, salía mi libro *Salsa*, y tengo otro manuscrito que debía haber acabado hace un mes, pero todavía necesito otros tres o cuatro meses. Es un libro largo acerca de algunas tendencias históricas de la cocina mejicana».

Después de otras varias visitas a LuLu, aprendí otras muchas cosas. Dos de los temas que tratamos con Reed me parecieron especialmente importantes para incluirlos en este libro. El primero, y también el más obvio, es la tarea de cocinar considerada como una habilidad específica en la que intervienen las manos.

«Creo que toda persona que cocina disfruta trabajando con las manos. Hay una sensación inmediata de realización. Un punto muy importante en la cocina es, sin duda alguna, la "velocidad manual", es decir, el tiempo que se tarda cortando los alimentos o efectuando una tarea determinada. Algunas personas son muy rápidas, mientras que otras son lentas como el fluir de la melaza, y nunca podrán cambiar. Hay gente que lo hace todo muy bien en el entorno académico, pero no tan bien ni mucho menos en un restaurante. Tomemos como ejemplo el Instituto Culinario de America en Nueva York: al final de las clases, un graduado dominará una serie de técnicas fundamentales. Quizá recuerde, o quizá no, cómo se hace una salsa determinada. Pero al menos conocerá lo fundamental acerca de caldos y salsas, el despiece de las carnes, el modo de abrir las ostras, y lo más fundamental para asar o saltear. Sabrá también los nombres de todo.

»La cocina profesional es en gran medida un sistema de corporaciones y escuelas. En realidad, yo no poseo una formación académica, una formación que seguramente sí poseen muchos cocineros de aquí. Las escuelas de cocina están popularizándose mucho en todo el país y de ellas sale una saludable cantidad de graduados con al menos los rudimentos del oficio. Generalmente, estos graduados no tienen una idea muy clara de cómo van a aplicar sus conocimientos una vez entren en el mundo profesional, y no lo sabrán hasta que adquieran experiencia en un restaurante. Supongo que, en parte, éste

es el motivo que me hace pensar que la cocina es más un oficio que un arte. Gran parte de lo que sé lo debo a la lectura y la experiencia. Sostengo firmemente la idea de que si lees un par de libros sobre un tema escrito por alquien que lo domine, llegarás a saber más del noventa y cinco por ciento de lo que sabe la mayor parte de personas de todo el mundo. Ahora bien, aprender el cinco por ciento restante te llevará el resto de tu vida.

»A las personas que tenemos en nuestra cocina les proporcionamos trabajo como cocineros durante algunos años, lo que significa que pueden trabajar haciendo tapas frías y ensaladas. Quizá también trabajarán en el grill. Ésta es posiblemente la parte más dura del aprendizaje de chef; hay una rotación en todos los puestos, de tal manera que cada nuevo puesto es más difícil que el anterior en cuanto a los niveles de destreza necesarios para hacer bien las cosas.

»Cada vez con mayores responsabilidades y, dependiendo de las personas, después de un tiempo comprendido entre seis meses y varios años haciendo esto, nuestros cocineros están listos para dar el próximo paso. Esto significa ser puestos en nómina, lo cual, a su vez, representa que tienen el privilegio de trabajar sesenta horas a la semana por no mucho más dinero que si estuvieran trabajando solamente cuarenta. Su promoción lleva aparejada algunas responsabilidades de supervisión, y es entonces cuando empiezan a aprender el lado empresarial de este negocio: cómo hacer los pedidos, cuáles pueden ser los costes de los artículos que se piden... Los mejores profesionales manejan los productos más caros.

»En un restaurante, éste es un problema complicado. Hay que tener en cuenta que no son muchos los negocios cuyos abastos son inservibles al cabo de uno o dos días. Nosotros tenemos en la despensa más de trescientos o cuatrocientos artículos, y probablemente la mitad de lo que hay es perecedero, lo que quiere decir que no duran más de tres o cuatro días. Por lo tanto, hacer los pedidos es un trabajo que hay que aprender muy bien. Nuestros mejores empleados pueden llegar a ser excelentes cocineros, aprenden a ser creativos y a perfeccionar sus habilidades culinarias, pero también aprenden a tratar con el personal y los productos. Es posible que muy pronto (a veces de repente, con sólo los conocimientos que nosotros les proporcionamos) deseen establecerse por su cuenta. En tal caso, lo que realmente deberían tener es un máster en administración de empresas y bienes raíces».

Después de esto, la conversación tomó un giro totalmente inesperado. Hablamos de la interesante, pero todavía predecible, transición en-

tre lo que es un interés básico y los conocimientos necesarios para llevarlo a la realidad, con la presión que supone el deseo de triunfar. También hablamos un poco acerca de la improbable conexión entre las matemáticas teóricas y el negocio de la restauración. Fue la mención casual que hizo Reed de su libro *Salsa* y del que está escribiendo sobre las antiguas tradiciones de la cocina mejicana lo que nos llevó al tema siguiente. En *Salsa* escribe que no puede imaginar a nadie que no sean los mejicanos para inventar salsas:

«Creo que mi interés por la cocina mejicana tiene algún paralelismo con la *nouvelle cuisine* francesa de los setenta o la nueva cocina estadounidense de los ochenta: ambas suponen el rechazo de la estética europea. Antes de la conquista de México, la cocina autóctona ya había evolucionado mucho, era muy elaborada y estaba enormemente ritualizada. Gran parte de lo que ahora se atribuye a la cocina mejicana (exceso de grasas y quesos, o abuso de la carne de cerdo) se debe en realidad a los españoles. La comida mejicana precolombina se hacía sin cerdo ni buey, sin muchos de los frutos secos actuales y sin los aceites habituales de cocina. En cuanto a grasas comestibles, las únicas de que disponían los mexicanos precolombinos eran la grasa de armadillo y el aceite de semilla de calabaza, y ninguno de estos dos productos son excesivamente grasos. En la cocina mejicana antigua muchos alimentos se cocían o tostaban en comales, unas planchas de barro que, supongo, son las sucesoras de las lastras de piedra calentadas. Las tortillas se combinaban con chiles y especias previamente tostadas, que luego se mezclaban para hacer unas salsas muy elaboradas. También se hacían en tamales o se envolvían en hojas y se cocían al vapor.

»Mis primeras experiencias en México fueron como las de tantos otros gringos en ciertos momentos: yo era un chiquillo asombrado por las imágenes de pobreza y, aprensivo como era, pensaba que enfermaría y moriría si tomaba aquella comida. Una respuesta de chiquillo que no era muy diferente de la que habría tenido en París o Bombay: sólo se trataba de una cultura distinta.

»Pronto pude apreciar la cordialidad de los mejicanos. Creo que esto se produjo cuando empecé a aprender español por mí mismo. Al hacer el esfuerzo de comprender la cultura mexicana, vi que se trataba de una cultura abierta, cálida, natural, que permitía sentir la importancia tanto de los ritos como del diálogo.

»Gran parte del trabajo del cocinero lo veo como un diálogo. El diálogo puede ser muy simple: una persona que necesita comer es alimentada. Éste es un tipo de diálogo básico en nuestra vida, y pro-

sigue manteniéndose entre las personas y el país donde viven. Aunque la alimentación es una necesidad básica, el diálogo puede ser muy estilizado, dependiendo del lugar en el que se desarrolle. Pero es que además puede sostenerse a un nivel intercultural. En el cambio de siglo, en Norteamérica estamos comprobando la enorme influencia de la cultura mejicana sobre la cultura estadounidense: ¿sabía que ahora en Estados Unidos se vende más salsa que catsup? Hace treinta años, esto hubiera sido impensable.

»La cuestión cultural y emocional tiene mucho que ver con la comida que a mí me gusta; y la comida es *muy* emocional. Nuestras primeras experiencias alimenticias tuvieron lugar en el pecho materno. A este nivel, no hay duda de que alimento *es* amor y de que hay un lenguaje o una conexión emocionales con la comida. Hay platos que a todos nos gustan, pero sólo por la relación que tienen con nuestra infancia o con personas que son muy importantes para nosotros. Todos recordamos algunos de los platos favoritos que nuestra madre nos preparaba. Muchas comidas están altamente ritualizadas; llevan un mensaje emocional o social (pensemos en el día de Acción de Gracias) pero que normalmente no ocupa lugar alguno ni en nuestra dieta ni en nuestras prácticas alimentarias.

»La cordialidad de los mejicanos es algo muy especial para mí, sobre todo la de los habitantes de lugares remotos del país, donde de alguna forma ha sobrevivido la cultura precolombina. México se me aparece como el único país donde podía inventarse la salsa, porque la salsa es un pequeño gesto destinado a mejorar una experiencia cotidiana: la comida de unas personas que en su mayor parte cuentan con unos medios muy limitados para alimentarse, y que con la salsa consiguen transformar completamente los alimentos *y* también la experiencia de comer.

»Podrá usted comprender lo que esto significa si piensa en lo que hemos heredado los norteamericanos. Nuestra herencia es en gran parte protestante, y hasta no hace mucho se pensaba que era pecaminoso adornar la comida, simplemente porque ello podría excitar los sentidos; y esto es lo que *hace* la salsa.

»Las salsas parecen estar profundamente arraigadas en el concepto del mundo como un lugar mágico. Es un punto de vista que ya sostenían los nativos mejicanos antes de la conquista y que todavía parece subsistir en su peculiar versión del catolicismo. En el catolicismo mejicano, al menos tal como yo lo entiendo, los santos sustituyen el antiguo panteón de los dioses y, de hecho, la relación de los mejicanos con los santos refleja y refuerza la antigua teología y la antigua cultura se-

gún las cuales los dioses tienen muchas veces conflictos entre sí y es necesario apaciguarlos, porque son seres que representan fuerzas naturales que pueden desencadenarse. Antes de la conquista, los nativos creían que el mundo era un lugar donde las personas se encontraban a merced de fuerzas grandes y poderosas que exigían rituales. Los alimentos formaban parte de tales rituales, porque los alimentos son fruto y reflejo de la acción de fuerzas incontrolables: la lluvia que cae, el grano que crece, las cosas que fermentan, o no, para dar bebidas...

»Ciertamente, ésta no es *nuestra* filosofía. Nosotros creemos que, en tanto que seres humanos, somos capaces de conquistarlo todo en la naturaleza. En Estados Unidos, el puritanismo decimonónico, a pesar de sus grandes represiones, era fundamentalmente una religión optimista que afirmaba que el hombre puede redimirse a sí mismo mediante el trabajo. Excitar los sentidos era peligroso, porque apartar al ser humano de este camino de redención era evitar que hiciera el trabajo ordenado por Dios.

»En cambio, creo que México es un país pesimista. Allí la manera de pensar es que, por muchas buenas obras que hagas, mañana puede caer una piedra del cielo y darte en la cabeza. Por consiguiente, vale más disfrutar de la familia, que es el centro de la vida, y perseguir los placeres más simples: la existencia, el amor, la comida... Son precisamente estos objetivos los que suelen dejarse de lado en las culturas que predican la prevención de las catástrofes por el trabajo.

»Volviendo a lo que decía antes, estoy muy interesado en el diálogo. En matemáticas, esto tiene relación con un concepto que ha sido muy poderoso en el siglo xx: el de la correspondencia entre conjuntos. Para dos objetos dados, una correspondencia —o un diálogo— es la relación que ambos establecen. Es posible que una relación opere en más de una clase de conjuntos. Por lo tanto, la correspondencia *emocional* entre un individuo y un plato determinado puede ser la misma correspondencia, o el mismo diálogo, que hay entre dos culturas o entre un plato de cada cultura.

»Por abstracto que parezca, creo que esto contribuye a explicar qué es un ritual porque, en el fondo, un ritual puede desplazarse; es decir, no depende de ningún lugar ni de ningún tiempo. Si el catecismo significa algo para nosotros, será un ritual tanto si lo recitamos ahora como si lo hubiéramos recitado hace cien años, tanto si sale de nuestros labios con ironía como con sinceridad. En cualquier caso, seguirá teniendo sobre nosotros el mismo efecto y nos conectará con un conjunto de sentimientos. Algo así ocurre cuando investigamos

los rituales culinarios tradicionales del México precolombino. En el aspecto emocional, siempre nos parecerá que su impacto sobre la gente es el mismo ahora que hace muchos siglos».

Resulta difícil saber hasta qué punto la filosofía de Reed y el placer que siente creando platos y entornos han influido en su éxito comercial. Sería demasiado fácil pensar cínicamente que ha dado, simplemente, con la fórmula que atrae a la gente (a manadas). Pero yo no lo creo. Mi opinión es que ha hecho de sus restaurantes lugares donde la clase de gente con cuya compañía *él* disfrutaría puede entrar, sentarse alrededor de una mesa y compartir una comida, tal como él mismo aprendió a hacer mucho tiempo atrás en el país de donde procede la salsa.

Durante una de nuestras conversaciones, Reed calificó la cocina de «tarea lunática». Puede que sea así, pero él la hace tan bien que ha sido casi imposible seguir su fulgurante marcha. La «Agenda» del *San Francisco Chronicle* del 26 de diciembre de 1993 abre así un artículo de fin de año sobre las cenas en la ciudad:

> «Parece una anomalía: la economía se debilita, pero el número de restaurantes inaugurado en 1993 probablemente es superior al de cualquier otra década. Bradley Ogden ha vuelto a la ciudad para abrir One Market. Pat Kuleto y Nancy Oakes han hecho equipo en Boulevard. Jeremiah Tower llegó hasta Napa Valley con Stars Oakville Cafe. Sin embargo, el ganador del gran premio es Reed Hearon, un veterano de Corona Bar and Grill que irrumpió en la escena de la restauración con *tres* ganadores: LuLu, LuLu Bis y Cafe Marimba» *(A feast of New Restaurants*, pág. 17).

En 1996, Reed recibió el codiciado premio al «chef del año» que otorgan los críticos gastrónomos de San Francisco,[5] y el mismo año Rose Pistola ganó el premio James Beard al mejor restaurante nuevo de Norteamérica. Manos rápidas, mente disciplinada por el estudio de las matemáticas, personalidad cordialmente dispuesta a la celebración de la vida y compromiso con las tradiciones culinarias de los países donde «la comida es amor» se han combinado en Reed para dar una sólida ecuación cuyo resultado es el éxito en lo que parece ser una floreciente industria que no conoce límites. Y todavía está previsto que otro restaurante *(The Black Cat*, descrito como «el restaurante y bar de las madrugadas») abra en North Beach, también en San Francisco, cuando este libro esté en prensa. Pero Reed, a pesar de la característica orientación mediterránea de sus restaurantes, continúa escribiendo sobre cocina mejicana: *La*

Parrilla: The Mexican Grill es una colección de recetas de la región más septentrional de México (Chronicle Books, 1996), y *Bocaditos: The Little Dishes of Mexico* recoge el modo de preparación de platos que, en realidad, son tapas (Chronicle Books, 1997).

El éxito extraordinario de Reed encierra una lección extremadamente importante acerca de la interacción entre «habilidad física ordinaria» y una serie de factores que influyen en el camino que cada persona elige o inventa a medida que va integrando experiencias y educación formal en su vida y su trabajo como adulto. En el capítulo final del libro, consideraremos hasta qué punto la teoría educativa se corresponde con la interacción de los procesos biológicos y sociales a través de los cuales unos adultos que consiguen éxitos excepcionales parecen haber capitalizado las oportunidades de llegar a poseer unas cualidades y un alto nivel de habilidad personal, inteligencia e independencia, *ya desde niños, cuando todavía eran inconscientes de las necesidades y las ambiciones de los adultos.*

13
Dura, tierna y tenaz

> La ejecución de una acción en modo alguno prueba que sabemos, ni siquiera superficialmente, lo que estamos haciendo ni cómo lo estamos haciendo. Si intentamos realizar una acción de manera consciente, es decir, con todos sus detalles, pronto descubrimos que incluso las más sencillas y corrientes, como levantarnos de una silla, son un misterio, y que no tenemos la menor idea de cómo lo hacemos.
>
> Moshe Feldenkrais[1]

«¿*Terapia* Feldenkrais? Hmmm... Parece interesante, ¿qué es exactamente?»

Estaba sentado en mi oficina oyendo la historia de Margaret Bemin, una profesora de lengua que había sufrido una embolia varios años antes. Entró en mi despacho apoyándose en una muleta que sostenía con el brazo derecho. El izquierdo, doblado por el codo, colgaba pegado al costado y la mano era un puño cerrado. Una abrazadera de metal sujetaba su tobillo izquierdo.

Me explicó que su vida laboral había acabado bruscamente el día en que su lado izquierdo dejó de moverse. Estuvo hospitalizada, se le hicieron las pruebas habituales y acudió a un centro de rehabilitación para someterse a los ejercicios que deberían devolverle el uso del lado izquierdo. Tenía la esperanza de aprender de nuevo a caminar. En la rehabilitación, sus primeros esfuerzos tuvieron un éxito parcial, en la medida en que descubrió que la vida *es* posible en una silla de ruedas, especialmente si se cuenta con el aliento y la ayuda de una familia como la suya. Sin embargo, no pudo volver a su puesto de profesora de español en el instituto. Como la enseñanza era el gran amor de su vida, ningún programa de rehabilitación sería un éxito si no conseguía devolverla a la pizarra de su clase.

Alguien le habló de un joven de Berkeley llamado David Bersin, que practicaba algo llamado «Feldenkrais». Fue a verle. Bersin empezó a trabajar con ella haciendo que realizara movimientos lentos y fáciles, y guiando su cuerpo con las manos. Al cabo de cierto tiempo, su lado izquierdo empezó a moverse de nuevo. Margaret aprendió a caminar con una abrazadera y un bastón, y así volvió a la pizarra y a la vida.

«Debería conocer a David», me dijo espontáneamente.

Fui a verle. No estoy seguro de cuándo lo hice; fue hace unos diez años. Tranquilo, acogedor, seguro y ajeno a las formalidades, David me dijo que Moshe Feldenkrais era un físico israelí interesado en la mecánica y el control de los movimientos corporales. Había desarrollado una serie de «lecciones de movimiento» que, al parecer, cambiaban la organización y el carácter fundamental del movimiento del cuerpo. Al principio, utilizó su sistema para ayudar a amigos que sentían dolor, solucionar los problemas de un maestro de baile con sus discípulos, tratar a un niño con parálisis cerebral y a un adulto que había sufrido una embolia.

«¿En qué difiere la fisioterapia de lo que hace usted?», pregunté a David cuando le conocí.

No grabé nuestra conversación, pero recuerdo muy bien la explicación que me dio. Lo esencial era que Feldenkrais había descubierto que ciertos movimientos, hechos suavemente y según unas secuencias determinadas, permitían que la persona que los realizaba adquiriera un sentido más exacto de lo que el cuerpo estaba haciendo: la mecánica necesaria para ir de un lugar a otro. Así, con la práctica (con «lecciones» de movimiento) la persona podía aprender a moverse de manera más suave, eficiente y, cómo no, más agradable.

La idea básica se le ocurrió a Feldenkrais después de observar a la gente durante cierto tiempo, vigilándola con mirada de físico y pensando lo difícil que sería conseguir un vehículo motorizado que se moviera como el cuerpo humano. Cuanto más pensaba en la marcha, más le maravillaba la sofisticación del cerebro como controlador del movimiento. Por alguna razón los atletas pueden alcanzar altas cotas de perfección y los bailarines danzar con una sorprendente fluidez, realizando a veces gestas corporales físicas, biomecánicas y fisiológicas inabarcablemente complicadas (un asombroso «ballet» de huesos, articulaciones y músculos) y haciéndolo sin tener plena conciencia de ello. Es el cerebro el que lo orquesta todo de modo seguro, silencioso, fiable...

Pero Feldenkrais vio en esto una paradoja: la mayoría de personas *no* se mueve como los bailarines y los atletas. Muchas son desgarbadas, se ladean, arrastran los pies, se tuercen, tropiezan y cojean. ¿Por qué debe ser? ¿Hay algo que no funciona bien en su cerebro? Después de pensar en lo que consiguen los bailarines y los músicos cuando han mejorado el control de sus movimientos, llegó a la conclusión de que las personas o bien ignoran sus propias posibilidades o bien no actúan sobre ellas. Se limitan a levantarse y dar bandazos: del aparcamiento a la oficina y de vuelta al aparcamiento, sin apenas darse cuenta ni de lo que hacen, ni de cómo se ven, ni de sus sensaciones corporales. Sospechó que este tipo de personas pierde el contacto con sus propios cuerpos. Si lo notan, o

cuando lo notan, es porque están tan anquilosados que no pueden ni levantarse de la cama, o sienten tanto dolor que apenas son capaces de levantarse de la silla. Es *entonces* cuando empiezan a advertir que tienen cuerpo.

Feldenkrais se preguntó si las personas que llegan a percibir la sensación de tener cuerpo y le prestan la debida atención podrían recuperar el refinamiento de los movimientos (por ejemplo, dejando de ir de un lado para otro arrollándolo todo y tomándose tiempo para atender al propio cuerpo). Puso en práctica esta idea con algunos amigos y muy pronto vio que sus propias manos podían contribuir a desarrollar la sensibilidad de otras personas incluso a movimientos mínimos. Utilizando la presión de sus manos para potenciar la sensibilidad y guiando sus movimientos, le pareció que era posible que aquellas personas empezaran a prestar atención a su propia movilidad.

Lo que hacía no parecía demasiado complicado. El objetivo de los movimientos guiados no era enseñar a moverse, en el sentido de aprender un nuevo paso de baile. El objetivo, tal como él lo veía, era hacer que *los mensajes fluyeran* de nuevo y animar al cerebro a prestarles atención.

Feldenkrais escribió un libro titulado *Awareness Through Movement*, un título que expresa su convicción, cada vez más firme, de que la causa de un movimiento corporal alterado o degradado era, tal como al principio había supuesto, la falta de atención, la ignorancia o la pereza. Pero el libro también dice que algunas veces hay algo *realmente anormal* en la persona: ha *aprendido* a moverse anormalmente. La causa puede ser obvia (una embolia, un tirón muscular) pero lo más frecuente es que haya una razón oculta cuyo descubrimiento puede dar grandes sorpresas. A veces (por no decir casi siempre) parece como si el cuerpo se hubiera convertido en una metáfora andante de toda una vida de desequilibrio, o distorsionada por la necesidad de enmascarar u olvidar el dolor. El lenguaje del cuerpo no consiste necesariamente en agitar los brazos cuando el tendero nos pone un trozo de carne que no nos gusta. El lenguaje del cuerpo podría ser la voz disimulada y silenciosa de una vida traumatizada.

Cuanto más tiempo pasaba Feldenkrais con este tipo de personas, más se convencía de que iniciando la corrección del movimiento podría desbloquear recuerdos de eventos antiguos y olvidados o de sentimientos ya enterrados. Un cambio de postura o de movimiento solía provocar el afloramiento de historias o decepciones, de pérdidas o desvíos personales. Aun sin mencionar este objetivo, trabajar para mejorar el movimiento parecía ser lo único que se necesitaba para iniciar una psicoterapia no intencionada y no verbal.

La idea originaria de Feldenkrais no era formar instructores de movimiento. Pero, inevitablemente, los que le veían trabajar o habían experimentado personalmente alivio a raíz de su tratamiento deseaban saber practicar el «método Feldenkrais». Una de estas personas era una mujer que, de niña, había visto a Feldenkrais dar lecciones a un pequeño grupo en su propio domicilio, cerca de Haifa (Israel). Entonces ella no recibió lecciones de Feldenkrais, pero después de graduarse recordó haber visto a un hombre (cuyo nombre había olvidado) que años antes hacía una peculiar gimnasia con algunas personas en casa de sus padres.

Siendo aún adolescente había tomado algunas lecciones de Feldenkrais de su maestro de ballet, lecciones que más tarde recordaba como un agradable complemento de las clases de danza. Por entonces su única impresión era que siguiendo aquellas instrucciones le era más fácil bailar. La plena comprensión de lo que era el Feldenkrais y de lo que aquel hombre estaba haciendo no le llegó hasta más tarde, de manera repentina, mientras cursaba la carrera de psicología. Oyó hablar de él y fue a verlo mientras daba unas clases a un grupo de personas en una sala de Tel Aviv. Fue una verdadera epifanía, una sorpresa que la conmocionó. Ella afirma que jamás *ha olvidado* a aquel hombre porque comprendió lo que hacía; entonces decidió que en adelante se convertiría en su discípula.

Anat Baniel es de baja estatura, ágil, morena y muy atractiva. Nadie puede estar en la misma habitación que ella y no advertir su presencia. Esto sería verdad incluso si se ocultara bajo la mesa tapada con una manta: tal es su carisma innato. Y me atrevería a decir que es como una gata si no fuera porque los gatos parecen seres hastiados y distantes que casi siempre están descansando. Anat es incansable, siempre a punto de saltar. Me pregunto si actualmente su conducta es la que había sido, o si se ha moderado como consecuencia de su asociación con Feldenkrais, el científico de la defensa antimisiles. Anat es todo energía, una energía calculada, equilibrada y focalizada.

Antes de conocer a Anat, yo ya me había dado cuenta de que, para un neurólogo, un practicante de Feldenkrais podría ser un valioso aliado. Después de haber tratado con David tuve muchas oportunidades de enviarle pacientes que habían quedado imposibilitados a consecuencia de trastornos musculoesqueléticos: algunos a raíz de embolias, otros a causa de la enfermedad de Parkinson o la esclerosis múltiple. Siempre que caminar era un problema, las lecciones de Feldenkrais mejoraban el control, el equilibrio y la resistencia.

Esta experiencia me hizo aceptar el valor potencial del sistema Feldenkrais, sobre todo cuando supe que Anat se había trasladado reciente-

mente desde Nueva York hasta el norte de California. Sus resultados eran impresionantes: ella era «algo especial». La primera ocasión que tuve de verla trabajar fue en un taller informal que yo mismo organicé en el marco del programa de salud para artistas en activo de la Universidad de California en San Francisco. Es notorio que la Bay Area de esta ciudad se ha convertido en algo así como una feria callejera de intercambios de filosofías y prácticas de la vida y el cuerpo. Allí se ofrecen todas las variantes de masaje, respiración, terapias herbales, acupuntura, hipnoterapia, baños de barro y fertilizantes; y, naturalmente, lecciones de Feldenkrais (ésta era la opción más conservadora de una larga lista). Deseando responder con más eficacia a las necesidades inusuales de algunos músicos pacientes míos, decidí invitar a un grupo heterogéneo de practicantes de «terapias alternativas» para que se reuniera conmigo. Quería retarles a tratar a un paciente mío en una sesión abierta para que me permitieran comprobar la efectividad de su terapia. El paciente en cuestión era un joven guitarrista atormentado por el dolor en la muñeca y el brazo, que se había prestado a la prueba. La experiencia fue muy instructiva para todos.

Entre los muchos intercambios de opiniones que se cruzaron aquella tarde, el único que recuerdo con toda claridad fue el del guitarrista con Anat. A diferencia de la mayoría de asistentes, cuando le llegó el turno a Anat, ella no hizo ningún ademán de acercarse a la silla en la que estaba sentado el joven. Charló con él sobre música, sobre su instrumento, y le preguntó concretamente cómo había aprendido a tocar la guitarra. También le preguntó por otras actividades físicas que había hecho en su época de estudiante, especialmente en el tiempo en que la guitarra se había convertido, a todos los efectos, en su verdadera vida. El rió y dijo que el día más feliz en sus cuatro años de instituto fue cuando supo que con las clases de guitarra se libraría de la educación física. Odiaba el deporte y no podía creer en la suerte que tenía por poder emplear el tiempo de gimnasia tocando la música que le gustaba (naturalmente, el rock). A pesar de que la intervención de Anat tuvo lugar casi al final de la sesión, fue el primer terapeuta que le pidió que tocara la guitarra.

Después de oírlo tocar durante unos minutos, Anat se puso muy seria y guardó silencio. Luego habló:

> «Bien, véamoslo de esta manera. La guitarra lo significa todo para él. En los últimos años, desde que era adolescente, no ha hecho más que pensar en la guitarra y en amarla a través de sus dedos. Si os fijáis en sus manos, veréis las de un hombre de treinta años, muy musical, con mucho talento. Sin embargo, como él mismo nos ha dicho,

el resto del cuerpo no le merece interés alguno. Todos lo podéis comprobar. Si os fijáis en cómo gira la cabeza o se encoge de hombros, veréis a un muchacho de dieciocho años. Y ahí está el problema. Estas manos necesitan el cuerpo y la experiencia de un hombre de treinta años para sostenerse. Si yo tuviera que trabajar con él, intentaría que manos y cuerpo volvieran a estar de acuerdo. Creo que se necesitaría algún tiempo, pero podría lograrse».

Así fue aquella sesión. Nadie dijo nada. El análisis de Anat nos pareció a todos completamente transparente e innegablemente correcto.

Algunos años más tarde, pedí a Anat que viera un caso extremadamente difícil y, para mí, bastante enervante. Una joven triatleta se vio súbitamente afectada de contorsiones y sacudidas incontrolables en el cuello. Es lo que se llama distonía de torsión y, en su forma crónica, puede ser uno de los trastornos neurológicos más graves. La cabeza, sacudida por fuertes contracciones de los músculos del cuello y el hombro, se ladea ostensiblemente hacia atrás y lateralmente en un lento movimiento rítmico. Al principio, el propio paciente encuentra a menudo una manera de suprimir o atenuar las sacudidas (como presionar la cabeza contra una pared, descansar la barbilla sobre la palma de la mano, tocar con un dedo un punto detrás de la cabeza). Pero la situación siempre va a peor.

El pronóstico es ahora mucho más optimista que cuando vi por primera vez a la joven en cuestión, sobre todo por la disponibilidad de botulina, una toxina que interfiere en la contracción muscular, y que puede ser un tratamiento verdaderamente milagroso. Sin embargo, en Estados Unidos este fármaco no estaba aún aprobado cuando conocí a la joven atleta. Por aquel entonces, a muchas personas afectadas de distonía se les aconsejaba que fueran a Canadá, donde podrían disponer de botulina. Pero aquella joven decidió no ir. Al no tener otras opciones, pregunté a Anat si ella podría ayudarla. Me contestó que lo intentaría.

Hasta el momento no he podido explicarme lo que ocurrió. La joven enferma había dejado su trabajo y permanecía en su casa inmovilizada. Pero después de su tercera «lección» de Feldenkrais (la primera la grabé en vídeo yo personalmente) salió a bailar con su marido. Los amigos y la familia quedaron tan sorprendidos por este cambio que se preguntaban si no habría estado fingiendo el problema. Desafortunadamente, cuando los tratamientos cesaron volvieron las contorsiones. Anat y su asociada, Mary Spire (otra terapeuta Feldenkrais a la que conocí y en la que confío) decidieron continuar con las lecciones, unas treinta en total, que duraron casi un año. La última vez que vi a la joven en mi despacho, después de mi estancia de un año en Düsseldorf, no presentaba rastro alguno

del mal ni había tenido síntomas en más de dos años. Curiosamente, no se encontraba cómoda hablando conmigo de su recuperación, como si el solo hecho de recordar o hablar de la distonía fuera a resucitarla, como si la terapia sólo hubiera dominado una bestia extremadamente peligrosa que todavía llevaba dentro. Estaba «curada», pero no quería tentar al destino.

Para leer la siguiente entrevista con Anat, sería muy útil disponer de una fotografía suya mientras trabaja. La sala y el ambiente rebosan silencio, intimidad. El «cliente» está tendido sobre una mesa o una estera; Anat viste muy sencillamente: una blusa de manga corta, pantalón oscuro y calcetines gruesos. Habla suavemente, pero se mueve con rapidez de un lado a otro de la mesa. Toca y reflexiona. Coge un tobillo, lo levanta y luego, lentamente, mueve toda la pierna hasta tener en tensión la mitad del cuerpo mientras la otra mitad se mantiene en posición fetal. En un lado de la mesa, mima el tronco del paciente, le mece la cabeza, se la mueve con un suave movimiento oscilante y a veces pronuncia palabras tranquilizadoras, como las de una madre que apacigua al hijito que tiene en brazos. Pregunta al paciente qué siente. Ríe.

Nacida cerca de Haifa, Anat es hija de un inventor e investigador bioquímico. Su madre es ama de casa y artista, y su hermano mayor es un autor y director teatral que también vive en Israel. Anat se siente cómoda trabajando y enseñando en un campo que la medicina tecnológicamente avanzada tiende a descartar o a considerar una curiosidad histórica. Pero Anat sabe en qué está trabajando y no hay duda de que Feldenkrais sabía muy bien lo que hacía cuando decidió admitir a Anat a sus clases. Lo que yo he visto hacer a Anat y el método con el que obtiene resultados, me hizo pensar en el sentido original de la palabra «doctor», que procede del latín *docere*, es decir, «enseñar».

> «Cuando tenía tres años, nos trasladamos a Haifa, a la cima de una montaña, y seguramente me convertí con mis propios medios en la excursionista más joven del mundo. Sólo deseaba salir de casa y andar, algo que no parecía preocupar a mi madre. Milagrosamente, nunca me perdí. Ya un poco mayor, acostumbraba a ir desde la cumbre de las montañas, bajando siempre, hasta la playa. Una vez allí, volvía a subir.
>
> »Era muy mala estudiante. En realidad, en la escuela no me sentía bien, no me gustaba nada; el maestro no me era simpático. Yo soñaba despierta. Recuerdo que, más o menos en cuarto curso, mi padre me llevaba algunas veces en su automóvil y me preguntaba: "¿Te gusta soñar despierta?". Yo le contestaba que sí. Adiviné que los

maestros habían hablado con él y que por eso me preguntaba: "¿Te gusta *mucho* soñar despierta?". Yo le dije: "Sí". Y él: "¿Lo haces muchas veces?". Y yo: "Siempre".

»Tenía una vida interior muy intensa. Y me hacía feliz que mi padre no supiera cómo remediarlo y decidiera no intervenir. No deseaba arrebatarme aquello. Alguien me dijo que una de las mejores cosas que podían ocurrirme cuando era niña era que me dejaran sola. Y es que me volví una persona muy poco disciplinada. Fue años antes de que comprendiera que la mayoría de las mujeres son educadas para *creer* que no son tan inteligentes como los hombres, o para *aparentar* que no son tan inteligentes como los hombres, o para tener una *clase* de inteligencia diferente a la suya. A mí no se me había dicho nada de esto.

»A Feldenkrais le gustaba tratar con mujeres y tenía amigas creativas y muy inteligentes. Algunas eran artistas famosas en Israel. Mi padre concedía un gran valor a la educación, y decía: "Debes hacer lo que te gusta". Cuando mi hermano decidió dedicarse al teatro, mi madre se mostró muy preocupada. Pero mi padre le dijo: "Si esto es lo que a él le gusta, debe hacerlo. Las personas deben hacer aquello que les gusta, porque tienen toda una vida para realizarlo".

»Cuando era niña, mis pasiones eran la música y el baile, pero al ingresar en el instituto sólo deseaba que los muchachos se fijaran en mí. Fui la primera de mi clase, a pesar de que mis motivos para serlo no eran nada académicos: era un modo de llamar la atención de los chicos. Mis pasiones seguían siendo la música y el baile, además del excursionismo y mis amigos.

»Una vez mi padre tuvo que ir a París y me llevó con él. Allí fue donde vi a Nureyev por primera vez. Fue una experiencia que cambió mi vida: era tan fenomenal que el público no permitía que dejara de bailar. No sé si fueron sus altísimos saltos o sus acrobacias: en su movimiento había sentimiento, genialidad. Tampoco sé si alguien puede hablar de él sinceramente, pero la calidad artística, la pasión, el hombre... A los once años, no lo podía decir con palabras, pero lo cierto es que quedé fascinada desde el momento mismo en que empezó a andar por el escenario. Todos estábamos hipnotizados, como los fieles en una iglesia. Era como oír a Casals tocar el violoncelo. Y esta cualidad sólo la he encontrado luego en Feldenkrais.

»Conocí a Moshe cuando yo todavía era muy pequeña. Mi padre quiso traer investigadores, y una vez por semana Moshe venía desde Tel Aviv y nos daba una clase en nuestra propia casa, allí, en el suelo. Yo tenía entonces tres o cuatro años y solía ver estas clases.

Mucho más tarde, ya en la escuela superior, consideré dos posibilidades: la danza y la medicina. Intenté verme a mí misma en un hospital, y tuve la seguridad de que no podría estar en aquel ambiente. Por entonces ni siquiera recordaba a Feldenkrais ni lo que había aprendido de su trabajo a través de mi profesor de ballet. No estaba en mi conciencia. Sólo después de haber empezado a encontrar vías para poner en práctica lo que sabía me acordé repentinamente de él, de mis "lecciones" siendo niña, y fui a buscarlo. De Feldenkrais no sabía *nada*. Mi padre me dijo que estaba en Tel Aviv, y añadió: "Consulta la guía telefónica y llámale"».

Anat califica su descubrimiento de Feldenkrais como «una historia de gurús». Empezó asistiendo a sus clases como observadora. «Me dio una primera lección y después ya no pudo deshacerse de mí. Así fue. Nunca le abandoné.»

«Tardé siete años antes de saber qué ocurriría a continuación. pero lo que me *dije* fue: "Este hombre abre la caja cerrada de mi alma, un alma que yo no sabía que tuviera". Ésta es la traducción verbal de mi experiencia. Era tan delicado, tan... *humano*. Sabía establecer un auténtico contacto, un modo de sentir a la otra persona, una verdadera comunicación con la realidad de esta persona. Lo supe enseguida. Sólo necesité una lección para estar convencida. Yo no sabía si podría *aprender* a hacer aquello. Tampoco sabía si alguna vez llegaría a entenderlo. Pero no me cuestionaba en absoluto lo que estaba haciendo.

»En los primeros cuatro años sólo le hice una pregunta. Fue al principio, y a él no le gustó, de manera que después me limité a verle trabajar. Entraba, decía "¡hola!" y me sentaba atrás en un taburete; desaparecía. Durante las lecciones nunca miraba el reloj, pero cuando terminaban, o casi terminaban, empezaba a llorar, ya sabes, como cuando oyes una música muy bella. Esto suele pasarme. Todas sus lecciones me hacían llorar así, pero siempre al final. No comprendía *cognitivamente* qué estaba haciendo, pero cuando la lección llegaba a su punto culminante, entonces sí lo comprendía; y espontáneamente respondía llorando.

»Más tarde bromeaba sobre lo que ocurrió. Yo estaba trabajando como psicóloga civil para el ejército israelí cuando iba a ver a Moshe cómo trabajaba. Pero una semana no pude acudir a causa de mi horario de trabajo. Cuando volví a la semana siguiente, él me dijo: "¿Dónde has estado?". Quedé sorprendida. Por entonces yo ni

siquiera estaba segura de que él supiera que asistía a sus lecciones, porque entre nosotros nunca había habido comunicación alguna. Yo me limitaba a decir: "buenos días", "muchas gracias" y "adiós". Era como una huérfana a la que él dejaba entrar y salir. Cuando vi que había notado mi ausencia, me pregunté por qué. Finalmente, se me ocurrió la idea de que cuando me miraba y me veía llorar comprendía que había llegado al final de la lección. Años después me dijo: "Tú eras como un recién nacido, sin juicio ni ideas. No hacías más que absorber y absorber. Aprendías de mí como un bebé".

»Fue él quien me hizo empezar con los niños, sin comunicarme ni explicarme que lo iba a hacer. Sólo me dijo: "Hay un niño y no tengo tiempo de verle. Le he dicho que vaya a verte". Así empezó. Yo le respondí: "Muy bien, lo haré". Creo que trabajar con los niños me dio una idea que raramente se discute en medicina: muchas enfermedades, tanto si son médicas como emocionales, se deben a la ausencia de un desarrollo pleno. No es algo que pueda encontrarse eliminando bloqueos psicológicos. En realidad, no se trata de bloqueos, aunque hay uno causado por la falta de aprendizaje y de desarrollo. En este sentido, la curación es un proceso de desarrollo y aprendizaje continuos. No es el evento singular, milagroso que la gente imagina: una catarsis o algo parecido. Por esto, cuando trabajo con personas que tienen problemas, me pregunto una y otra vez qué es lo que no han aprendido, qué les ha faltado en su desarrollo.

»Naturalmente, hay problemas debidos a sucesos traumáticos en la infancia o a enfermedades. Feldenkrais decía que el desarrollo ideal es aquél en el cual el niño no tiene que enfrentarse a ninguna fuerza superior a su capacidad. Cuando le dices a un niño pequeño: "¡No toques esto, es peligroso!" le creas una inhibición que coacciona y distorsiona su movimiento y, hasta cierto punto, también su crecimiento.

»Feldenkrais decía que debíamos buscar *lo que faltaba*. ¿Por qué el movimiento no se produce como debiera, de acuerdo con la gravedad, la estructura del cuerpo y el cerebro? Para todos nosotros hay una especie de nivel, o categoría, de movimiento que debiera sernos posible. Algunas personas sólo llegan a un cinco o un diez por ciento de este nivel. Entonces debemos preguntarnos qué explica la diferencia entre los que llegan a tan poco y los que llegan a mucho. Feldenkrais decía que la diferencia está en que, en el proceso de desarrollo, el cuerpo encuentra fuerzas desproporcionadas a lo que el sistema nervioso puede absorber sin llegar a la sobreinhibición o la sobreexictación, que son manifestaciones de una misma cosa.

»Es importante comprender que el mayor efecto de un trauma no emana del propio trauma, especialmente si se ha producido en la primera infancia. El trauma, en sí mismo, si el sistema sigue moviéndose, creciendo y respondiendo normalmente en todas direcciones, sólo será un suceso más y al final quedará en nada. Pero si era un suceso tan insignificante, ¿por qué tiene tantas consecuencias? La respuesta es que, de alguna manera, la *violencia* seguramente distorsiona el funcionamiento del cerebro, con lo que el crecimiento espontáneo y el aprendizaje en cierta dirección pueden detenerse.

»Pero no se trata de un bloqueo en el sentido de obstrucción. Es posible eliminarlo y esperar que después todo vuelva a ser normal. La persona deberá pasar por un proceso de aprendizaje que le enseñe "cómo ser de otra manera" a través del desarrollo de una serie de capacidades. Creo que no comprender esta idea explica uno de los potenciales puntos débiles de la terapia verbal, porque se puede llegar a ser consciente de lo que te ocurre, de por qué te encuentras de un modo determinado, etcétera, y con ello conseguir cierto nivel de libertad, más alternativas, alivio de la ansiedad y la sensación de culpa, etcétera. Sin embargo, aún será necesario aprender lo que nunca se había aprendido antes.

»Los niños maltratados podrían ser un buen ejemplo. Creo que los modelos de respiración de estos pequeños quedan siempre afectados. Yo trabajo con víctimas de malos tratos, y empiezo comunicándome con ellas, con el mayor tacto, delicadamente. Las exploro e intento hacerles sentir que su cuerpo y su respiración tienen otras alternativas. En el momento en que la respiración comienza a cambiar, aparece en la memoria una fuerte tendencia a volver a los orígenes. Es muy frecuente recordar el evento asociado con la pauta anterior. Moshe acostumbraba a decir que si la lección se imparte bien y los movimientos se hacen gradualmente, un mal recuerdo no tiene por qué ser algo traumático. Los abusos sexuales son tan violentos que la memoria siempre hace aflorar cierto nivel de ansiedad, es cierto, pero algo en el sistema nervioso parece ser capaz de asumirlo.

»Creo que lo que Moshe nos ofrecía era el modo de acceder a lo que hay en la persona, pero no sólo a su capacidad potencial, sino también a sus inclinaciones y su necesidad de hacer lo que debe. *Necesitamos* crecer, *necesitamos* desarrollarnos. Ya lo dicen los psicólogos, y es muy cierto. Las personas necesitamos continuar creciendo. Sin embargo, el crecimiento es un evento muy concreto, muy *físico*, aun en los casos en que se produce a través de la conversación. Hablar es algo muy físico. También lo son las emociones y los pensamientos.

»Y las manos. La belleza de las manos reside en el hecho de que hablan un lenguaje primario y universal. Es el lenguaje de los bebés. Es el lenguaje previo a las palabras. Todos poseemos este lenguaje o no estaríamos vivos. Las personas que investigan en este campo dicen que tocar a los niños prematuros durante quince minutos diarios aumenta su tasa de crecimiento en un cuarenta y cinco por ciento. No recuerdo la cifra exacta, pero de todos modos es realmente impresionante.

»Cuando todavía trabajaba en Nueva York, vi a un niño que procedía de Ann Arbor. Se le había diagnosticado parálisis cerebral. Cuando, al fin, empezó a ir a la escuela, tenía dificultades con la aritmética. El niño me enseñó sus deberes. Yo los miré y le dije: "¿Cuántos son dos y dos?". Y el chico contestó: "Cinco". Le dije: "¡Bien! Y ¿cuántos son seis y uno?". Él lo pensó: "A ver... ¡Nueve!". "¡Bien! ¿Y cuántos son ...?". La madre, que siempre se había mantenido en contacto con Ann Arbor, estuvo a punto de desmayarse. ¡Yo estaba diciendo "bien" a pesar de que su hijo se equivocaba!

»Naturalmente, el niño continuará cometiendo errores. Precisamente por eso habían venido a verme, porque, obviamente, el pequeño no sabía hacerlo mejor. Pero lo que yo estaba tratando de ver es lo que él *hacía*, cómo trataba su sistema nervioso estas preguntas. ¿Podía yo descubrir algo más de lo que el niño necesitaba? Pues sí, lo descubrí. Y lo descubrí utilizando como guía sus errores. Reflexioné unos diez minutos. Cuanto más decía yo: "bien", "adelante" y "perfectamente", más información estaba él dispuesto a darme, a *contestarme*.

»Esto me hizo desvelar el misterio. El niño *no tenía idea* de lo que significan los números. No comprendía, ni siquiera intuía, lo que es contar. Únicamente trataba de memorizar las respuestas correctas. Pasé el resto de la visita, y las siguientes, inculcándole el concepto de número, que es muy diferente del concepto de *cosa*. ¿Y cuál sería el mejor modo de inculcárselo? Pues, su propio cuerpo. Tan pronto como empezamos con movimientos, lo comprendió. Los hicimos hasta llegar al centenar. Lo comprendió todo y ya no lo olvidó».

Pedí a Anat que me dijera qué opinaba de la enseñanza formal que se da en las escuelas. ¿Qué se puede hacer en las escuelas para que los niños tengan más oportunidades de aprender?

«Es un gran problema, un problema vital. No es por casualidad que hay tantos fracasos. La pregunta es: ¿por dónde empezar? Se habla

mucho del tamaño de las clases sin tener en cuenta la edad de los niños. Algunos de ellos necesitan atención personal. Pero el tamaño de las clases no es el único problema.

»Sin profundizar mucho en el tema, diré que considero una gran dificultad que la enseñanza no tenga en cuenta la realidad subjetiva del niño. Alguien se pasea por el aula para explicar alguna cosa sin tener en cuenta a los presentes. Para mí esto se parece mucho a lo que se hace mal en la terapia física clásica. Si quiero que un niño gatee, le aplicaré estos ejercicios: *uno-dos-tres, uno-dos-tres*. Es una buena idea, pero sólo con *uno-dos-tres* no se consigue que todos los niños gateen, sino que es muy frecuente que esto les lleve a un estado traumático, a disociaciones, al autorrechazo, porque no se han tenido en cuenta todos los factores ni se ha conectado con la situación real del niño ni tampoco con su modo de actuar en aquel momento concreto. Para poder gatear, el niño necesita algo más que *uno-dos-tres*, a veces mucho más.

»Pasemos ahora a los adolescentes, esos adolescentes por cuya sangre corren las hormonas; chicos y chicas que se buscan unos a otros, que quizás ayer fueron a una fiesta y Dios sabe lo que ocurrió. Y allí estás tú, sentada ante ellos, guiándoles por el laberinto de la historia, las matemáticas o el alemán *sin conectar con nada de lo que les importa*. Pensamos que así conectaremos con sus cerebros.

»En este aspecto, es necesario que haya una revolución en nuestro conocimiento de cómo funciona la educación. Aunque al principio yo no lo comprendía, Feldenkrais no se cansaba de repetir que: "Enseñar y aprender son dos procesos independientes que normalmente no tienen relación entre sí".

»Tomemos como ejemplo enseñar a un niño a leer o escribir. Hay una manera de trabajar con un niño que no sabe leer de manera que acabe aprendiendo casi sin darse cuenta. Puede ocurrir muy pronto, pero es posible que le enseñes y le enseñes y le enseñes, y que al niño le resulte difícil y difícil y difícil. ¿Qué es lo que aprende? Pues que leer y escribir es difícil. Lo que quiero decir es que lo aprendemos *todo*, y no sólo lo que el maestro cree que nos está enseñando. Así pues, el niño aprende que leer y escribir es un suplicio, y que "mi madre se enfada". ¿Entiendes? Se aprende *todo*.

»Un corolario de esto es que, con independencia de lo que enseñes a los chicos y del modo en que se enseña un contenido concreto, es de vital importancia que las personas continúen desarrollando su mundo sensible, su mundo perceptivo y cinestésico. Es una desgracia poner a un niño en una clase y hacerle mirar hacia fuera de sí mismo

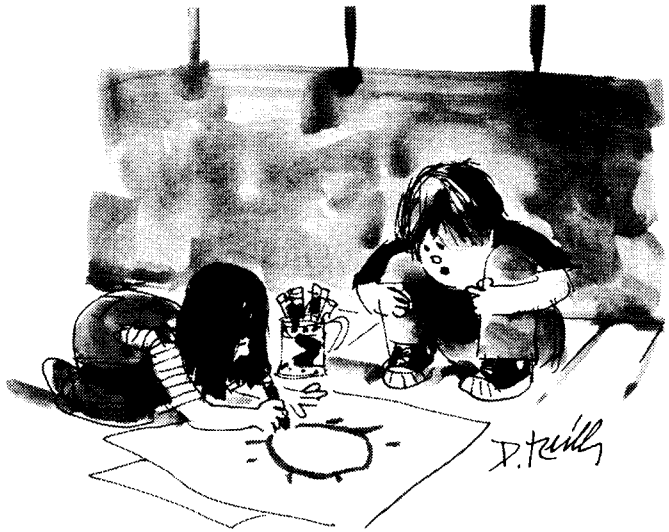
para que aprenda las cosas "del mundo exterior". Para obrar así, el niño tiene que disociarse de sí mismo.

»Es muy gratificante dedicarse a los niños. Puedo hacer aritmética con las partes del cuerpo. Es posible relacionar casi todos los temas con uno mismo. Según como se mire, ésta es una enseñanza muy egocéntrica, pero, a la larga, creará personas *mucho menos* egocéntricas, personas que funcionarán mucho mejor. Pero, para actuar así, es necesario *detectar* el aprendizaje cuando se está desarrollando. Generalmente el aprendizaje se pone en marcha en el individuo mucho antes de que se vean los resultados. Trabajo mucho con niños que tienen graves problemas motores, y les proporciono de entrada todo lo que necesitan aprender, pero procuro tener siempre presente que mi trabajo es a dos años vista. Nunca *hablo* de andar, de leer o de escribir antes de que el niño esté preparado para hacerlo».

El ejemplo de Anat, como el de Reed Hearon, nos enseña que las manos pueden ofrecer al individuo no sólo una manera distinta de trabajar, sino también ideas y una transformación de las relaciones con otras personas. El papel de la mano como instrumento de acción y contacto puede llegar a ser (o parecer) meramente incidental para otros procesos o actividades más complejas. Pero incluso cuando la actividad manual sienta las bases de otras actividades (como en el caso de Reed o de Anat) su papel en la adquisición de conocimientos y destrezas durante el aprendizaje continúa siendo básico, continúa alimentando los procesos dinámicos de la imaginación. En un informe reciente sobre los ordenadores en la educación, publicado en *Atlantic Monthly*, Todd Oppenheimer ofrece su propia versión del tema:

«Kris Meisling, un dibujante de investigación geográfica que trabaja para Mobil Oil... todavía suele dibujar con lápiz y papel, unos instrumentos que, irónicamente, él considera más interactivos que el ordenador, porque le fuerzan a pensar en todas las implicaciones.

»Un portavoz de Hewlett-Packard, la gigantesca empresa californiana de productos informáticos, me decía que esta compañía raramente contrata empleados que sean esencialmente informáticos expertos, sino que prefiere personas dotadas para el trabajo en equipo, flexibles e innovadoras. Hewlett-Packard cree tanto en la experiencia práctica que desde 1992 ha gastado 2,6 millones de dólares en ayudas a cuarenta y cinco escuelas de distrito que imparten matemáticas y ciencias según el sistema antiguo: con materiales reales (barro, semillas, agua, frascos de vidrio e imanes). Esta preferencia también se



«Yo sólo dibujo con software»

Figura 13.1. Deberíamos preguntarnos hasta dónde llevará la revolución informática a nuestros niños. Ya sabemos hasta dónde nos ha llevado a *nosotros*. (Reproducido de *The New Yorker*, con autorización.)

observa en algunos seleccionadores de creadores de gráficos animados por ordenador. En los artistas que han pasado mucho tiempo ante el ordenador, "se observa rigidez o monotonía; les falta riqueza y profundidad", me dijo Karen Chelini, directora de recursos humanos de LucasArts Entertainment. "En la formación artística tradicional hay que prestar atención al movimiento del cuerpo, a las actitudes, a los sentimientos, a la expresión, y los únicos individuos válidos son los que, de niños, no dejaban nunca el bloc de dibujo"».[2]

La experiencia de Anat suscita otros muchos temas sobre el aprendizaje humano. Dos los trataremos en el capítulo 15: la forma en que la experiencia *con el cuerpo* (tal como la han descrito Vigotsky y otros) fomenta o, por el contrario, distorsiona o bloquea el significado y la comprensión intelectual, y por qué no es posible el aprendizaje si no hay interés personal. Anat también sacó a relucir el tema del poder del mentor para catalizar la integración de habilidad e intención y lograr que el resultado sea la creación de un trabajo original y completamente personalizado. Este punto, que *debe* ser de interés capital para los maestros, está indisolublemente ligado a los otros dos.

14
Oculto en la mano

> Ahora, un cirujano debería ser joven o, al menos, estar más próximo a la juventud que a la edad madura, con una mano fuerte y firme, que nunca tiemble, y dispuesto siempre a utilizar tanto la izquierda como la derecha. La vista, aguda y clara. El espíritu, sereno.
>
> Celso[1]

El arte de sanar siempre ha estado unido a las manos. Tal como Moshe Feldenkrais enseñó y luego demostró a Anat Baniel y otros, a veces una mano hábil que guíe los movimientos relajados de otra persona puede inducir no sólo movimientos más fáciles y armoniosos, sino también despertar recuerdos ligados a posturas olvidadas o respuestas físicas a una tensión o lesión severas. En todas las conocidas se han ideado y cultivado infinitas variaciones de terapias practicadas con las manos, todas ellas como continuación y perfeccionamiento de tradiciones perdidas en el tiempo, derivadas del «acicalamiento» de los primates. La ubicuidad, antigüedad y diversidad de estas prácticas sólo puede significar una cosa: rascarse la espalda es más que política. Todos *necesitamos* ser tocados.

El médico moderno todavía está muy involucrado en el contacto físico con sus pacientes, pero la mayoría de las veces con algún tipo de instrumento interpuesto. Una verdadera avalancha de avances científicos y tecnológicos parece haber transformado irreversiblemente el mítico oficio de la medicina, dotando al médico de medios para conservar la vida y devolver la salud en situaciones en las que este resultado habría sido impensable hace sólo diez años. ¿Qué ha aportado esta transformación al no menos mítico oficio de la mano? Cuando, hace doscientos años, Sir Charles Bell dirigía su departamento de cirugía en Londres, tenía todo lo que Celso pedía a un cirujano. Para sacar una piedra de la vesícula, desde el principio hasta el final, tardaba sólo tres minutos («de piel a piel», como dicen los cirujanos). Entonces no había anestesia ni ningún cuarteto de cuerda interpretando a Mozart en un ángulo del quirófano.[2]

La tecnología no ha restado importancia a la mano del cirujano. Mi buen amigo y colega Leonard Gordon empezó su carrera como cirujano ortopédico, y ahora es microcirujano. Utilizando el tipo de equipo que se emplea en el transbordador espacial, reimplanta un dedo en la mano de

un niño y sutura arterias vitales para la supervivencia de un nervio tan pequeño que apenas puede verse a simple vista. Otro colega y buen amigo mío es el cirujano de la mano Robert Markison, capaz de manejar un instrumento de corte por fibra óptica a través de una pequeñísima incisión en la muñeca de un paciente con síndrome de canal carpiano, observando la parte inferior del ligamento carpiano transversal antes de decidir dónde abrirá y el tamaño de la incisión.* Los investigadores de los Laboratorios Nacionales están trabajando en una tecnología robótica y de telecomunicaciones que permitirá que un cirujano militar opere a un soldado hospitalizado en otro continente.

Se tarda mucho tiempo en llegar a ser cirujano. Por eso el cirujano actual apenas está «más próximo a la juventud que a la edad madura» cuando empieza. ¿Qué diremos de las otras características tradicionales: mano firme, ambidextria, vista aguda y espíritu audaz? ¿Todavía cuentan? Ésta es una cuestión muy seria y de gran interés para los encargados de formar cirujanos, porque el listón está muy alto para todos los implicados: los candidatos, los que diseñan y ponen en práctica los programas y, por supuesto, los pacientes que eventualmente se someterán a los cuidados (¡y el bisturí!) de unos cirujanos en los que han depositado su confianza. La competencia por las plazas disponibles es feroz. Formar a un cirujano requiere muchos años (la preparación previa en el colegio universitario, los cuatro años de medicina y *al menos* cinco años de especialización) y el gasto es muy superior a lo que cabe imaginar. Evidentemente, la evaluación de los candidatos a esta maratón, lo mismo que la evaluación de los futuros astronautas, no puede hacerse a la ligera. ¿Qué esperan de ellos las instituciones que imparten esta formación? ¿Cómo eligen a los futuros cirujanos?

Arthur Schueneman y Jack Pickleman, del Centro Médico de la Universidad de Loyola, se interesaron por el valor predictivo de las evaluaciones estándar que utilizan los cirujanos-profesores para controlar y guiar el progreso de los cirujanos en formación. ¿Saben realmente los «viejos» elegir a las futuras estrellas? Para poner a prueba a los que, a su vez, imponen pruebas (y para evaluar estas pruebas) los dos investigadores decidieron medir el juicio de los cirujanos veteranos mediante una batería de tests psicológicos estandarizados, orientados a unos atributos

* Estos dos cirujanos son grandes «usuarios» de sus manos en sus horas libres. Gordon es un incansable jugador de tenis: en su adolescencia fue campeón nacional junior de Sudáfrica. Markison es un indiscutible «renacentista» de la mano en San Francisco. Músico de jazz muy activo (sobre todo saxofón y flauta), excelente pintor aficionado, sastre (hace sus propias corbatas y camisas), llega incluso a ¡remendarse sus zapatos! Sin lugar a dudas, tiene la especialidad médica más interesante del mundo.

específicos que, dado el carácter de la profesión, constituyen la «madera» de un buen cirujano. Se fijaron en la rapidez manual, la coordinación motora fina y la secuenciación bimanual. También tuvieron en cuenta la percepción visual, incluida la capacidad de percibir patrones importantes ocultos y confusos bajo la mirada, y la facilidad para resolver laberintos, sin olvidar la memoria espacial y la capacidad de actuar bajo estrés. Los tests estaban divididos en tres apartados principales: capacidad psicomotora, organización compleja visuoespacial y resistencia al estrés (la fórmula de Celso no ha cambiado en dos mil años: mano, ojo y temple todavía son válidos). Asimismo, agruparon a los aprendices de cirujano según su preferencia manual (diestros o zurdos), sexo y edad, a fin de ver si había diferencias mensurables en la actuación de estos subconjuntos.*

Después de tratar a fondo todos los datos, intentaron ver qué tenían, en más o en menos, los que habían obtenido mejores puntuaciones en relación a los peor puntuados. ¿Podríamos adivinarlo? Veamos:

> «Al evaluar los resultados se vio que, en contra del folclore quirúrgico, la pura "habilidad psicomotora" (destreza manual) no es la principal característica que distingue el rendimiento de un cirujano eficiente del de uno mediocre. Los indicadores fundamentales son más bien las capacidades perceptivas, que implican poder analizar rápidamente y organizar las percepciones basadas en información multisensorial y distinguir el detalle esencial del no esencial, especialmente cuando la "razón de señal a ruido" es alta [sic]... Esto no significa que la destreza manual y las capacidades verbales no sean importantes en el trabajo quirúrgico: obviamente son cualidades muy significativas. Pero las características que distinguen a los grandes cirujanos son su habilidad para "ver" la anatomía relevante de la parte a operar (aunque no sea inmediatamente visible), para identificar pronto "hitos" importantes en la incisión, y para organizar mentalmente datos multisensoriales y acciones en un momento dado del proceso, de manera que la secuencia de las respuestas sea fluida y eficaz».

Al final del documento (un documento que, hasta este punto, me había satisfecho totalmente) Schueneman y Pickleman concluían:

* Esta táctica tiene otro beneficio: puede desenmascarar cualquier influencia profesor-evaluador basada en estos factores.

«La pura habilidad motora no es un factor determinante de la competencia quirúrgica. En el quirófano, parecen tener un papel más decisivo la cognición relativamente innata, no verbal y de base perceptual, sobre la información espacial compleja... Los resultados de nuestro enfoque multimétodo-multirasgo para el estudio de la interacción de estos fenómenos con el entorno quirúrgico sugieren claramente que estas capacidades son producto de una actividad cerebral integradora al nivel cortical superior, no de las manos».[3]

Le pido al lector que recuerde estas palabras finales —*no de las manos*— mientras lee el resto del presente capítulo. Al final volveremos a ellas. Cederé al lector mi escalpelo para que pueda darse el placer de llevar a cabo la modesta amputación que nos dará un hermoso análisis absolutamente perfecto. Veremos entonces de dónde viene el problema y sabremos cómo tratarlo.

Mucho antes de leer el documento de Loyola, había decidido que debía entrevistarme con algún cirujano para ver qué podría decirme sobre sus propias manos (o sobre la mano sanadora en general) y oír su opinión acerca de la importancia de la mano para los futuros médicos, sobre todo teniendo en cuenta la enormidad de los cambios a los que está asistiendo la medicina.

Un cirujano con mano de mago

Robert Albo no es sólo un cirujano, también es un mago y un eminente coleccionista e historiador de magia. Antes de conocerle ya había adivinado que tendría un interés especial por la cuestión de la agilidad manual y agudeza visual, pero creía también que sabría perdonar mi curiosidad por conocer las conexiones entre medicina y *otras* antiguas profesiones en las que las manos producen resultados mágicos. Esperaba que quisiera hablar de las relaciones, viejas o nuevas, entre esas profesiones y decirme algo sobre su propia trayectoria profesional.

El doctor Albo pasó su infancia en un barrio pobre de West Berkeley, California, donde, como él mismo dice, «cada día era una lucha por la existencia». Ya de niño pensaba en la magia y en la medicina. Hacia los nueve años, sus padres se gastaron un dólar para comprarle un juego de magia. El chico supo muy pronto que los trucos de magia eran un método infalible para mantener a raya a los matones de la clase: en efecto, desde que se hizo mago nadie volvió a meterse con él. Durante el primer verano de su juvenil carrera devoró todos los libros de magia de la bi-

blioteca del barrio. Luego, por consejo del bibliotecario, empezó a frecuentar la *principal* biblioteca de Berkeley para leer también todo cuanto allí había sobre el tema.

Era todavía un niño cuando sus padres le dijeron que deseaban que fuera médico. Él nunca se resistió a este deseo. «Creo que la única razón por la que fui un buen estudiante era porque quería entrar en la facultad de medicina. Siempre comprendí que mis notas debían ser lo bastante buenas para que me aceptaran, y estudiaba con esta idea fija.» Pero su verdadera pasión nunca se eclipsó:

> «Jamás perseguí nada con tanto ahínco como la magia. Antes de los diez años ya supe que sería médico, pero el motor de mi vida, el puntal de mi personalidad era la magia. Ella me abría todas las puertas del mundo. A cualquier parte que fuera, cuando la gente sabía que yo hacía magia, me convertía rápidamente en amigo de todos. Y siendo todavía un chiquillo de diez años, los adultos se me disputaban».

La magia se convirtió para él en algo socialmente valioso y económicamente indispensable, sobre todo durante los años de instituto y de facultad. Su afición a actuar le ayudó a definir lo que más tarde se convirtió en la especialidad gracias a la cual actualmente es famoso en todo el mundo de la magia profesional: coleccionista e historiador de magia. «Con los años, esta afición no ha hecho más que aumentar, de manera que hoy tengo una de las mayores colecciones privadas de aparatos de magia del mundo».[4]

Le pedí que especulara un poco sobre las posibles conexiones entre medicina y magia. Me contestó que hasta hacía poco él no hubiera visto conexión alguna entre ambas actividades. Como su principal interés fue, ante todo, actuar como mago, hasta hacía relativamente poco su afición por la historia de la magia no había llegado más allá de la época de Robert-Houdin. Pero en cuanto empezó a investigar para dar una serie de conferencias sobre la historia antigua de la magia, se dio cuenta de que sus dos grandes aficiones eran menos distintas de lo que había pensado hasta entonces.

> «El ilusionismo ya se había utilizado para dominar a la gente hace cinco mil años. Lo empleaban los sacerdotes y los magos.* Encen-

* La palabra «magia» deriva de «mago», nombre que se daba a los sacerdotes de la antigua religión persa fundada por Zoroastro. Ellos podían controlar a los *daevas* o espíritus del mal. La antigua palabra sánscrita *daevas* significa «dios», aunque sin indicar bondad ni maldad, y está relacionado con *divya*, que significa «celestial».

día una urna delante del templo para hacer que la puerta se abriera por simple neumática: calentaban el agua para producir vapor, el cual hacía girar una rueda, la cual abría la puerta. Para el pueblo ignorante, aquello era un milagro: Dios mismo abría la puerta. Una distinción importante que debe establecerse ya desde épocas muy remotas es entre magia blanca, la que hacían los sacerdotes "buenos", y magia *negra*, asociada a la brujería y la hechicería.

»La magia, tal como la conocemos hoy, procede del aspecto que podríamos llamar bueno, el que deriva del sacerdocio y acabó convirtiéndose en entretenimiento. Se practicó en los circos, donde pagando algún dinero los magos hacían sus representaciones, aunque sin intentar nunca influir en la mente del público. Robert-Houdin llevó la magia fuera del circo, hizo de ella un arte y la representó en un pequeño teatro. Este cambio siempre ha sido la base de mi interés».

Albo explica que la magia-espectáculo basa las ilusiones en trucos deliberada y cuidadosamente ensayados. Seguramente éste no es el puente entre magia y medicina que la mayoría de médicos estaría dispuesta a tender. Por supuesto, la medicina es una profesión organizada que, de manera muy específica y agresiva, intenta distanciarse de las prácticas engañosas. Oficialmente, la medicina odia el olor a aceite de serpiente. Sin embargo, a pesar de toda esta protesta formal, se admite que un buen médico suele recurrir a su autoridad carismática para reforzar sus actos científicos «objetivos». Esto forma parte de los consejos que da y los tratamientos que impone. ¿Por qué? Porque es una ayuda.

Es en este uso de la persuasión carismática donde descubrimos los vínculos más antiguos con la magia. Después de todo, los magos —o los brujos— siempre han confiado en su magnetismo personal para manipular la atención de los sujetos y del público en general. Para ellos, este magnetismo es una manera eficaz de demostrar la posesión de poderes inusuales, ocultos o religiosos. Al poner de manifiesto su capacidad para realizar prodigios, los magos pueden atribuir sus poderes a un conocimiento o fuerza de carácter «sagrado» u «oculto», y de este modo influir en otros para que crean o hagan determinadas cosas.

Maléfico o benéfico, el antiguo mago siempre sabía que era un impostor, y que sólo la credulidad o la distracción de la atención del sujeto aportaba lo necesario para crear la ilusión. Era un principio innovador que siempre fue útil para los que lo entendieron. La existencia de una influencia de base psicológica sobre el receptor de la magia anticipaba la idea moderna de un *legítimo* uso carismático de la personalidad y la autoridad por parte de los médicos, elevando su actuación frente a los en-

fermos a la categoría de «magia blanca». Normalmente, y como parte del tratamiento, los médicos intentan «cautivar» a los pacientes para que sigan sus instrucciones (tomar una medicina, dejar de fumar) o motivarles psicológicamente.[5] Lewis Thomas, que fue decano de las facultades de medicina de las universidades de Nueva York y Yale, calificó el encanto del médico como «una capacidad innata para el afecto, difícil de lograr, pero indispensable para todo buen médico».

Pero ¿es que un médico tiene que engañar literalmente al paciente haciéndole creer que el tratamiento funcionará bien? Pedí a Albo que comparara los papeles de la persuasión y el engaño tanto en la medicina como en la magia, y que me explicara cómo se usan o se omiten para propiciar el resultado deseado.

> «Bien, hay más de un tipo de paciente, como hay más de un tipo de público. Hay personas que no soportan el engaño, que quieren justificaciones y explicaciones de todo. Se angustian y se turban ante un truco que no pueden explicar. Desean *alguna* explicación, y cuando la tienen se sienten felices (aunque la explicación sea falsa). Otras, en cambio, asisten al espectáculo sin importarles cómo se hace lo que están viendo. Sólo desean entretenerse, y lo que ven no les desconcierta lo más mínimo. Se contentan con estar sentados, mirar y divertirse. No tienen ni idea de los trucos que hace el mago, pero esto no les preocupa.
>
> »Lo mismo podría decirse a propósito de la medicina. Hay pacientes que vienen y les dices: "Señora Jones, tiene usted un cáncer de mama", y la enferma no quiere entrar en más detalles. "Usted sabrá tratarlo, doctor, y todo irá bien", es su respuesta. Pero hay otros pacientes que quieren saberlo todo, el trasfondo de todo, todas las alternativas y detalles, por pequeños que sean, todo aquello a lo que deberán enfrentarse, para así mantener el control. Los que quieren que seas *tú* quien asuma este control te dicen: "Por mí, conforme. Usted me dice lo que debo hacer y lo haré". Son maravillosos, inteligentes y educados, pero no quieren pasar de ahí».

En casi todas las culturas, los «sanadores» tradicionales han alcanzado altas cotas de respeto motivado por el poder de sus dotes naturales y su conocimiento de lo que podríamos llamar «secretos profesionales». Pero estamos viviendo una época en la que los métodos diagnósticos y terapéuticos han alcanzado una considerable perfección, y solemos tender con demasiada frecuencia a creer que los antiguos tratamientos han quedado obsoletos o son ineficaces, simplemente porque son antiguos o

sólo tienen un uso médico que podríamos calificar de folclórico. Creemos que las antiguas prácticas curativas sólo pueden ofrecernos efectos muy ligeros (por ejemplo, las hierbas, los masajes, la relajación, etcétera) o actúan sólo a través de la sugestión. Cuando nos parece que los tratamientos son manifiestamente engañosos los consideramos curanderismo o impostura, e intentamos situarlos fuera de la ley. Albo comenta:

> «Pienso que entre el chamán (a la vez mago y sanador) y el embaucador existe una relación. Sospecho que los antiguos sanadores no eran ni peores ni mejores curando a la gente que los primeros médicos auténticos. Sólo recientemente hemos conseguido ser competentes en la curación. En épocas más antiguas de la medicina, el buen comportamiento del médico hacia el enfermo era imporantísimo, porque lo cierto es que no podía hacer mucho más. Los médicos antiguos fueron culpables de ofrecer tratamientos ilusorios, y el movimiento que ha conocido el siglo XX en el sentido de convertir la profesión médica en una disciplina científica vino propiciado precisamente por este hecho».[6]

Nuestra conversación pasó de las imbricaciones históricas entre las competencias de sanadores y magos a la necesidad, tan frecuente, de destreza manual. Sobre este tema, Albo comentó el paralelismo existente entre la labor de los cirujanos y la de los magos, un proceso que trajo a colación el trabajo del indiscutible as americano de la prestidigitación, Ricky Jay.

> «"Prestidigitación" significa "dedos rápidos". Un prestidigitador era alguien que hacía magia. Al acuñador de este vocablo no le gustaban las connotaciones de la palabra "mago". Fue un noble francés que vivió hacia 1840 e inventó la palabra para referirse a sí mismo de una manera aristocrática. Nunca quiso que se le asociara con el mundo plebeyo de la gente del circo o los charlatanes que iban de un lugar a otro pretendiendo transformar metales baratos en oro y cosas por el estilo, muy populares en aquella época. Un *prestidigitateur* seguía siendo un mago, pero de clase alta. Indudablemente, el mejor de nuestros días es Ricky Jay. Es el mago por excelencia. Lo he visto actuar muchas veces y es un artista *maravilloso*. Su auténtico don es la destreza y agilidad de sus dedos. Sencillamente fascinante.[7]
>
> »Si hablamos de cirugía, la habilidad manual es, naturalmente, algo fundamental. La coordinación mano-ojo siempre ha sido una de mis bazas. Por supuesto, también ha sido determinante en mi interés

Figura 14.1. Los antiguos vínculos entre medicina y magia son una consecuencia natural de la tendencia humana a la ilusión y la búsqueda de ayuda en las fuerzas sobrenaturales. Esta ilustración con el título de este capítulo en sustitución de la leyenda original pertenece al volumen 4 de *Further Classic Magic with Apparatus* (1979) de Robert Albo, una extensa historia enciclopédica de la magia, cuyo noveno volumen aparecerá en breve. (Reproducido con autorización.)

por los deportes y es muy probable que haya influido en el hecho de que la magia me resulte fácil. Pero creo que esta facilidad la debo también en parte al hecho de haber leído la descripción de un truco en un libro y haber tomado conciencia de él. Siempre pude extrapolar a mis manos sin grandes dificultades las descripciones escritas. Me ha sido fácil. Una vez captadas, las he retenido para siempre.

»Lo mismo ocurre en cirugía. Cuando al principio de mi carrera aprendía a hacer nudos, sólo debían enseñármelo una vez. Enseguida lo captaba, nunca me costó. En este aspecto, siempre he sido uno de los cirujanos más rápidos. Creo que soy capaz de hacer disecciones y operar más deprisa que la mayoría de colegas con los que he trabajado. Me resulta fácil».

Antes de comentar la conversación con el doctor Albo y explicar por qué creo que su experiencia tiene implicaciones que van mucho más allá de la corroboración del punto de vista convencional acerca de la coordinación mano-ojo del cirujano, deseo dar la vuelta al tema y volver a la cuestión medicina-magia. Para ello, voy a invitar a nuestra discusión a un segundo personaje, Mark Mitton, discípulo de Quintino Marucci (alias Slydini), uno de los más reverenciados artistas de la magia «de cerca» de nuestro tiempo. Aunque Mark no tiene ninguna conexión formal con el mundo de la medicina, recientemente he descubierto que incluso en un hospital moderno puede existir algo engarzado en las raíces profundas que conectan magia y medicina. Actuando exclusivamente como animador (y usando su intuición para tratar con niños hospitalizados) ha puesto sus dotes de mago al servicio de un objetivo médico, con unos resultados sorprendentes. Cuando me describió lo que hacía, me parecía oír la voz clara y el conocimiento convencido de un médico. Actuaba porque comprendía el problema y sabía qué debía hacerse.

Un mago de mano agraciada

Me entrevisté con Mark Milton en su apartamento de Nueva York poco después de que él y su esposa lo ocuparan. Nos sentamos ante la mesa Slydini utilizada para esta magia de cerca que ahora ha hecho suya. Mark proyecta una amigabilidad intensa y abierta que hace sospechar que no es neoyorquino de nacimiento. En realidad nació en Canadá, aunque ha vivido en Estados Unidos la mayor parte de su vida. Lo mismo que Robert Albo, conocido suyo, a Mark le empezó a roer el gusanillo de la magia cuando tenía nueve años. Por entonces le regalaron un juego

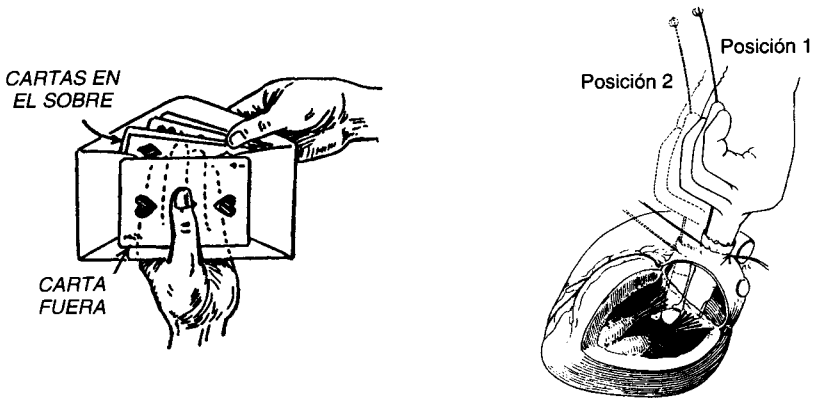


Figura 14.2. En parte, el interés precoz de Robert Albo por la magia tuvo su fundamento en una habilidad innata para visualizar, a partir de descripciones verbales, las complejas maniobras que intervienen en el ilusionismo. Esta misma habilidad le ha servido para practicar la cirugía. En su último libro, *Visual Explanation: Images and Quantities, Evidence and Narrative* (Graphics Press, Cheshire, 1997), Edward Tufte señala el paralelismo entre las descripciones visuales de la magia y la cirugía. La imagen de las cartas procede del libro de Jean Hugard y Frederick Braué *The Royal Road to Card Magic* (Faber and Faber, Londres/Nueva York, 1948). La de cirugía cardiaca procede de «Surgery in Mitral Valve», de Dwight Harken, en Dwight Harken (ed.), *Cardiac Surgery* (F.A. Davis, Filadelfia, 1971). (Ambas ilustraciones con autorización.)

de magia. Esto ocurría el mismo año en que vio por primera vez la actuación de un mago en un espectáculo.

Ya adolescente, cuando vivía en Superior, Minnesota (cerca de Duluth), presentaba un espectáculo de talentos infantiles en la emisora de televisión local y él mismo actuaba como prestidigitador. Vio la primera grabación de Slydini cuando tenía dieciséis años y después de verla se animó a trabajar todavía más en las técnicas de prestidigitación. Pero sentía un interés igual por el aspecto psicológico de la magia, especialmente por los «juegos psíquicos y de memorización». Esto se debió probablemente al hecho de haberse criado en una familia baptista muy conservadora. Fue a la universidad en Estados Unidos, primero a la American University de Washington y luego al Haverford College de Pennsylvania. Uno de sus amigos de Haverford se había especializado en física, y ambos conversaban a menudo sobre la imbricación de sus respectivos intereses. Incluso llegaron a establecer significativas conexiones entre el libro de Max Malini, *Book of Magic*, y las conferencias de física de Richard Feynman.

Después de su graduación, los estudios de ciencias económicas y políticas cursados en la facultad no le proporcionaron empleo alguno, por

lo que estuvo viviendo un tiempo con sus padres. Fue entonces cuando aprendió karate y «tomé algunas lecciones de magia de un ilusionista». Aunque al principio no lo previó, con el tiempo el karate le resultó muy útil para entrar más seriamente en el mundo de la magia, porque le enseñó a observar los movimientos del otro.

Al poco tiempo se trasladó a Nueva York, donde empezó a trabajar con un mago callejero, pero pronto decidió que debía conocer a Slydini, que por entonces ya tenía ochenta y tres años.

> «Un sábado fui a ver a Jim Sullivan, que había sido discípulo de Slydini, y que por entonces trabajaba bajo el nombre de Cellini. Tuvimos una larga conversación en la que me contó todo lo que sabía sobre Slydini. Me explicó lo que éste sabía *realmente*, no lo que la comunidad de magos *pensaba* que sabía; y me dijo: "Cada día doy gracias a Dios por haber podido estudiar con Slydini". Luego me hizo saber todo lo que yo debía decir para que el gran maestro me aceptara como discípulo.
>
> »Así pues, fui a ver a Slydini. Era un hombre que guardaba mucho las formas. En sus lecciones siempre decía: "Haz lo que yo hago". Yo debía reproducir sus movimientos, y el efecto espejo me lo hacía más fácil. Pero dominarlo exige cierta habilidad, aunque una vez dominado, una vez adoptado el ritmo, es muy rápido y bello. Slydini tenía una técnica delirante, pero entendía la percepción como, creo yo, ningún otro mago la ha entendido. Se aproximaba a ella científicamente, rompiendo moldes. Por ejemplo, hay un truco para hacer desaparecer una bola de papel que se basa en un principio que él llamaba "la coordinación", en el cual interviene algo llamado "movimiento borrador". Cuando este truco lo hacen personas que no han estudiado con Slydini, resulta muy vulgar (uno ve a un individuo tirando papel por encima de la cabeza de alguien). Pero en manos de Slydini era realmente bello, y parte de su belleza residía en que te dejaba ver cómo la persona estaba siendo engañada. No era un truco barato, porque Slydini era un auténtico *ilusionista*. Y esto es lo que enseñaba a sus alumnos.

Mark tiene en alta estima la práctica, pero, lo mismo que el malabarista Serge Percelly, cree que el secreto del aprendizaje es la actuación.

> «Puedes aprender de libros o de un maestro, pero debes practicar y debes actuar. Nada te ayudará tanto como actuar. Hurtar un reloj es un buen ejemplo de lo que estoy diciendo. Una parte de lo que hace-

mos es rapidez manual, y otra parte es engaño al cien por cien. Si alguien se lleva tu reloj, sabes que te lo han quitado de la muñeca, y esto no es ningún secreto.

»La razón por la cual tan pocos magos ponen en práctica el hurto del reloj es que, para aprenderlo, *deben pillarte cuando lo haces*. ¿Sería esto aceptable? O bien encuentras a alguien que sabe que vas a quitarle el reloj, o bien debes disponer de una buena broma para cubrirte si te atrapan. Y esto es sólo el principio, porque, además de la destreza técnica y el engaño, debes hacer una representación. ¿Te llevaste el reloj o hiciste que pareciera que otro se lo había llevado? Todo esto debe encajar muy bien. Slydini estaba plenamente convencido de que es el efecto global lo que crea ese "algo" que el público experimenta como magia real. Nos decía: "Oídme bien: yo os enseño el truco, pero el truco os enseña el principio y el principio os enseña magia".

»Con estas palabras quería decirnos que la única manera de enseñar es aplicando rutinas muy concretas. Esto es lo que él hacía. Cuando eres alumno, sólo aprendiendo, *haciendo* las rutinas y reproduciéndolas puedes empezar a entender el vocabulario. Todos los que estudiaban con él llegaban a hacerlo todo exactamente como el maestro en menos de dos años. Sólo después él te enseñaba a moldear el truco a tu manera».

Después de haber hablado de trucos y de haberme obsequiado con el lujo de una demostración, Mark accedió a hablar de su trabajo en el hospital:

«Es difícil imaginar el rostro de los niños internados en un gran hospital. Quizá parece que no es gran cosa, pero un mago que hace ilusionismo ante el médico, la enfermera, el niño, sus padres, y a veces hasta el celador, puede reunirlos a todos. Esto es lo que he hecho muchas veces. Pero, además, intervine en un caso muy distinto: ayudábamos a un chico que no podía andar, a pesar de que se *suponía* que podía hacerlo. Estaba internado a causa de una enfermedad renal y en él convergía una larga serie de factores; pero, a pesar de todo, se suponía que podía andar. Sin embargo, no había manera de hacerle dejar la silla de ruedas. Yo estuve hablando con él y siempre pensaba en cómo era *yo* a los catorce años. No era difícil recordarlo: era un muchacho que deseaba tener un trabajo. Carmelo estaba constantemente coaccionando a todo el mundo para que le dieran dulces, le hicieran regalos, en fin, era todo un chantajista. Mi idea era encontrar

el modo de obligarle a que *nos* extorsionara. Para mí, manipularle para intentar que acabara pidiéndonos un trabajo era lo mismo que hurtar un reloj.

»Así que un día hice un truco que llamamos lectura de un naipe. El sujeto toma un naipe, lo mira, yo le miro a los ojos y le digo el naipe que ha tomado. Es un juego muy íntimo; provoca un movimiento involuntario de ojos siempre que el sujeto ve la carta que ha tomado. Es muy fácil de adivinar.* Me las ingenié para que hiciéramos el truco juntos. En realidad era yo el que lo hacía, pero procuré simular que yo quedaba en segundo plano, como si no hiciera nada, una de las grandes cosas que sabía hacer Slydini. Exactamente de la misma manera que eliminas un *movimiento* de la mente de una persona, puedes eliminar tu presencia en la mente de un sujeto. Estás actuando con su propia percepción. Así pues, yo hice el truco, pero la gloria fue para Carmelo.

»Al día siguiente le felicité diciéndole: "¡Eres un actor fabuloso!". Realmente, así lo *pensaba*. Y él contestó: "¿Sabes? Tienes razón. *Soy* un gran actor". Y habló y habló del maravilloso actor que era. Le hice saber que le creía lo suficientemente bueno para que se uniera a nosotros, diciéndole que si lo hacía se le pagaría. Aquello también fue un chantaje, un chantaje *directo*. En cierto sentido, era el método que utilizas cuando hurtas el reloj a alguien. Al menos, es lo que yo pensaba».

Mark encontró la manera de que Carmelo entrara en un juego de confianza en el que el propio Carmelo era el objetivo incauto.

«El momento crucial llegó tres meses después, cuando decidió que quería trabajar con nosotros. Como había estado muy enfermo y no tenía familia, carecía de oportunidades para abrirse camino. Por eso le entusiasmaba la idea de ganar dinero. A pesar de su enfermedad y de estar internado en el hospital, sus impulsos eran los de un muchacho neoyorquino de catorce años, pero le gustaba chantajear a la gente. Al menos así lo creía yo, y esto me dio ocasión de tergiversar la situación.

»Tres meses más tarde, cuando ya estaba preparado, fui a verle y le dije: "Lo siento mucho, pero me parece que no podrás trabajar con nosotros. Lo tenía todo a punto, el dinero, todo; pero no podemos

* Mark me mostró el truco. Aunque yo sabía exactamente lo que él estaba haciendo, no pude ganarle. Terminó en diez segundos.

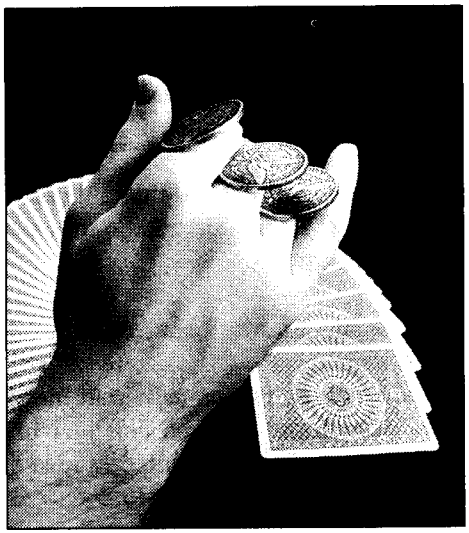


Figura 14.3. ¿Qué habría dicho John Napier de este tipo de prensión? Mark Mitton, un joven y prometedor maestro de la magia «de cerca» demuestra el lado técnico de un famoso juego de manos. Enmascarando su manipulación extraprensil de las cartas, monedas y pañuelos, Mark desenmascara los puntos débiles de las descripciones convencionales de los movimientos de la mano humana. Sin embargo, tal como nos dijo al hablar de Slydini y de la historia de Carmelo, se necesita mucho más que una destreza no convencional para ser un auténtico mago. (Copyright de la fotografía © John Pavlik.)

aceptarte: no había pensado en tu silla de ruedas; no caí en que tú no puedes andar". Y añadí algo que era cierto: "Cada día subimos cuatro pisos y lo hacemos por la escalera. Si tuviéramos que esperar estos ascensores para que puedas subir echaríamos a perder todo lo que tenemos programado, y no podríamos hacer nuestro trabajo".

»Ésta es otra técnica corriente en magia. Tomas algo muy directo, muy *verdadero*, tomas información difícil y la *tergiversas*. Tomé información real (la lentitud de los ascensores, que él ya conocía) y sólo tuve que decir: "Lo siento". Fue *muy* traumático. Él lloró. Sin embargo, cuando yo ya estaba en la puerta, me detuvo y dijo: "¡Pero si yo *puedo* andar!". Fue como en las películas. Hice como que no le creía: era otro chantaje directo o, peor aún, un engaño directo.

»Pero funcionó. Aquel fin de semana, su enfermera me dijo que Carmelo había hecho un trato con ella: "Te digo que si me das un par de zapatillas, unas zapatillas de tenis *bonitas*, andaré". Hasta entonces había aprovechado todas las ocasiones para chantajear a la gente,

de manera que su proposición no era ninguna sorpresa. Pero ella le consiguió unas buenas zapatillas y él caminó. Nos llevó algún tiempo, pero abandonó la silla de ruedas. No es que ahora quiera darme palmaditas en la espalda. Para mí, aquello era un desafío. Era arriesgado y nunca quise olvidar el riesgo. Tuvimos una larga charla sobre la reacción del personal del hospital ante este resultado, un resultado que propició una relación de trabajo más estrecha entre nuestro grupo y el personal sanitario».

Reflexionando sobre este suceso, Mark comentó:

«Naturalmente, todo esto *no* es una actividad hospitalaria apropiada para los payasos, pero como persona con una base religiosa muy firme, como persona a quien se le inculcó la idea de que no es suficiente *ser* bueno, sino que debes *hacer* lo bueno, estaba convencido de que aquel caso me daba ocasión de poner en práctica lo que se me había inculcado. En cierto modo, creo que el impulso para hacer lo que hice me lo dio la lectura de *La República* de Platón. Pensaba en las primeras palabras: "Él bajó" (la alegoría de la cueva) a propósito de aquel muchacho. Esto es lo que Slydini hizo conmigo. Esto es lo que mi instructor de karate hizo conmigo. Ambos vieron dónde estaba yo, fueron a mi encuentro y luego, juntos, fuimos a otros lugares. Podían ponerse en mi piel porque recordaban la época de su vida en que fueron como yo era entonces. Para ellos, mis temores eran reales, como lo era mi carencia de temores. Yo pude ver todo esto en Carmelo».

La experiencia de Mark sugiere que algunas veces la medicina aprovecha alguno de los aspectos *anticuados* de la magia, como la necesidad que tiene el cirujano experto de la «compleja capacidad perceptiva visuoespacial», pero con algo más, algo que, un poco a la ligera, podríamos llamar percepción *psicoespacial*. De hecho, Lewis Thomas tenía la palabra adecuada para este «algo más»: empatía. Según Mark, era «ver dónde está la otra persona, comprender su temor y su *falta* de temor».

Desafortunadamente, Carmelo no sobrevivió a la enfermedad, pero no por ello dejó de producirse una auténtica «curación» promovida por un joven mago que se encontró frente a frente, chantaje contra chantaje, con un muchacho de ciudad gravemente enfermo. En aquel caso, Mark *fue* médico, un médico decidido a saber la verdad sobre Carmelo, y la utilización de este conocimiento ayudó al chico a recuperar, al final de su vida, no sólo su movilidad perdida, sino también su dignidad.

Tanto la medicina como la magia se basan en la suspensión voluntaria de la incredulidad que debe preceder a la cesión temporal de la autonomía de una persona a otra. El paciente que está en la consulta del médico o en el hospital, y la persona que entre el público contempla un espectáculo de magia (quiera o no conocer el *cómo* del tratamiento o del truco) participa en un desplazamiento ritual de poder y de responsabilidad a otra persona. Admitiendo su desamparo, el paciente le dice al médico: «Confío en usted. Sé que puede curarme». El mago está en un pedestal similar, aunque sólo sea el actuante de un espectáculo. Durante unos momentos es clarividente, sabio y fuerte. Tiene un saber poderoso y puede hacer magia. Y, a veces, hasta *es* un mago de veras.

«La mano, no»

Es el momento de volver a Loyola para efectuar la amputación antes mencionada. Para refrescar la memoria del lector, diré que los investigadores de aquella universidad llevaron a cabo un estudio sobre los cirujanos residentes y descubrieron que lo que distingue al gran cirujano de los demás es una acción integradora cortical más profunda, concretamente en el campo de la «organización visuoespacial compleja». Se trata de un estudio complicado, pero que a mí me parece muy claro. En realidad, después de haber dado mis primeros pasos en medicina como médico de urgencias y, como tal, haber atendido casos terribles, puedo dar fe de la necesidad que tiene el cirujano de saber lo que debe buscar y lo que está viendo, aunque el problema que tiene ante sí no guarde semejanza alguna con todo lo que ha estudiado en los libros de texto. Por lo tanto, no tengo inconveniente alguno en suscribir la conclusión de que el *ojo del cirujano con talento y formación* es lo que marca la diferencia en su capacidad para obtener buenos resultados.

Ahora bien, después de cruzar la meta, los autores fueron más allá y se lanzaron al vacío. Por motivos que no justifican, llegan a la firme conclusión de que la mano no tiene nada que ver con la percepción visual. Pero esto es incorrecto. Todos los cirujanos que han existido tienen una historia vital que empieza en el instante del nacimiento, una historia que incluye un aprendizaje compartido del cuerpo —de todo el cuerpo— y de la mente. Esto no es poesía: es toda una declaración tras la cual hay grandes dosis de observación y análisis. Durante los años en que estos jóvenes (con su sueño de llegar a ser cirujanos) estuvieron en la situación de precandidatos, su cerebro iba acumulando información a través de manos, ojos, oídos, lengua y nariz, a través de todo, con objeto de com-

prender el sentido del mundo. Estos futuros cerebros de cirujano no enviaban mensajes a las manos e ignoraban los mensajes que éstas devolvían. Los mensajes razonados que primero iban a dirigirse a las manos decían que éstas debían alcanzar, asir, tocar, girar, pesar, unir, separar, rechazar, etcétera, todo aquello que entrara en su posesión. Entre otras razones, las manos debían moverse para obtener una información que *sólo* podían conseguir actuando sobre el objeto que sostenían. La información remitida al cerebro estaba escrita en un lenguaje hecho de manipulación táctil y cinestésica, y era comparada con la información procedente del sistema visual como parte de un proceso a través del cual el cerebro crea imágenes visuoespaciales. Cuando Robertson Davies dijo que es tan cierto que la mano habla al cerebro como que el cerebro habla a la mano, estaba describiendo todo un sistema de funcionamiento.

Claro que, técnicamente, puede decirse que los investigadores de Loyola tenían razón al concluir el artículo del modo en que lo hicieron. No pueden alterar el pasado de un cirujano. Todo lo que pueden hacer es evaluar el estado actual de los individuos ante los hechos. La forma en que Jane y John llegaron a ser cirujanos residentes de Loyola no tiene importancia una vez que han ingresado en el campus. Lo admito.

Pero lo que *no* admito es que hayan explicado las diferencias descubiertas y descritas. Todos los cirujanos que he conocido, incluidos los doctores Albo, Gordon y Markison, estuvieron desde su primera infancia fascinados por el comportamiento de los objetos complejos y manipulables. Pero esta fascinación no se limitaba al aspecto de tales objetos: lo que les atraía era la sensación que les proporcionaban cuando los tenían en la mano y, una vez allí, cómo se comportaban. Poco importaba lo que tuvieran en la mano (pelotas de tenis, pelotas chinas que desaparecen) o cómo lo manipularan (pelotas que se reciben con un fuerte golpe, cartas que se toman de la mesa con los ojos abiertos o cerrados). Parafraseando a Tim Ingold, la percepción no es algo que funciona en un procesador encerrado en el cerebro. Esto no es, ni puede ser, percepción (incluida la percepción visual o visuomotora) igual que no hay ni puede haber nada llamado inteligencia que sea independiente del comportamiento del organismo entero ni de su historia personal de interacciones con el mundo.

Los comités que seleccionan a los residentes de cirugía quizá no necesitan saber esto, pero sí los padres y los maestros de los niños.

15
Una cabeza para las manos

> Puede parecer que esto no tiene relación con el desarrollo matemático, pero en mi mente sí la tiene: me inicié en la construcción de aeromodelos de madera siendo aún muy niño. A los cinco años ya los construía sin ayuda. Solía ver el aspecto final mentalmente, y le daba la vuelta a los diseños en mi cabeza para ver cómo debían colocarse los montantes. Mi padre me ayudaba pero, de algún modo, yo deseaba hacerlo por mí mismo. *(Mathematician, núm. 7)*
>
> W. Gustin, «The Development of Exceptional Research Mathematicians»[1]

> Con independencia de lo que hagamos, el niño es un organismo curioso, preguntón, aun antes de poseer un lenguaje. La importancia de esta curiosidad intrínseca no puede sobrestimarse, por ser un aguijón tan poderoso para el pensamiento y la acción...
>
> Seymour Sarason[2]

Este libro ha sido una investigación sobre la premisa de que la mano es tan fundamental para la vida humana como el cerebro. Se acepte o no esta afirmación, no hay duda de que la cuestión reclama una respuesta. La mano *interviene* en el aprendizaje humano. Al principio del libro me preguntaba: «¿Cómo se acomoda, o debería hacerlo, el sistema educativo al hecho de que para el género humano la mano no es simplemente una metáfora o un icono, sino a menudo el auténtico foco —la palanca o la pista de lanzamiento— de una vida plena y genuina?».

Para muchas personas, la mano ha sido el foco de años de entrenamiento especializado y se ha convertido en un instrumento indispensable para el pensamiento, la destreza, el sentimiento y la motivación de toda una vida de trabajo profesional. Las experiencias de estas personas, ¿pueden aplicarse a *todos* los que aprenden? ¿Puede servir lo que hemos aprendido acerca de la mano para mejorar la enseñanza? Las necesidades e intereses educativos concretos de cada niño —de nuestros hijos o nietos— no pueden acomodarse en nuestro sistema educativo. Uno de los mayores inconvenientes para el diseño de los programas educativos generales es que cada niño es diferente.

En su libro *The Educated Mind*, el educador canadiense Kieren Egan

sugiere que ninguna estrategia de reforma educativa debe olvidar los efectos de la larga historia de la educación, una historia en la que han tomado cuerpo tres objetivos:

> «Debemos moldear al joven conforme a las normas y convenciones vigentes en la sociedad adulta; debemos proporcionarle un conocimiento que le garantice que su pensamiento se ajusta a lo que es real y verdadero, y debemos fomentar el desarrollo del potencial individual de cada estudiante».[3]

Egan sostiene que cada uno de estos objetivos es igualmente deseable; pero, desafortunadamente, *como competencia de las instituciones educativas*, son incompatibles entre sí. La idea más antigua (educación como socialización) es esencial para la supervivencia de cualquier sociedad, cuyos elementos más jóvenes deben adquirir la capacidad necesaria para convertirse en adultos responsables que participen en la vida cultural. La Academia platónica desafió esta idea y propuso un programa alternativo radical —y elitista— cuya finalidad era el cultivo de la disciplina mental a través de la búsqueda sistemática de la «verdad». La Academia *no* sólo no hizo nada para reafirmar el pensamiento educacional vigente o sus instituciones, sino que hizo una aguda crítica de una educación encaminada a crear jóvenes descerebrados y conformistas.

Sin embargo, la realidad demostró que el ideal educativo de Platón era muy difícil de llevar a la práctica. Jean-Jacques Rousseau, con la publicación de *Émile* en 1762, expuso el lado oscuro de la Academia al demostrar que era un lugar donde, en palabras de Egan, «unos pedagogos torpes tomaban las formas de conocimiento que configuraban el programa, las organizaban en lo que parecía el mejor orden lógico y se las embutían a los discípulos. El resultado era amargura, violencia y frustación». Para corregir este vicio, Rousseau abogó por la adopción de métodos de enseñanza «naturales», es decir, que tuvieran en cuenta el desarrollo. Esta idea revolucionaria se asocia hoy a los nombres de Piaget, Vygotsky y Dewey. Sin embargo, Rousseau no resolvió el problema de la incompatibilidad mutua entre los objetivos educativos, porque su filosofía no pasaba de ser una crítica a la escuela platónica, igual que Platón criticó las escuelas que *él* pretendía sustituir. Una práctica educativa que tenga en cuenta el desarrollo no es *sólo* un camino mejor para realizar el ideal platónico de la búsqueda de la verdad. Tal como dice Egan:

> «Rousseau y sus seguidores modernos no se limitan a hacer recomendaciones metodológicas y de procedimiento que deberían permi-

tirnos llevar a cabo más eficazmente el proyecto de la Academia platónica. Su proyecto es otro... En la idea platónica, el conocimiento conlleva desarrollo; en la idea rousseauniana, el desarrollo conlleva conocimiento».[4]

En una serie de libros recientes, Seymour Sarason, psicólogo de Yale, se centra en la tercera finalidad educativa de Egan. Refiriéndose a sí mismo como «un erizo con una gran idea», Sarason afirma que la educación sólo puede tener éxito cuando entiende que «todo ser humano nace con un potencial creativo suficiente para ser un artista». La curiosidad básica de la mente humana está al servicio de nuestro anhelo fundamental de establecer relaciones significativas entre nosotros mismos y el mundo y (como algo intrínseco a este proceso) de «poner nuestro sello personal en algún aspecto del entorno».[5] Sarason no pretende que esta receta educativa pueda o deba amalgamar lo mejor de la gran troika de Egan. Su función es revitalizar en padres y educadores la comprensión de la naturaleza del impulso artístico y su relación no sólo con la creatividad, sino con la vida ordinaria. En su libro *Art as Experience*, John Dewey escribió:

«La tarea consiste en restaurar la continuidad entre esas formas refinadas e intensificadas de experiencia que son las obras de arte y los eventos, actuaciones y sufrimientos cotidianos reconocidos universalmente como constitutivos de experiencia».[6]

Hace años, tras perder un pleito con el superintendente de una escuela de adultos, Sarason empezó a defender enérgicamente una educación alternativa. Cuenta este hecho en *The Challenge of Art to Psychology*, donde expone el trabajo de Henry Schaefer-Simmern:

«Conocí a Schaefer en 1942, en la Southbury Training School, una residencia institucional para deficientes mentales. Se suponía que aquellos "niños" sólo eran capaces de trabajar de manera voluntaria y entusiasta durante un tiempo muy corto, pero lo que yo veía eran personas luchando durante tres horas para dar forma a su imaginería mental; y, maravilla de maravillas, *ellas mismas* decidían lo que querían hacer. La misión de Schaefer era estudiar *cada uno* de los productos de cada una de ellas... Henry Schaefer-Simmern *nunca* dijo a nadie qué ni cómo debía dibujar. Empezaba con esta sugerencia: "Dibujad lo que queráis ver, de manera que podáis verlo tal como queréis, por simple que sea". Después de esto, preguntaba al sujeto: "¿Te gusta lo que has hecho? Estúdialo. ¿Quieres cambiar algo?

¿Hay algo en el dibujo que te disguste? ¿Quieres probarlo de nuevo?". Como le gustaba decir: "Cuando damos forma a algo a través de la actividad artística, nosotros mismos nos formamos y cambiamos en el proceso, y esto estimula el desarrollo"».[7]

Según Sarason, el aprendizaje humano progresará sin respetar ninguna predicción de las medidas normativas de «inteligencia» siempre que se cumplan algunas condiciones fundamentales y comparativamente simples. La más importante es que cualquier estudiante aprende mejor y más deprisa cuando es su propio interés el que guía la búsqueda de información, comprensión y destreza. Esto vale tanto para bebés y niños como para adolescentes y adultos, jóvenes o viejos, con independencia de la valoración que se haga de su capacidad mental. Si Sarason está en lo cierto, esto significa que cualquier escolar que elija de forma *espontánea y voluntaria*, conforme a sus *inclinaciones* o *experiencia*, ser neurocirujano, es probable que sea capaz de prepararse para empezar a cursar esa carrera hacia los veinte años, siempre que cuente con la ayuda necesaria o, al menos, no se le pongan obstáculos en su camino.[8]

La versión modernizada de este enfoque educativo incluye otros componentes esenciales. De ellos, el mejor documentado se recoge en un informe titulado *The Development of Talent Research Project*. El proyecto, llevado a cabo por el equipo de Benjamin Bloom en la Universidad de Illinois, era un estudio retrospectivo de las experiencias de 120 adultos (a partir de entrevistas con ellos mismos y con sus maestros, amigos y familiares) que hacia los treinta años merecieron el reconocimiento nacional por sus méritos en seis ocupaciones muy diferentes, todas altamente exigentes y competitivas: concertistas de piano, escultores, matemáticos, neurólogos, nadadores olímpicos y jugadores profesionales de tenis. En casi todos los casos, fueron niños que respondieron a un esfuerzo familiar arduo o compromiso *ético* (aunque casi nunca definido como una expectativa profesional concreta) invirtiendo el tiempo en actividades que les interesaban.[9] Lauren Sosniak, cuya investigación se centró en los pianistas, dijo de estos niños y de sus familias:

«Parece que, con el tiempo, crearon un sistema de aliento y apoyo mutuo, interdependiente y autosostenido... Al principio, ninguno de ellos tenía idea del proyecto en el que se estaban embarcando ni del tiempo que tardarían, ni de dónde les llevaría. De hecho, yo diría que si los pianistas y sus padres se hubiesen empeñado en triunfar ya desde el principio, probablemente hubieran tenido menos éxito del que tuvieron. También parece ser que las respuestas de aprobación

por parte de maestros y padres al trabajo de los jóvenes fueron tanto más significativas cuanto más espontáneas y menos estudiadas... Puesto que las aspiraciones y expectativas de los concertistas de piano crecían a medida que aumentaba su destreza y experiencia, su estímulo para perfeccionarse no era la meta lejana, sino el trabajo que, por arduo que fuera, nunca llegaba a abrumarles... *Los pianistas aprendían a orientar su trabajo hacia unas metas más difíciles y distantes a medida que aprendían a preocuparse por alcanzarlas».*[10] (La cursiva es mía.)

Jeanne Bamberger, otro de los apóstoles modernos de John Dewey, fue una niña-pianista prodigio (estudió con Arthur Schnabel). Hace poco más de diez años, Bamberger se lanzó a las trincheras de una escuela de barrio de Cambridge, Massachusetts, junto a maestros, escolares y estudiantes de magisterio. En este cambio influyeron sus años de investigación sobre las diferencias de actitud en el estudio de la música por niños prodigio y niños «no dotados». Sus hallazgos la llevaron a cuestionarse sus propios criterios sobre la naturaleza del aprendizaje (especialmente sobre el diseño y comportamiento de la enseñanza formal) por lo que decidió observar cómo aprendían unos y otros en una escuela abierta que se regía por un programa general.

Aunque su intención inicial era centrarse en los niños, muy pronto descubrió que no podría apreciar los esfuerzos de los pequeños sin fijarse también en los maestros. Los investigadores de la educación ya habían tenido esto en cuenta durante muchos años, pero Bamberger replanteó el problema a medida que incrementaba los aumentos de su «microscopio».

«En un esfuerzo para estudiar un fenómeno tan reconocido como poco comprendido se creó el «Laboratorio para hacer cosas»: los niños más talentosos, incluso virtuosos, a la hora de usar sus manos para construir y asimilar cosas complicadas de su vida diaria... suelen ser los que tienen más dificultades en la escuela... Puesto que en la escolarización se privilegia el conocimiento simbólico, no es sorprendente que la atención se circunscriba a lo que estos niños *no pueden* hacer, como tampoco es sorprendente que el mundo escolar los contemple no como virtuosos, sino como "incapaces de rendir". [Nosotros partimos] de una asunción diferente: que el conocimiento "manual" y el "simbólico" constituyen modos igualmente poderosos, aunque diferentes y no apreciados en la misma medida, de organizar los fenómenos del mundo...».[11]

Los maestros que participaban en el programa se reunían regularmente antes de que el «laboratorio» aceptara sus primeros miembros, y continuaron haciéndolo después. Estas reuniones brindaban la ocasión de discutir la presentación de temas programados y de evaluar lo que sucedía durante las interacciones maestro-estudiante-programa. Bamberger recordó en mi presencia una de estas sesiones en la que Mary, también maestra, contó lo ocurrido cuando Jeff, de ocho años, que estaba construyendo un móvil, intentaba equilibrar dos objetos de peso desigual unidos a una varilla suspendida por el centro. Mary observó que Jeff parecía saber de antemano dónde situar cada peso para que la varilla no se inclinara. Cuando le preguntó al niño cómo lo sabía, su respuesta fue que «lo sabía». Cuando le instó a explicarse mejor, el niño contestó: «Lo adiviné; es como un columpio». Comentario de Bamberger:

> «Al explicar esta anécdota al grupo de maestros, Mary preguntó: "¿Qué es lo que Jeff 'sabe'? ¿Cómo lo aprendió y qué quería decir al referirse al columpio?". Los maestros estaban bastante confundidos. Ellos, a diferencia de Jeff, habían aprendido la fórmula de "peso por distancia", pero lo que se les había enseñado y lo que habían aprendido a *decir* parecía no tener conexión con lo que podían ver y sentir directamente...».[12]

Un componente muy significativo del proyecto, y quizá su principal logro, fue la exploración del conocimiento «incorporado» y las representaciones (o intentos de representación) formales y verbales de tal conocimiento, tanto por parte de maestros como de estudiantes. Más tarde, durante una entrevista, Bamberger me aclaró estos puntos:

> «En el laboratorio pasábamos mucho tiempo animando a los niños a trajinar con elementos de construcción y describirnos luego lo que estaban haciendo. En este caso, los mayores problemas los planteaba el material simbólico, verbal o numeral, trabajar sobre el papel, y en el paso de la acción a la descripción y viceversa. Nos encontramos con niños que tenían dificultades para aprender a leer, y niños cuyo problema no era tanto *hacer* matemáticas como *representarlas*. Por ejemplo, algunos eran fenomenales resolviendo problemas mecánicos, de construcción o de conexión de circuitos eléctricos. Pero —y éste es el punto crítico— cuando tenían que dar instrucciones a *alguien* para que construyera lo mismo que ellos, cuando intentaban describir cómo funcionaba lo que habían construido y cosas así, sus descripciones, dibujos e incluso anotaciones se centraban en caracte-

rísticas muy distintas de las que nosotros consideraríamos importantes, o de las que se les enseña en la escuela. A veces, al pasar de la acción a la explicación y al revés, eran capaces de producirle una úlcera a más de uno, porque no comprendían cómo funcionaba una palanca, o porque *peso por distancia* no tenía ningún sentido para ellos. Y no sólo los estudiantes: también los maestros se sentían terriblemente incómodos y confundidos. Les intrigaba que un problema concreto les dejara confundidos a ellos y *no* a otros. Querían saber cómo remediarlo.

»Los maestros, como la mayoría de adultos, estaban acostumbrados a mantener una clara separación entre los conocimientos que necesitaban en la escuela y los que necesitaban en la vida diaria. Pero los momentos de confusión les ayudaban a reconocer y confrontar las incongruencias entre ambos modos de conocimiento: por una parte el conocimiento "manual", que funcionaba porque "se sentía", y por otra los significados implícitos en los formalismos aprendidos. Pero aprendieron a hacer preguntas que sondearan tales incongruencias, aunque ello les hiciera sentirse incómodos.

»Creo que para los maestros es *fundamental* chequear su propia comprensión de esos temas tan corrientes que todos enseñan. Se trata de intentar recordar qué ocurría *antes* de que ellos mismos los aprendiesen en la escuela. Es difícil, porque de la memoria se ha borrado el *no* conocimiento. No podemos imaginar lo que pasaba por nuestra mente cuando no sabíamos dividir fracciones. Incluso una maestra elemental tiene su modo de enseñar, y si no da resultado no tendrá recursos, porque *nunca ha pensado en lo que ya sabe*.

»Es de suma importancia descubrir y examinar lo que *sabemos*. No darlo por sentado, sino preguntárnoslo a nosotros mismos. Esto es tan importante como descubrir lo que *no sabemos*. En realidad, ambas cosas van unidas. Empezamos fijándonos en lo que sabemos. Por ejemplo, en la naturaleza de nuestro conocimiento de la suma. La pregunta podría ser: "¿Por qué 5 + 7 = 12?". Y si no nos andamos con cuidado, pronto llegaremos a algo como: "¿Qué es un número?".

»Los maestros miran lo que hacemos aquí y dicen: "Nosotros no podemos hacer esto". Mucha gente dice esto, pero *¡no es verdad!* Claro que se necesita tiempo, pero ¡pensemos en la recompensa! ¿Y cuáles son las alternativas? Sólo estamos aportando métodos».

De acuerdo con Bamberger, el maestro de escuela puede «todavía ser curioso, todavía aprender y todavía sentirse confuso». Una excelente vía de igual, si no mayor, importancia es la que Bamberger y sus colegas en-

contraron para explorar la interacción de la inteligencia-como-información (conocimientos basados en los libros y el lenguaje) y la inteligencia-como-acción. Tal como Bamberger describe su clase-taller, una pedagogía más antigua y «simple» fomentaba la interacción entre los modos adulto e infantil de ver y observar y la búsqueda continua de caminos que ayudaran a alumnos y maestros a clarificar la naturaleza de su propios conocimientos e incrementar sus habilidades, describiendo lo que sabían a las personas con las que trabajaban.

La experiencia y los logros de Bamberger en el «Laboratorio para hacer cosas» nos remite de nuevo a Kieran Egan. Recordemos que Egan insiste en que las instituciones educativas no pueden resolver la incompatibilidad inherente a los objetivos básicos de la práctica educativa contemporánea. Como medio de orillar este callejón sin salida, propone que los maestros modifiquen su modo de aproximación a los niños para conformarse a lo que es una secuencia y a la vez (desde su punto de vista) una *jerarquía* del desarrollo y de la función cognitiva. Concretamente, Egan cree que la historia evolutiva y cultural de la humanidad es como una plantilla gracias a la cual es posible diseñar y estimular el desarrollo cognitivo del niño. Los maestros, dice, pueden explotar en los niños lo que la cultura humana ha acumulado en forma de «tipos de conocimiento».

Egan cree que el desarrollo intelectual «requiere el conocimiento del papel que desempeñan los instrumentos intelectuales disponibles en la sociedad donde viven las personas». En orden ascendente, los instrumentos de comprensión que tiene toda sociedad son *somáticos, míticos, románticos, filosóficos* e *irónicos*. Estas diferentes herramientas implican el avance de la capacidad humana de pensamiento. Egan se apropia del modelo de Merlin Donald de cultura episódica a mimética a mítica y a teórica; en consecuencia, el recurso a una forma de comprensión más elevada no debe implicar el descarte de las formas inferiores.

> «Cuando aprendemos a leer y escribir no dejamos de ser usuarios del lenguaje oral. Asimismo, cuando nos hacemos usuarios del lenguaje oral no dejamos de lado la comunicación prelingüística. Con esto no quiero decir que la comprensión somática constituya una "naturaleza humana" común sino, simplemente, que también comprendemos el mundo de una manera exclusivamente humana que no es lingüística».[13]

Por mucho que, de adultos, confiemos en los instrumentos asociados al modo irónico de comprensión, seguimos manteniendo el contacto con

todas las formas de las que se deriva dicha comprensión. Estas formas de comprensión coexisten y continúan influyendo en el pensamiento y en el comportamiento. ¿Qué significa esto para los maestros? Cuando los niños van por primera vez a la escuela, ya utilizan instrumentos somáticos y tienen comprensión somática. Más adelante responden con mayor rapidez a los cuentos, lo que es prueba de comprensión mítica. En cuarto o quinto curso se sienten más atraídos por las descripciones románticas y son más capaces de utilizar instrumentos románticos de pensamiento:

> «Retener los grandes acontecimientos, conservar el recuerdo de lo más destacado, ha sido fundamental en la escritura de relatos románticos desde los tiempos de Herodoto... ¿Por qué para el niño de diez años el contenido de *El libro Guiness de los records* es mucho más atractivo que el típico libro de texto de matemáticas o geografía? Una respuesta podría ser que los hechos del *Guiness* son mucho más románticos: nos hablan de las maravillas del mundo, de experiencias extremas, de los límites de la realidad, de los logros más espectaculares, de las formas de vida más exóticas, de los acontecimientos más fascinantes».[14]

Pero volvamos ahora a mi propia experiencia. Muy gradualmente, a medida que avanzaba mi trabajo en este libro, he llegado a comprender que se estaba desarrollando un diálogo inesperado entre dos bloques de información aquí considerados. Las entrevistas personales me han permitido advertir que el trabajo que requiere cierta habilidad manual proporciona a sus usuarios los medios para, en palabras de Seymour Sarason, «imprimir un sello personal en ciertos aspectos del entorno». Desde el punto de vista científico, los descubrimientos procedentes de diversas fuentes apuntan a la evolución de la mano y de sus mecanismos de control como primeros motores de la organización de la arquitectura y la actividad cognitivas del ser humano.

El diálogo era un intercambio entre las experiencias de individuos que estaban aprendiendo y ciertas construcciones a gran escala de la ciencia cognitiva y comportamental. La descripción hecha por Serge Percelly sobre la práctica malabar es perfectamente aceptable y confirma los hallazgos de un grupo de investigación sobre el control motor del MIT. Las opiniones de George McLean sobre el control bimanual de herramientas, opiniones derivadas de la experiencia que tuvo que afrontar a raíz de la pérdida de cuatro dedos de su mano dominante, no son más que la confirmación de los resultados de un esforzado trabajo de laboratorio sobre las especializaciones hemisféricas para el control de las ma-

nos derecha e izquierda. Dorothy Taubman y Patrick O'Brien *deducen* principios de acción importantes de los músculos pequeños de la mano. Esto es un reto para los neurólogos, que consideran que los calambres de los músicos (y escritores) son consecuencia de una afección cerebral. Anton Bachleitner nota un importante cambio perceptual a medida que va mejorando su control de las marionetas y, sobre la base de esta experiencia, enseña a sus marionetistas a mirar a través de los ojos de sus muñecos.*

Naturalmente, este «diálogo entre bloques» que he descrito puede y debe tener un carácter bidireccional. Pero desde el gran mundo de la ciencia es muy difícil encontrar ejemplos que apoyen las pequeñas particularidades del aprendizaje individual. Es decir, *no parece que hayamos aprendido aún a aplicar sistemáticamente a los individuos lo que la biología nos enseña sobre la naturaleza del aprendizaje humano.*

Resulta que el «complejo mano-cerebro» del ser humano está asociado a la locomoción bípeda y a los cambios, comparativamente menores, producidos en la mano. Tal como muchos eminentes teóricos de la evolución han señalado (y yo he intentado dar a conocer en este libro desde diversas perspectivas) sería hacer una lectura muy sesgada de la doctrina evolutiva suponer que algún tipo de modificación estructural en la mano o el brazo diera el «toque final» a lo que anteriormente estaba incompleto, porque lo que había ya estaba completo: la mano del australopiteco no es una mano humana incompleta o imperfecta. Es, en su naturaleza, una mano perfectamente completa. Sería igualmente erróneo pensar que, una vez dotado de algún tipo de circuitería interna necesaria para permitir el lenguaje, el cerebro primate «completó» su transformación en el cerebro perfecto para el despliegue de las potencialidades comportamentales humanas.

Lo que sí podemos afirmar cautamente es que, bajo las influencias a las que estuvo expuesta hace unos dos millones de años, esta mano, con un potencial de agarre modificado, pudo muy bien formar parte de una estrategia de supervivencia sin precedentes, única y exitosa para al menos algunos de los homínidos que llegaron a poseerla como legado genético. Parece que esta mano apareció en los homínidos en uno de esos raros momentos propicios. Y la suerte de aquellos seres continuó mejorando a medida que el «complejo mano-cerebro» iba evolucionando. Nuestros antepasados remotos, ayudados en gran medida por un uso inventivo de las herramientas y por la explotación de la gestualidad como

* Tendrá que esperar la réplica de la ciencia cognitiva, que no tiene ni instrumentos ni teorías para explorar este fenómeno.

medio de representación simbólica, instrucción y comunicación, convirtieron una azarosa vida nómada en una migración global. La dispersión mundial de *Homo erectus* y la coevolución de mano y cerebro propiciaron la evolución del moderno *Homo sapiens* y lo que llamamos inteligencia humana.

Robin Dunbar ha sugerido que el neocórtex humano se amplió para permitir no sólo el uso de herramientas, sino también las demandas de una complejidad social cada vez mayor dentro de los grupos de homínidos: el lenguaje (el parloteo) vino a sustituir el acicalamiento manual al que siempre habían recurrido los primates para establecer y mantener vínculos esenciales. Merlin Donald asocia la expansión de la conciencia homínida más allá del tiempo y el lugar inmediatos con la manufactura y el uso de herramientas y la propagación de información obtenida de la experiencia a través de la *mimesis*, un nuevo comportamiento visuomotor de uso tanto intencional como representacional. Según Donald, la evolución produjo modificaciones del aparato vocal y el neocortex para permitir el habla y el lenguaje, cambios que a su vez permitieron una expansión rápida del dominio cognitivo del comportamiento durante la transición de *H. erectus* a *H. sapiens* hace entre 100.000 y 200.000 años.

Henry Plotkin, que ha estudiado este mismo proceso desde una perspectiva estrictamente darwiniana, afirma que cualquier estrategia de supervivencia humana destinada al éxito hubiera necesitado dos clases de «dispositivos» o estrategias que funcionaran en paralelo. La más estable y conservadora, que él llama heurística primaria, comprende la totalidad de los rasgos físicos y comportamentales que distinguen a *H. sapiens*. Considerados en conjunto, estos rasgos constituyen el «equipo básico» de supervivencia de los seres humanos durante la transición de la infancia a la madurez.

Debido a que el entorno en el que se produce la maduración puede cambiar imprevisiblemente entre el nacimiento y la madurez sexual, nuestro programa genético también tiene en cuenta la *heurística secundaria:* nuevas conductas o estrategias adaptativas inventadas para hacer frente a exigencias impredecibles del entorno del individuo. La relativa importancia de la heurística secundaria en cualquier especie dependerá de las posibilidades de exposición a nuevas amenazas u oportunidades. Para los tiburones este riesgo no es muy grande, pero para los homínidos, que estaban desarrollando un cuerpo experimental en un entorno altamente hostil, era extraordinariamente elevado. Así, tanto para los australopitecos como para *Homo*, la cuestión de la incertidumbre del futuro nunca fue algo remoto o abstracto. Por el contrario, en sus vidas fueron siempre una circunstancia dominante. Los homínidos venían al mundo

obligados a aprender y a cambiar, pero estaban especialmente equipados para hacerlo.

La construcción heurística tiene al menos dos consecuencias importantes para quienes están implicados en la teoría y la práctica educativas. En primer lugar, invita a observar que el complejo mano-cerebro nos brinda una serie de viejas y nuevas habilidades que podemos dominar (o inventar) y la libertad de salir al encuentro de las exigencias, predecibles o no, que impone la vida.* En segundo lugar, y no menos importante, esta construcción expone la artificialidad de todas las dicotomías clásicas mente-cuerpo. El conocimiento de la física de la luz y del vuelo de los pájaros se refleja en la óptica de la lente humana y la fotosensibilidad de la retina, en los músculos que mueven el ojo, en ciertas neuronas del sistema visual que responden a una orientación o dirección concreta de la luz que incide en la retina, y también en los reflejos orientadores del cuerpo que hacen que cabeza y ojos apunten de manera rápida y precisa a objetos que se aproximan desde la distancia. La vieja separación mente-cuerpo tampoco resiste un escrutinio riguroso cuando se consideran las formas más complejas del comportamiento de raíz cultural. Los logros de alto nivel en habilidades puramente «físicas» como el malabarismo y las competiciones atléticas dependen del conocimiento tanto de procedimiento como declarativo, y su desarrollo sigue la misma trayectoria que la que conduce a los grandes matemáticos, escultores e investigadores científicos. El mensaje claro de la biología para los educadores es éste: las técnicas más eficaces para cultivar la inteligencia tienden a la unidad, no al divorcio, de mente y cuerpo.

La biología también ofrece una lección importantísima a los filósofos de la educación y los diseñadores de programas educativos. Continuará habiendo individuos cuyas realizaciones asombrarán a los expertos porque demostrarán ser útiles o decisivamente importantes, a pesar de todas las predicciones de signo contrario. No podemos ni anticipar del todo nuestras futuras necesidades (lo que podríamos considerar como talento o genio) ni orquestar para nosotros mismos una estrategia de supervivencia. Podemos, queremos y *deberíamos* hacer ambas cosas lo mejor posible, pero sabiendo que nunca venceremos a la evolución en el juego que nos creó. En consecuencia, debemos prever que alguno de nosotros puede oír una llamada diferente y sentir el impulso de seguirla.

* Por ejemplo, recurriendo a un antiguo rasgo de los primates, el reflejo de asimiento, David Hall improvisó una solución para conseguir una meta educativa nada banal: ayudar a muchachos de ciudad a conseguir mayor autoconfianza, para lo cual los enfrentaba a los retos físicos y emocionales que plantean deportes como la espeleología y la escalada.

Cada vez más, el trabajo de quienes se dedican a esclarecer los orígenes humanos ofrece indicios muy claros de que, desde el principio, la mano homínida y su creciente repertorio de movimientos formaban parte de lo que estaba ocurriendo en la evolución del comportamiento, la cultura y el conocimiento. Sin embargo, lo que parece más probable (y así lo cree firmemente Sherwood Washburn) es que el cerebro elevara la destreza de la mano a medida que la mano iba inscribiendo en el cerebro sus incipientes complejidades sensoriales y motoras, y sus nuevas posibilidades (todo esto mientras los árboles estaban..., mientras los glaciares estaban..., mientras otros predadores estaban..., etcétera, etcétera). Nosotros, beneficiarios de este proceso inabarcablemente largo, llegamos con un «conocimiento» selectivo, pero profundamente arraigado y ampliamente distribuido, de nuestro propio pasado, y bien aprestados para adaptarnos a un futuro que, posiblemente, no podemos predecir. Llegamos, pues, con nuestra propia heurística secundaria: «curiosidad intrínseca», respuestas a los contextos humanos y materiales en los que nacemos, manos y cerebro como ningún otro ser en el planeta, y capacidad para confiar en nuestros propios instintos, habilidades y juicios.

En su tratado señero sobre la mano, Sir Charles Bell observaba que «casi no debe sorprendernos que algunos filósofos pudieran, con Anaxágoras, creer que la superioridad del hombre se debe a su mano».* Bell, ofendido por lo que juzgó una estima excesiva por un mero apéndice corporal, creía que esta mano se le había *concedido* al hombre «porque era la más sabia de las criaturas». Y razonaba: el perfecto encaje de la estructura de la mano a la inteligencia pone de manifiesto —y prueba— el propósito de Dios: asignar al hombre un papel dominante en el mundo biológico.[15]

La inteligencia, la capacidad de dar respuestas innovadoras al mundo (una heurística secundaria y principal objetivo de los esfuerzos de la educación formal) es también un aspecto de todo el organismo. Como decíamos en el capítulo 7 («El pulgar de veinticuatro quilates»), el anatomista Frederick Wood Jones se alejó del discurso de Bell al asegurar que era «todo el mecanismo nervioso» el que daba a la mano sus movimientos y al hombre su superioridad. Los modernos darwinistas de la escuela de Dawkins y Dennet dieron el golpe de gracia a la idea ingenua de Bell al subrayar que la evolución es imparcial y ciega. Sus efectos habían demostrado ser tan particularmente ventajosos para nosotros que hemos creído ser producto de un designio único.

* Anaxágoras (n. 500 a.C.) enseñó filosofía y ciencia en Atenas hasta que vio hundirse su credibilidad por haber afirmado que el Sol y la Luna no eran dioses, sino piedras que circunvalaban la Tierra.

Pero no debemos tirar el agua de la bañera con el bebé dentro. Si la moderna teoría de la evolución nos impide estar de acuerdo con Sir Charles Bell en que la mano humana evidencia un designio, la antropología y la ciencia cognitiva replican que esta mano *evoca* un designio. Cuanto más se piensa, más parece que el revolucionario matrimonio mano-cerebro debe considerarse uno de los temas definitorios y unificadores de la paleoantropología, la psicología tanto cognitiva como evolutiva, y la neurociencia del comportamiento. Bell encontró la mina de diamantes, pero se equivocó en lo referente a su origen.

Creo que ahora tenemos buenas razones para escuchar a Anaxágoras, Sir Charles Bell, John Napier, Raoul Tubiana, Mary Merzke, Jeanne Bamberger, Henry Plotkin, Harlan Lane y muchos otros, y aprender de todos ellos. Su mensaje colectivo, como lo expresó de la manera más elocuente Robertson Davies, nos dice que tan seguro es que la mano habla al cerebro como que el cerebro habla a la mano. El movimiento autogenerado es la base del pensamiento y de la acción voluntaria, un mecanismo oculto gracias al cual existen las coordenadas físicas y psicológicas del ser. En los seres humanos, la mano tiene una función y un estatuto muy especiales en cuanto a la organización del movimiento y la evolución del conocimiento.[16]

Seymour Sarason, en su exploración del significado de la creatividad, ha sacado a la luz un vínculo crucial entre la mano y la acción inteligente. El impulso creativo, profundamente personal, es un elemento fundamental, el centro de todo aprendizaje. Exige reunir información, explorar y probar ideas, y tomar decisiones para poder avanzar hacia metas que uno juzga valiosas. Tal como el mismo Sarason dice, si este proceso tiene éxito, el producto final llevará estampada una firma. El «trabajo creativo» puede ser una caja, una pintura, el motor de un bólido, un poema, una palmada en la espalda, una sonrisa en el rostro del paciente internado en una clínica, un triángulo dibujado en un trozo de papel, una herradura... No hay objeto ni acción que quede automáticamente excluido.[17]

Los actos creativos surgen también del impulso de alterar un estado interior o de comunicar algo a los demás capaz de alterar *su* estado interior. Es absurdo imaginar que podemos permanecer al margen de esta iniciativa y juzgar su éxito o su fracaso. Sólo mediante la actividad creativa puede el individuo definir su propio conocimiento del mundo y el lugar que ocupa en él, y todos los que desean hacerlo *pueden* hacerlo. Sólo una curiosidad innata paralizada o un aislamiento miserable pueden sofocar la creatividad. Jon-Roar Bjørkvold fue el primero que atrajo mi atención sobre el libro de Johan Huizinga, *Homo Ludens*, que él cita en

The Muse Within.[18] No lo he leído, pero sí he estado en casa de Bjørkvol, en Oslo, y he escuchado la *jazz band* familiar. Tocan para divertirse. *Ludens* significa «juguetón», y es evidente que el espíritu de juego, de gozo o de experimentación y exploración curiosas llega hasta nosotros, como la mano misma, como un poderoso organizador del aprendizaje y del crecimiento. Deberíamos pensar en explotar más nuestro lado lúdico.

Una de las observaciones de Kieran Egan me impresionó especialmente, porque la considero digna de ser más destacada y explorada. Parece ser que hay algo muy especial en el potencial del niño hacia los diez años para que se produzca en él un despertar «romántico». Es la edad ideal para el aprendizaje, para establecer una relación adulto-niño especialísima, generalmente fuera de la familia inmediata, que hace que la imaginación del pequeño se asocie a unos objetivos maduros y a un mentor cuya atención hacia el niño y hacia su actividad puede tener unas consecuencias enormes y diversas.

En muchas de las entrevistas que he tenido, quedé sorprendido por la coherencia con que algunas personas pueden recordar cómo descubrieron una fuerte afinidad por una determinada habilidad (o por alguien que la poseía) a veces en una edad tan temprana como los siete años. Parece que es una edad muy precoz para decidir una carrera; pero ¿por qué a los siete años un niño *no* puede ser capaz de percibir sus nacientes dotes? David Hall no era mucho mayor cuando el bibliotecario de la escuela observó que tenía «unos brazos como Popeye». Casi *todos* los niños que demuestran su talento «a largo plazo» inician con éxito una serie de aprendizajes profesionales antes de entrar en la adolescencia. Es el caso de Anton Bachleitner cuando vio el primer espectáculo de marionetas, el de Serge Percelly fascinado por el malabarismo, el de Jack Schafer oyendo su primer gran motor, el de Robert Albo aprendiendo su primer truco de magia, o el de Pat O'Brien tocando su primer instrumento musical.

Richard Moore es herrero en Red Bluff, California.* El taller fue fundado por su abuelo. Antes de empezar sus estudios secundarios, Richard había estado trabajando con soldadores muy veteranos. Me explicó su primera visita, siendo niño, al taller de su padre. Tenía por entonces diez años:

> «Fui allí. Ed Derby me quería mucho, y amablemente, bajo sus alas protectoras, me lo enseñó todo. Desde los trece años trabajé con él codo con codo. Me ofreció hacer un proyecto y recuerdo que me lo hizo tirar porque no era lo bastante bueno: "Hazlo de nuevo, ¿eh?".

* Él y Jack Schafer habían sido amigos desde la infancia.

»Una vez se metió conmigo y me sacó tanto de mis casillas que le dejé plantado. Me marché. Fui a casa y pensé en lo que había ocurrido. Al día siguiente volví. Nunca lo he olvidado. Le dije: "¡Vale!". No recuerdo de qué trabajo se trataba, pero lo hice de nuevo. Él se me acercó y me felicitó. "¡Caray! ¿Ves como *puedes* hacerlo?". Lo que yo sabía, podía hacerlo. Pero ya se sabe cómo son los muchachos. Son jóvenes... Pensé que estaba bien hecho, pero a él no le valía...».

Cuando ingresó en el instituto (a los catorce años) y asistió a clase de mecánica agrícola, Richard ya tenía una experiencia considerable en maquinaria.

«El profesor intentaba ayudar a aquellos dos chicos. Intentaban hacer un orificio de media pulgada y estuvieron taladrando aquello durante veinte minutos. Entonces él tomó la broca y la afiló; pero no cortaba. Yo le estuve observando y al final le dije: "¡Eh! ¿Quieres que te afile esta broca?". De todos modos, el profesor estaba loco, así que dijo: "Vale. Si crees que puedes hacerlo mejor...". Cogí la broca, la afilé y taladró perfectamente. Así ocurrió. Pero es que él no le había aplicado el ángulo correcto. El filo de corte estaba más alto que la punta de la broca y por eso cabalgaba.

»Allí había una antigua fragua, pero no sabían nada de fraguas, así que les enseñé cómo encenderla y hacer coque. Después, durante los tres años siguientes, fui capataz de taller».

La hija de Richard, Jill, trabaja desde hace tiempo en la herrería, aunque a algunos hombres todavía les molesta una mujer soldadora.

«Mi hija Jill siempre ha sido muy trabajadora, y en verano bajaba al taller. Iba con su bata y su peto, su cola de caballo y su gorra. Nos tenía a todos chiflados. Creo que tenía unos doce o trece años cuando un muchacho de Lindy, fabricante de soldadoras, llegó por aquí. Llevaba una hermosa máquina para hacer demostraciones. Después de que todos los de la herrería la probáramos, me preguntó. "¿Qué cree usted?". Le dije: "Tengo otra persona que quiere probarla". "¿Quién es?", volvió a preguntar. Yo grité: "¡Jill! ¡Ven acá!".

»Y vino. El muchacho me *miró* amablemente, y yo le dije a Jill: "Prueba esta soldadora y dime si te gusta". Ella la tomó y empezó a soldar. Yo le pregunté su opinión. "Pues va muy bien, pero no es tan buena como la Mig". La Mig era la soldadora que por entonces te-

níamos. Aquel muchacho estuvo a punto de desplomarse. Pero es que ella podía hacer una ensambladura tan bien como un par de chicos que entonces trabajaban para mí. Ahora es soldadora titulada. Pero no hay muchas chicas que hagan este trabajo».

Todos nosotros empezamos a vivir con nuestros padres como primeros maestros, aprendiendo de ellos el manejo de los juguetes, el lenguaje, la música y el trato con otros niños y adultos. Percibimos los cambios que se producen en nosotros a través de incontables interacciones, formales e informales, con otras personas con las que mantenemos contacto: maestros, familiares, amigos y rivales. Cuando empezamos a madurar y nos fijamos como meta nuestra independencia, intentamos encajar en algún arquetipo ejemplar, y al emular a esa persona (o sus principios u obras) nos encaminamos hacia una vida de trabajo productivo, de camaradería y, cómo no, de recompensas. Como dice Kieran Egan, la socialización que la educación formal tan esforzadamente procura inculcar va incorporándose a este proceso a medida que manejamos y dominamos las herramientas (manuales y cognitivas) que se nos ofrecen a través de los contactos que mantenemos con todos cuantos nos rodean.

No debe sorprendernos que el aprendizaje sea tan difícil de controlar y tan fácil de orientar y de desorientar. Es cerebro, y mano, y ojo, y oído, y piel, y corazón; es el individuo solo y el individuo en comunidad; es general y específico, grande y pequeño. La interacción de cerebro y mano, y su colaboración creciente a lo largo de toda una vida de relaciones sucesivas con toda clase de actividades (música, construcción, juego, excursionismo, cocina, malabarismo, equitación, arte) no sólo significa, sino que también *prueba* que lo que nosotros llamamos aprendizaje es el misterio quintaesencial de la vida humana. Exige energía, pero produce más de la que consume. Es enigmático y enzimático. Marca la fusión de lo que en nosotros es físico, cognitivo, emocional y espiritual. Aprender es la herramienta principal que «entrena» la compulsión de nuestra especie para sobrevivir en tanto que individuos y en tanto que comunidad.[19]

Deseo y capacidad de aprender están presentes en todos nosotros, y es difícil, aunque no imposible, que se extingan. Ambos crecen, toman forma y se refuerzan continua y mutuamente por la acción de muchas manos (las que vemos y las que no vemos) que nos tocan, nos mueven, nos guían, nos retan y nos protegen a lo largo de toda nuestra vida. El deseo de aprender va reconfigurándose constantemente a medida que cerebro y mano se revitalizan mutuamente, mientras la capacidad de aprender aumenta no menos constantemente a medida que moldeamos nuestro laboratorio personal «para hacer cosas».

No puedo pensar en una manera mejor de concluir este capítulo, y el libro, que con una cita de Tim Ingold, un antropólogo social de la Universidad de Manchester que evidentemente comparte mi insatisfacción por la concepción *cefalocéntrica* de la inteligencia:

> «El pensamiento occidental, cuya tendencia a construir dicotomías es una de las características que mejor lo definen, hace una distinción entre intelecto (como propiedad de la mente) y comportamiento (como ejecución corporal). Naturalmente, podemos decir que es "inteligente" un animal cuyos actos ponen de manifiesto cierta sensibilidad y capacidad de respuesta a los matices de su relación con los componentes de su entorno. Pero otra cosa muy distinta es atribuir esta cualidad a un dispositivo cognitivo, una "inteligencia" interior al animal y que, desde ese sitio privilegiado, procesa los datos de la percepción y tira de las cuerdas de la acción... La cognición es una realización de *todo el animal*, no de un mecanismo interior a él y al que sirve de vehículo. Por consiguiente, no hay nada semejante a una "inteligencia" fuera del propio animal, como tampoco hay ninguna evolución de la inteligencia que no sea la evolución de los animales con sus propias facultades de percepción y acción».[20]

Una apreciación más fina de estos hechos por parte de padres y maestros podría orientar el aprendizaje formal y el «aprendizaje vital» autodirigido hacia una relación más sólida de refuerzo mutuo. Puede que la táctica más eficaz para los padres y maestros que confían avivar la curiosidad del niño e intentan predisponerle a aprender consista, simplemente, en concentrarse en las manos.

Epílogo

Este epílogo a *La mano* es como un corto vals, o quizás una polca, alrededor del salón, con varias reflexiones que tiendo a ver como una evidencia de la naturaleza inherentemente inquieta de las ideas expuestas en este libro. Creo que es muy frecuente que un libro acabado persiga a su autor con una nueva lista de preguntas no contestadas. Ahora me interrogo acerca de la obligación de dar respuesta a algunas preguntas que se han planteado y han quedado sin contestar.

En su último libro, el eminente biólogo Ernst Mayr destaca que la ciencia biológica es más descriptiva que explicativa, y que no puede esperarse que emule los procedimientos o las respuestas asociados al mundo de la física.[1] Mientras que el deseo irreprimible de la ciencia de acceder a las causas primeras (de explicarlo todo sobre la base de las leyes fundamentales de la naturaleza) tiene pleno sentido en el mundo impersonal de la física, esta ambición suele verse frustrada cuando se extrapola al mundo de las neurociencias y las ciencias cognitivas. Cuando alguien declara que «la ciencia del cerebro dice que debemos hacer *a, b* o *c* para conseguir *x, y* o *z*», lo más sensato es mostrarse escéptico.

La psicología colegiada ha vuelto la nariz hacia la «psicología *pop*» en cuanto a la cuestión de la autorrealización y, en particular, ha pasado enteramente por alto los impulsos extemadamente poderosos que motivan al ser humano a trabajar. Ciertamente, para muchas personas el trabajo es fuente de experiencias muy positivas, en cuyo caso puede aglomerar esfuerzos y cambios personales duraderos. Al ignorar hasta qué punto pueden llegar a implicarse las personas en su trabajo, me parece que los formalismos psicológicos han demostrado una falta de imaginación y de perspectiva colosales.

La verdad es que la vida laboral proporciona algunas de las experiencias y relaciones más apasionantes que puede ofrecernos la vida. Es más, en las primeras etapas de la existencia, el aprendizaje de un trabajo puede configurar un microcosmos que comprende casi todos los principios de afirmación de la vida humana, un invernadero que custodiará la

solución de las luchas existenciales de la adolescencia y la primera juventud. ¿Qué soy? ¿Qué debo hacer?

La estandarización de la educación ofrecida por tantas escuelas suele fracasar cuando se trata de dar respuestas a las necesidades individuales. La mejor manera de comprobar esto es pasar algún tiempo con alguien cuya ambición y originalidad tengan poco que ver con la educación formal. Sólo así sabremos lo mucho que están motivadas las personas, y qué abiertas y productivas se vuelven cuando se dan cuenta de lo que realmente quieren. Cuando la vida les ofrece de repente la primera taza de *su* té y se oyen a sí mismas decir «sí, muchas gracias», es el delirio. ¿Por qué la psicología laboral formal no es más que un manual de manipulación para empleadores? ¿Por qué padres, médicos y todos nosotros no *exigimos* que la educación proceda a partir de la combustión espontánea, indicada por la explosión de preguntas del niño sobre algo que ha atraído su interés?

¿Tenemos habilidades y aptitudes específicas para el trabajo? Y si es así, ¿cómo podemos identificarlas? Durante la preparación de este libro entrevisté a David Ransom, de la Fundación Johnson O'Connor de San Francisco, y a Richard Unger, fundador del Instituto Internacional de Análisis Manual de Sausalito. David preside las pruebas de aptitud que se realizan en el «laboratorio de ingeniería humana», y Richard lee la palma de la mano, es un moderno y provocativo quiromántico. Yo mismo me convertí en conejillo de indias de ambos, y acabé intrigado por las palabras de David (yo tenía «ideaforia») y desmoronado por las de Richard (el «objetivo de mi vida» es ver que algo en lo que creo, y que tiene que ver con la creatividad de otras personas, se realizará).

Al hablar con David Ransom, supe que las puntuaciones obtenidas en las pruebas de aptitud por los sujetos son muy estables. Muchos de los clientes de Johnson O'Connor hicieron su primer test más o menos en edad escolar. Cuando tuvieron que someterse de nuevo a un test, a veces muchos años después, su rendimiento era el mismo que en el primero. No hay manera de prepararse para estas pruebas, enfocadas estrictamente en lo que se consideran correlatos biológicos del éxito profesional (destreza, oído, visión, etcétera, además de orientaciones cognitivas y psicológicas específicas). Éstos fueron los principios que movieron a Johnson O'Connor a establecer pruebas de aptitud en primera instancia. Deseaba poder contratar inmigrantes de habla no inglesa y colocarlos en empleos idóneos. Su libro *Born That Way* quizá no ha caído muy bien entre los psicólogos industriales «sofisticados», pero por mi parte no pude hallar ni en el test ni en sus conclusiones nada que fuera más allá

de lo dicho por Ransom: un conjunto relativamente sencillo de reacciones y habilidades cuyo «perfil» puede utilizarse para conocer la respuesta física, cognitiva y psicológica de las personas a ciertas demandas y circunstancias especiales comunes a la mayoría de trabajos.[2]

El trabajo de Richard Unger es un gran enigma. Yo nunca había conocido a un quiromántico. Ciertamente, no esperaba que lo que iba a decirme me dejaría KO en mi silla.

«Todo par de manos tiene un conjunto de huellas digitales que no se modifican desde los cinco meses anteriores al nacimiento. Mirar las huellas digitales de una persona es (usando una analogía que me gusta) como mirar una bellota y poder decir el tipo de roble que la da. Cuando las personas hacen por convertirse en el tipo de roble posible para ellas, les digo que están persiguiendo la meta de su vida; y si uno camina hacia la meta de su vida, la vida es buena.

»Pero en la vida hay muchos accidentes y circunstancias (incluso el temor de realizar nuestra meta vital) que nos salen al paso. Dedicarnos a lo nuestro es espantoso, porque un fracaso sería *realmente* un fracaso. Sin embargo, estos fracasos son siempre específicos de un camino vital concreto. Si quieres ser escritor, te enfrentas al reto de ser escritor. Si quieres ser filósofo o policía, te enfrentarás a otro tipo de retos. El hecho de que los retos sean indisociables de las metas es lo que les da significado. Siguen inspirando miedo, pero podemos enfrentarnos a las frustaciones porque nuestro interés en llegar a la meta es muy fuerte. Si nos hemos propuesto escalar el Everest, podemos esperar que durante la ascensión pasemos frío. No obstante, *asumimos* el frío porque forma parte de nuestra batalla particular. Son las batallas que *no* pertenecen a nuestra naturaleza esencial las que nos desquician. Aun *ganándolas* y pasando por todo lo que suponen, al final no nos recompensarán con un inmenso ¡ah! ni nada con que apagar la sed.

»Desde el punto de vista de un quiromántico, hay dos psicologías marcadas en las manos de cada persona. Hay una personalidad que es una combinación de comportamientos aprendidos, talentos innatos y cosas así. La personalidad incluye modelos de comportamiento en las relaciones y ciertas clases de comportamientos repetibles que se refieren a la estructura de la personalidad y que pueden predecirse.

»Hay también las huellas digitales, que reflejan un aspecto inalterable de cada individuo, y que llevamos desde antes de nacer. Es como la impronta del alma, algo que nos llega del patrimonio gené-

tico. El patrimonio genético seleccionó a unos para ser sanadores, a otros para ser líderes, etcétera».[3]

Pedí a Richard que me hablara un poco sobre la historia de la quiromancia.

«Viene de muy antiguo; de hecho, es anterior a la historia escrita. Aristóteles se refirió a ella como "la más antigua de las artes". Recuerdo esta cita: "Te dice quién eres y qué vicios contraerás". Supuestamente, la quiromancia procede de la India. Los griegos la tomaron de allí y, hasta donde sabemos, su práctica se remonta a entre cuatro y diez mil años atrás.

»Utiliza la misma nomenclatura que la astrología. Hay zonas de Venus, de Marte y de Júpiter. Nadie sabe quién la introdujo en la India hace cinco mil años, pero es evidente que *alguien* lo hizo. Hay noticias de algunos fragmentos de madera con las primeras reglas escritas de la quiromancia que se guardan en algún lugar de la India y tienen nada menos que diez mil años de antigüedad. Pero no se permite a nadie verlas, así que nadie sabe qué hay de cierto en esto.

»Pero lo que sí sabemos es que las primeras referencias escritas ya hablan de la quiromancia como algo antiguo. Se supone que Julio César había leído las manos, lo mismo que Alejandro Magno. En realidad, la historia de la quiromancia, más que la de un movimiento organizado, es en gran medida la historia de los *individuos* que leen las manos. En alguna parte he leído que el tercer libro que Gutenberg imprimió era uno sobre quiromancia».

Richard bromea sobre casi todo, pero él no es ninguna broma. En los años que precedieron a nuestro primer encuentro tuve muchas ocasiones de observarle y de aprender de él. Me di cuenta de que su trabajo difiere radicalmente de lo que suele esperarse de los practicantes de este antiquísimo arte. Richard no reniega totalmente de la tradición: gran parte de su trabajo deriva de las enseñanzas clásicas y de su venerable nomenclatura. El pulgar está relacionado con la obstinación, la disciplina y la tendencia a manifestar el propio potencial. El índice se llama Júpiter (algunas veces Zeus) y se asocia al liderazgo y el afán de influir en los demás; el dedo medio, Saturno, se asocia a la tendencia a perseguir o imponer el orden o, simplemente, a prestar atención a los pequeños detalles; el anular, Apolo, se asocia a las tendencias artísticas y creativas y a los personajes públicos; finalmente, el meñique, Mercurio, se asocia al juicio, la calidad y el carácter de la comunicación interna y, hasta cierto punto, la

habilidad negociadora. Richard se atiene a este esquema, junto con las clásicas líneas de la cabeza, el corazón y la vida, aparte de otras marcas asociadas a «dones» especiales.

Pero ha añadido a la quiromancia algo original, provocativo desde el punto de vista teórico y (ahora ya no me sorprende tanto como al principio) considerablemente útil como terapia en un número significativo de pacientes cuyas molestias tienen un notable componente psicológico o se relacionan con el estrés. Basándose en un sistema claro y reproducible para evaluar las huellas dactilares, complementado con una evaluación más convencional y la interpretación de otras características del aspecto y las marcas de las manos, Richard hace un informe que debería ser bien conocido por todos los que alguna vez han consultado (personal o profesionalmente) a psicólogos profesionales. Además, como para dar a conocer sus conclusiones le basta el examen de una huella impresa de la mano y una visita personal, el riesgo de una invención deliberada o intencionada es realmente muy pequeño.

Algunos años después de nuestro primer encuentro, cuando ya le tenía como consultor en una de mis clínicas, asistí a uno de los cursos anuales que él imparte en su instituto. El curso es comparable a uno de radiología en una escuela de medicina. La diferencia es que trabajábamos con cantidades ingentes de huellas digitales preparadas y presentadas según una teoría muy sofisticada de la psicodinámica relacional y del desarrollo. Lo que Richard no podía ofrecer —y no lo hizo— era una teoría sobre *por qué* funciona su sistema. «Sois vosotros, muchachos, quienes deberéis descubrirla.»

Richard es gregario, serio, curioso, agudo, muy inteligente, nada figurón, y tan honesto como el que más. Las implicaciones de su habilidad y las preguntas que suscita llegan a darme vértigo. Me ha hecho una advertencia: presiono demasiado a las personas para que cambien aquello que yo creo necesario cambiar. Lo admito. Intento, a mi modo un tanto extravagante, explicar por qué nunca sabremos cómo trabaja el cerebro y por qué esto no debe preocuparnos. Lo que sí importa es comprender que sólo uno mismo puede llegar a saber para qué sirve. Lo mismo vale para nuestros hijos. No tenemos manera de saber qué es lo mejor para ellos. Sólo ellos mismos podrán descubrir ese secreto, y lo harán a la menor oportunidad. Las personas podrán descubrirlo o no, y que lo hagan o no a su debido tiempo depende en gran medida del grado de apoyo que la sociedad preste a cada elección individual y a la amplitud de las respuestas que ofrezca, desde el principio hasta el final, en materia de educación.

Procuraré ahora ilustrar las dificultades que entraña la comprensión del comportamiento basada en una ciencia fisiológica del cerebro. El

ejemplo refleja mi creencia de que por este camino, y con igual facilidad, es posible explicar la política.

El 17 de noviembre de 1993 era el día en que el Congreso norteamericano votaba el Acuerdo Norteamericano de Libre Comercio (NAFTA). La aprobación sería por mayoría simple, y los congresistas tenían que votar sí o no. Nada puede ser más sencillo. Pero imaginemos que, antes del 17 de noviembre, el presidente de Estados Unidos planeaba telefonear al presidente de México y al primer ministro de Canadá tan pronto conociera el resultado de la votación, y que justo antes del día de la votación había sabido que dos congresistas estaban indecisos, preocupados por los riesgos políticos de su voto. Uno de ellos era considerado por los asesores del presidente como un «posible sí» y el otro como un «posible no». Naturalmente, el equipo del presidente estuvo toda la noche intentando apuntalar la débil convicción del primero y convertir al segundo. Deseoso de poder comunicar buenas noticias a sus colegas mejicano y canadiense tan pronto tuviera la certeza de estos votos, Bill Clinton dispuso una línea telefónica especial con cada uno de los congresistas dubitativos. Un hombre de confianza del presidente destinado a vigilar al congresista del «posible sí» llamaría por la línea 1 en cuanto el voto fuera firme, y otro asignado al congresista «posible no» llamaría por la línea 2 si su hombre cambiaba de opinión y decidía votar «sí». Así, si sonaba un primer teléfono el presidente podría disponerse a su vez a hacer la llamada prevista en cuanto sonara el segundo teléfono. Si no sonaba ningún teléfono, el presidente podría dejar que los medios de comunicación difundieran la mala noticia a todo el mundo.

La larga cadena de preliminares no acabó con los que ejercieron el voto. Todas las personas que mandaron mensajes a algún congresista habían pasado por un proceso similar, sopesando las alternativas, considerando los argumentos, intentando imaginar los costes y beneficios potenciales para sus propias vidas, y pensando en *sus* amigos, colaboradores, familiares, etcétera. Ciertamente, es un ejercicio apabullante intentar siquiera imaginar todo lo que precedió al gran acontecimiento del 17 de noviembre.

Esto nos lleva a considerar nuestras limitaciones. El presidente, metafóricamente hablando, es sólo una neurona entre millones de células similares que tienen la facultad de activar una fibra muscular localizada en algún lugar del cuerpo. La decisión más simple de una neurona (¿enviará una única neurona del córtex motor un mensaje a otras neuronas situadas a mucha distancia al norte o al sur?) casi siempre tiene una historia anterior tan compleja como la del ejemplo del NAFTA.

El cerebro representa el principio natural de que la función emerge de sinergias obligadas, recurrentes y finitas. Hay un hemisferio izquierdo

y un hemisferio derecho, nervios sensoriales y nervios motores. Cada uno funciona de manera independiente, y en paralelo implican la existencia de un canal de información longitudinal/transversal/interno. Cuando interacciona con otro canal (otra neurona, otro nervio, otro núcleo, otro hemisferio, otra persona, etcétera) la continuación de la relación depende tanto del resultado inmediato como de efectos distantes no anticipables en detalle. Muchas de estas relaciones pueden existir de manera simultánea y no exclusiva, y pueden ser sinérgicas, neutrales o antagónicas. Yo también soy así. Soy al mismo tiempo padre, marido, médico, productor de residuos tóxicos, usuario de taxis, demócrata que a veces vota republicano, un blanco que ama el blues, un ateo espiritual, una persona honesta que desde luego no ostenta el récord de decir la verdad...

El cerebro tiene millares y millares de entidades funcionales simultáneas integradas en otras entidades que se organizan en redes neuronales que constituyen estructuras coordinativas: pasado, presente y futuro. El cerebro da lugar a preocupaciones acerca del tiempo, de los enemigos y amigos, así como necesidades urgentes e incontrolables de oxígeno, café, ginebra, amor, felicidad y atención. Su anatomía y fisiología permiten la confusión y la coherencia, la continuidad y el cambio. El cerebro se muestra aún más complicado de lo que pensábamos cuando constatamos que opera tanto secuencial como simultáneamente (funciones que asignamos, respectivamente, al hemisferio «dominante» y al «no dominante»). Pero el cerebro también se demuestra especialmente dotado para lo que ahora se conoce como «intermatemáticas», un conjunto de técnicas de representación de conjuntos complejos y masivos de datos minúsculos que fluyen constantemente. Tal como explica el informático James Baily, necesitamos las intermatemáticas para predecir el tiempo meteorológico o comprender por qué *no fue* en realidad el iceberg lo que hundió el *Titanic:*

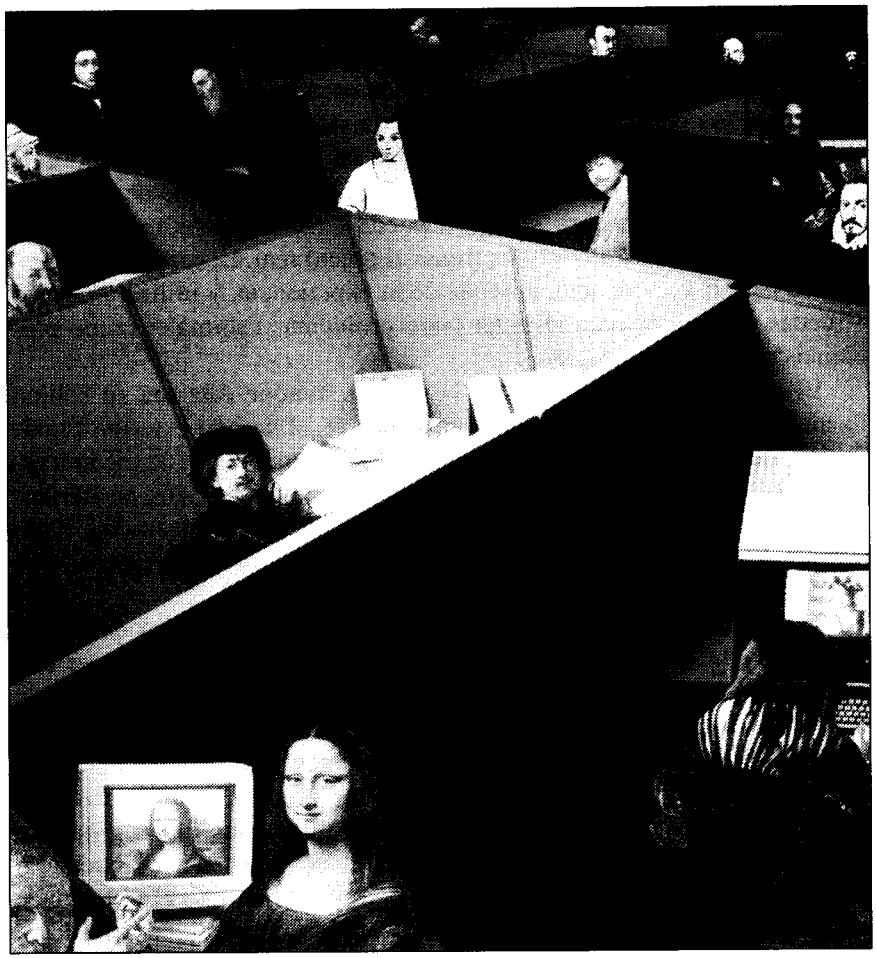
> «Como productos de la cultura del pensamiento secuencial, preferimos que nuestros grandes resultados provengan de grandes causas. Desde principios del siglo XX, nos hemos sentido cómodos, por ejemplo, con la imagen de un iceberg gigante que hunde el igualmente gigante *Titanic*. Hay aquí una valoración perversa del suceso: ambos gigantes quedan muy bien juntos en una película. Los informes de que la colisión fue pequeña y que, en realidad, fueron las vibraciones del impacto las que hicieron mella en el casco se han descartado porque no encajaban con nuestras preconcepciones causales. Un hecho que tampoco se ha mencionado apenas es que el *Titanic* se construyó con un acero barato, quebradizo a baja temperatura...

A nuestra mente le cuesta abandonar esta simetría: un iceberg, un *Titanic*».[4]

El cerebro humano es, esencialmente, un mercado abierto de incontables flujos y reasociaciones dinámicas. Si una gran ciudad está situada en el cruce de muchas rutas comerciales, la información, las mercancías, la energía y las personas llegarán por barco, carretera, avión, ferrocarril y, *virtualmente*, también por teléfono, fax, módem, fibra óptica, satélite, etcétera. Es raro que a este complejo lleguen personas, paquetes o mensajes sin un destino concreto. Si llegan es por algún motivo, un motivo con ciertas coordenadas espaciotemporales. Una vez en la ciudad, pueden ocurrir muchas otras cosas, multitud de eventos esperados e inesperados, a todos los cuales puede asignárseles, al menos teóricamente, una probabilidad. Nadie puede estar totalmente seguro de lo que ocurrirá después de la cita. En la ciudad se producen tantos encuentros, se establecen, ponen a prueba y extinguen tantas relaciones, que nadie, ni el alcalde ni el jefe de policía ni el gobernador provincial ni el presidente del gobierno, ni siquiera el jefe de la mafia, pueden conocerlas todas. Y, sin embargo, la ciudad existe: un caos en perpetua y constreñida evolución.

Lo mismo ocurre con el cerebro y el cuerpo. Un ser humano es como Alejandría, Nueva York, Pekín o (por supuesto) las Galápagos. Está lleno de cosas viejas y cosas nuevas, de combinaciones y rutinas familiares y de dilaciones inesperadas. Experimentos. Vínculos. Oportunidades. Peligros. Esperanza y desesperanza. Muerte y reproducción. Los mensajes, como los taxis que van del aeropuerto al centro de la ciudad, acuden en tropel al cerebro a través de los nervios (las rutas comerciales habituales) y llegan con direcciones y citas. El grado de influencia de estos mensajes sobre el cerebro sólo puede predecirse probabilísticamente.

Siempre hemos pretendido entender la función por la vía reduccionista. Examinamos el cerebro, muchos cerebros, y observamos similitudes. Advertimos que las funciones están «especializadas» según ciertos patrones. Encontramos segregación e integración. Encontramos estabilidad e inestabilidad. Encontramos que la pérdida de un área pequeña del hemisferio izquierdo afecta al habla y llegamos a la conclusión de que esta zona es el «área del lenguaje». Encontramos un nervio óptico y un córtex occipital, y cuando vemos que alguien queda ciego a consecuencia de una lesión en estas estructuras, nos decimos que hemos descubierto un «sustrato visual» en el cerebro. Pero después de una inspección más profunda nos damos cuenta de que las cosas no son tan sencillas, de que ni siquiera teniendo en cuenta los sistemas visuales dorsal y ventral, la historia del desarrollo de la coordinación mano-ojo, y la capacidad de



Recientemente, el artista californiano Barry Kite se ha burlado, como sólo él sabe hacerlo, de lo que se ha dado en llamar «cultura de cubículo». Como todos sus trabajos, la imagen destila insolencia. (Reproducido con permiso.)

interpretar el lenguaje de signos, llegaremos nunca a comprender bien por qué pasé cuatro horas sentado ante el *Guernica* de Picasso la primera vez que lo vi en 1955, o por qué, veinte años después, lloré al final de la exposición de figuras de Matisse en la National Gallery de Washington, o por qué, al cabo de otros veinte años, no pude evitar reír con los locos *collages* de un artista californiano llamado Barry Kite.

El cerebro cambia mediante la participación activa. En este sentido, recuerda. No se limita a muestrear el mundo observable o entremezclar

sus impresiones. No sólo ve, también oye. Puede separar la visión del sonido, o fundirlos. Asocia los objetos externos con sus emanaciones: pautas correlacionadas de energía «visual» y «sonora». Un tigre ruge, y la imagen de sus colmillos choca con nuestra vista: liberamos adrenalina y al momento todo el cuerpo se transforma en una máquina trepadora de árboles. La palabra «tigre» surge en algún lugar del amasijo de neuronas y, al igual que la palabra «fuego», puede tener en nosotros el mismo efecto que si nos encontráramos frente al objeto real. El cerebro está preparado para la experiencia, aprende de la experiencia, y utiliza todos los «trucos» que puede para afrontar tanto problemas habituales como problemas nuevos.

El cerebro no vive dentro de la cabeza, aunque ésta sea su hábitat formal. Se extiende a todo el cuerpo y, con él, al mundo exterior. Puede decirse que el cerebro «termina» en la médula espinal, que la médula espinal «termina» en los nervios periféricos, que los nervios periféricos «terminan» en las uniones neuromusculares, y así sucesivamente hasta llegar a los quarks. Pero el cerebro es mano, y la mano es cerebro, y su interdependencia lo incluye todo, hasta los quarks.

Nos perdemos en los detalles. Vemos que los hemisferios derecho e izquierdo responden a determinados retos de maneras distintas, que uno ejecuta una tarea más deprisa, o mejor, o más fiablemente que el otro, y llegamos a la conclusión de que este hemisferio está *especializado* en esa función. Estos descubrimientos son importantes y (probablemente) útiles, pero no dejan de ser artefactos de las pruebas que preparamos. Cuando el hemisferio izquierdo y el derecho unen sus fuerzas, nuestra atención, o nuestra perspectiva, deben cambiar para tener en cuenta el nuevo conjunto de consecuencias de esa combinación única. El lenguaje no consiste sólo en palabras, semántica, sintaxis. Es también melodía y, a veces, danza. En el caso del lenguaje de signos, por ejemplo, es una danza silenciosa de las manos. Es una voz, un rostro, palabras entre líneas. Es un pequeño objeto tallado, un submarino, una silla, un olor axilar, un peinado, un cántico, una *fumata* en la chimenea del Vaticano...

La fuerza de un sistema biológico no puede juzgarse aislada de su contexto. Por ello no merece la pena preocuparse por el significado de la palabra «inteligencia». Porque no es más que eso: una palabra. Los educadores y otras muchas personas han agradecido a Howard Gardner que explicara que no hay una sola inteligencia, sino varias. Creo que esto es un avance en la dirección correcta, pero el aspecto de la teoría de la inteligencia múltiple que a mí me deja frío es su fuerte tendencia a dividir un absurdo elitismo global en seis parcelas de elitismo. «¿Quién es el genio más brillante de todos los tiempos?» se convierte en «¿Quién es el más

grande matemático, músico, programador, astrofísico?». No me importa. Las personas que son las primeras en algo ocupan este lugar porque hicieron correctamente cosas importantes, y de algún modo se las arreglaron para esquivar la piel de plátano asesina. Y *nunca* lo hicieron solas.

Aunque, a diferencia de Harlan Lane, soy alérgico a gráficos y diagramas, una noche, hace unos años, me desperté soñando con un círculo. De pie alrededor del círculo, en realidad formándolo, estaban las personas que ya había entrevistado y otras que parecían querer hablarme. Era algo parecido a una pequeña tribu reunida alrededor del fuego para disfrutar de la comida, los relatos y la música; en cierto modo, allí todos juntos y en círculo, recordaban una caravana presta a rechazar un ataque. Era un *mandala* de la conciencia de un grupo de gente cuyas personalidades y destinos se habían unido.

Esta visión parecía indicarme que, aunque todos nosotros somos diferentes, es casi seguro que todos nos beneficiaremos de capitalizar nuestras diferencias. El conocimiento para hacer esto debe existir (si es que existe) como un rasgo colectivo, distribuido y heredable exterior al propio individuo, pero interior a la comunidad. Toda tribu cuyo patrimonio genético propicie la amalgama de individuos con una compatibilidad básica de carácter físico, cognitivo y emocional, probablemente será favorecida por la selección natural. ¿Podríamos detectar este rasgo *comunitario* mediante un examen genético? Lo dudo. ¿Podemos duplicar su eficacia mediante pruebas de aptitud, política educativa o ingeniería social, o atiborrando a nuestros hijos de vitaminas y rodeándoles de juguetes interactivos, y presionándoles para ingresar en un colegio de la Ivy League? Pensémoslo...

Rusia y Estados Unidos. Dispares, enfrentados, combativos y, transitoriamente, interdependientes. Un recuerdo vago, casi con toda seguridad perdido de aquí a mil años: dos países, dos tribus personificadas eventualmente en dos hombres, el presidente de Estados Unidos y el presidente de Rusia. Son hombres de carne y hueso, individuos falibles cuyas vidas están marcadas por la jefatura. Son hombres (hasta ahora) que abandonaron una existencia menor para habitar en un plano de conciencia llamado «Estado». Sus vidas abundan en contradicciones. Comen, hacen el amor, usan papel higiénico, aman a sus nietos y han jurado proteger las vidas de los ciudadanos de sus respectivos países. Sin embargo, conducen a hombres y mujeres jóvenes a la guerra sabiendo que van a morir. Les apena hacer esto, pero no son criminales y, por lo tanto, no se arrepienten. El «Estado» tiene una existencia y una vida propias. Ninguna cohorte ni tribu ni estado puede existir sin una figura así, una figura investida del poder, que piensa y actúa con una autoridad que sólo puede

ser revocada mediante la expulsión, la insurrección o la muerte. ¿Es esto un hábito? ¿Es un rasgo de supervivencia social heredado? ¿Qué cromosomas lo producen?

Cuando llega el momento de aparearse, todos los machos en condiciones de hacerlo luchan y hasta matan a otros machos para acceder a las hembras. El cerebro hace, al mismo tiempo, el amor y la guerra. Los egipcios, los aztecas, los griegos, los asiáticos, los africanos: *todos* saben esto. La mitología de cualquier cultura es una historia colectiva en la que el cerebro intenta sostener firmemente sus propias riendas. El ciclo operístico de Wagner *El anillo de los nibelungos* es la música y la historia de su propio cerebro intentando resolver la vitalidad, la confusión y la crueldad surgidas de la colisión entre grandes deseos y grandes oportunidades.

Si un oso queda atrapado por una pata en una trampa, roerá su pata hasta liberarse, después de lo cual volverá a hacer su vida lo mejor que pueda. Lo mismo hace un presidente que sacrifica tropas para salvar su país. Wagner, como el oso, ama, come, protege y mata. Algunas veces, en su cerebro, también debe roer la pata de uno de sus dioses o arrojarlo al fuego, para evitar que lo atrape y lo vuelva loco.

Nadie sabe qué le ocurrirá a cada uno de nosotros o por qué hacemos lo que hacemos. Comprender o remodelar el cerebro no nos salvará. Tampoco nos salvará sentar a nuestros hijos de tres años frente al ordenador para que se salten las «inútiles» experiencias de la infancia a través de las cuales, sin embargo, aprenden lo que es el béisbol, una muñeca, un coche de juguete, un balanceo del cuerpo, y viceversa. No tenemos ni idea de lo que le ocurrirá al niño *observador* de imitaciones de malabarismos en Internet si nunca prueba a lanzar él mismo tres pelotas. A medida que los chicos se van convirtiendo en usuarios —y maniacos— cada vez más competentes de los ordenadores a edades cada vez más precoces, debemos prepararnos para aceptar que *sus* ideas sobre el béisbol, la diversión y el compañerismo no serán como las nuestras. Esta certeza podemos agradecerla a la heurística secundaria de Plotkin.

El niño plenamente informatizado puede llegar a ser como nosotros o absolutamente diferente. Esto será consecuencia del reemplazamiento del tacto por la visión como árbitro primero de la realidad, y de la sustitución de una cosa anticuada por el béisbol virtual a una edad en la que el sistema sensomotor cerebral todavía no ha fijado las constantes de tiempo que deberá utilizar en sus propias operaciones perceptomotoras. Vincular una vida muy joven al teclado, el ratón y los gráficos tridimensionales es algo ciertamente *nuevo*, y será muy interesante ver cómo se traduce esto en una nueva heurística (comportamiento resolutivo de pro-

blemas) en la vida adulta. No me sorprende que, como sociedad, hayamos dado la bienvenida a Internet en nuestras escuelas públicas. Pero sí me llama la atención la disposición a decir adiós a los libros y ese terreno de juego que es la biblioteca escolar. Es más, me *asombra* que pensemos que los patrocinadores comerciales de las redes informáticas escolares no aprenderán la lección de las compañías tabaqueras y se suscribirán ávidamente al desarrollo de maneras más atractivas de enseñar a los niños cómo ser adultos triunfadores y felices.

Ha llegado el momento de dejar de atormentarnos por nuestro cerebro y de exprimirlo tanto. ¡Como si haciéndolo pudiéramos mejorar nuestras vidas! En tanto que individuos, tenemos todas las razones del mundo para regocijarnos por los dones que nos legaron nuestros antepasados hace 100.000 años. En cambio, no tenemos ninguna buena razón para no intentar descubrir por nosotros mismos la clase de juego para la que estamos dotados. Mi idea de lo que nos traerá el nuevo milenio no es mejor que la del resto de los mortales, pero sí estoy seguro de que todavía nos falta mucho por saber sobre el modo de ganar más independencia para nuestras vidas y animar positivamente a los niños, los jóvenes y los ancianos a construir y mantener su propia autonomía. A fin de cuentas, los seres humanos tenemos en la vida las mismas oportunidades que los osos, los tiburones o los platelmintos. Un oso puede ser abatido por un cazador, muerto por otro oso o morir de hepatitis. Si es afortunado, vivirá su vida en un bosque lleno de bayas y con alguna compañía estacional. Con el tiempo, cuando haya dejado el olor de su orina en un arbusto, la marca de sus garras en un árbol (o en otros osos) y engendrado cachorros, podrá finalmente echarse y morir plácidamente, dejando sitio a una nueva generación.

Recientemente se me pidió que diera una conferencia sobre jaquecas ante un auditorio de médicos. Me acordé entonces de lo que Oliver Sacks me contó sobre uno de sus pacientes, un matemático que las sufría. Las jaquecas casi habían inhabilitado a aquel hombre, pero finalmente se encontró el fármaco idóneo. Curiosamente, el dolor de cabeza se le presentaba los días de mayor imaginación, euforia y productividad, con lo cual, como me dijo Sacks, «le curé la jaqueca, pero, desafortunadamente, también le curé su talento matemático».

Las jaquecas son algo raro. Un porcentaje muy elevado de personas sanas las sufre. Tienen que ver con un neurotransmisor cerebral llamado serotonina. La serotonina tiene muchos efectos químicos corporales importantes, e interviene en el sueño y los sueños (por eso el LSD provoca alucinaciones al bloquear su descomposición química).

Mientras estaba preparando la conferencia, yo mismo tuve jaqueca (es corriente que miembros de una misma familia sufran esta afección).

Seguramente la jaqueca es parte del precio que tenemos que pagar por esa facultad divina que es soñar. Tal como he expuesto en este libro, la capacidad para imaginar —para soñar— está fuertemente vinculada a la capacidad exclusivamente humana de crear complejidad no sólo en nuestros pensamientos, sino también en todo lo que hacemos con nuestras manos. La palabra latina *rabere* significa «soñar» y también «enrabiar», lo que me parece fascinante. La palabra francesa *rêver* es todavía mejor, ya que significa «soñar» y también, en sentido más figurado, desvariar. Es la capacidad de ser poseído, de enloquecer por una idea o una posibilidad: el sonido de un motor, el aspecto de la imagen deseada traducida en una serie de líneas dibujadas por nuestra propia mano sobre un papel. Los seres humanos somos lo que somos no únicamente a causa de nuestra racionalidad, sino también porque sabemos aprovechar nuestra irracionalidad. Por lo tanto, mi recomendación final va dirigida a los nombradores oficiales de especies: nuestro nombre específico debería celebrar la mano y su papel fundamental en nuestra vida reclamando la herencia del hombre «hábil» de Leakey, *Homo habilis*, y también debería recordarnos que nuestra racionalidad está alimentada por el inconsciente y animada por una curiosidad juguetona. Esto nos deja con un nombre bastante largo: *Homo habilis rabens ludens sapiens*, una denominación que, sin embargo, refleja mucho mejor que la oficial lo esencial y más pintoresco del ser humano.

Apéndices

Apéndice I

Un breve tributo
a Sir Charles Bell
y John Russell Napier

Como puede comprobarse, no solamente no soy la primera persona que ha tenido la idea que ha guiado este libro, sino que tampoco soy la primera persona que ha escrito un libro así. Existe una amplia e imponente literatura (incluidos muchos libros) acerca de la mano. Pero la lista incluye dos primeros libros en inglés cuya tesis es prácticamente la misma que la mía: que la mano ha desempeñado un papel básico en el desarrollo cognitivo, físico y emocional del ser humano.

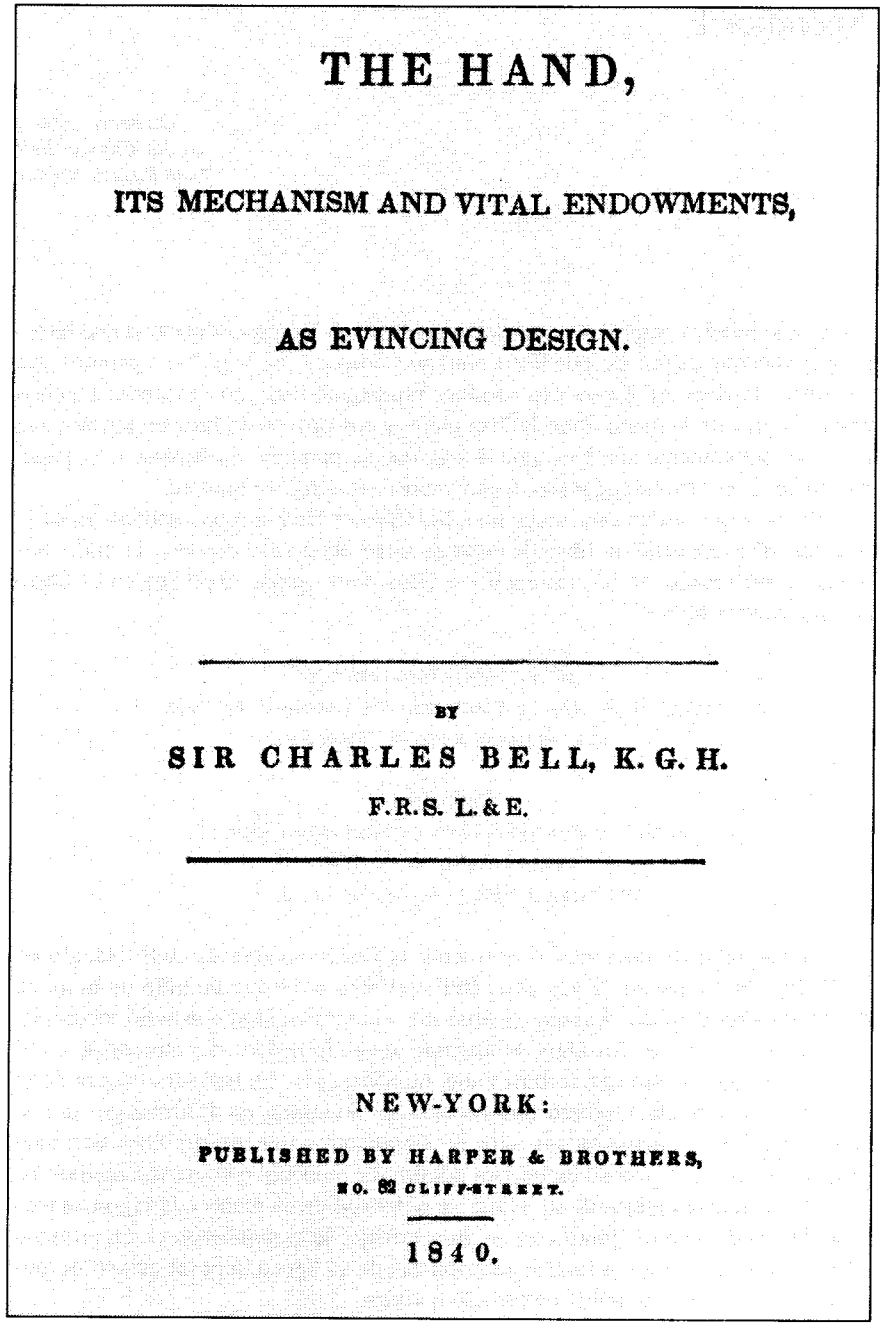
El autor que inició esta secuencia, Sir Charles Bell, era un cirujano escocés que, en 1833, escribió un libro de encargo cuyo objeto era esgrimir la mano humana como prueba de la existencia de Dios. Esto queda explícito en el título completo de la obra:

LOS TRATADOS BRIDGEWATER
SOBRE EL PODER, LA SABIDURÍA Y LA BONDAD DE DIOS
MANIFESTADOS EN LA CREACIÓN

Tratado IV
LA MANO, SU MECANISMO Y CUALIDADES VITALES
COMO DISEÑO MANIFIESTO
SIR CHARLES BELL, K.G.H.F.R.S.L. & E.

Es conveniente comentar brevemente la ilustre carrera de Bell. Nacido en 1774, hijo de un pastor protestante, Bell aprendió a dibujar de niño de la mano del pintor David Allen. Aunque al final fue a la universidad y estudió medicina, su descripción de sus dos años de instituto suena familiar: «La educación en el instituto al que iba era una tortura y una humillación». Su hermano mayor John era cirujano y había fundado una escuela de anatomía en Edimburgo, donde Bell trabajó de asistente en sus años de estudiante universitario. Otro hermano mayor, George, que era su entusiasta admirador, escribió esto en sus memorias: «La clarividencia natural de su mente, la pulcritud de su mano y la vigorosa rectitud de sus conceptos, junto con un duro trabajo, le convirtieron en un cirujano admirable y uno de los primeros anatomistas de su época, a pesar de ser un muchacho que todavía no había empezado a vivir».

Animado por John a perseverar en su interés por la anatomía y la cirugía, hacia los 25 años ya había publicado un importante libro artístico, *The Anatomy of*


THE HAND,

ITS MECHANISM AND VITAL ENDOWMENTS,

AS EVINCING DESIGN.

BY

SIR CHARLES BELL, K. G. H.

F.R.S. L.&E.

NEW-YORK:

PUBLISHED BY HARPER & BROTHERS,

NO. 82 CLIFF-STREET.

1840.

Portada de la primera edición norteamericana de *The Hand*, de Sir Charles Bell.

Expression. Después de trasladarse a Londres para ejercer la medicina, continuó estudiando y enseñando anatomía. También se forjó una reputación como hábil cirujano en una época en que la rapidez tenía una gran importancia. Como no había ni antisépticos ni anestesia, se comprende que la habilidad de extraer quirúrgicamente una piedra de la vejiga en menos de tres minutos fuese una poderosa ayuda para su reputación.

Sin embargo, su prestigio ha perdurado más en neurología. Además de un importante trabajo original sobre los nervios de la cara, estableció un principio básico de la anatomía de los nervios motores y sensoriales al nivel de la espina dorsal. Todo paciente afectado de parálisis facial aguda aprende su nombre, porque la condición todavía se llama parálisis de Bell, y todos los estudiantes de medicina aprenden la «ley de Bell-Magendie» que describe la separación de los caminos motores y sensoriales en dos raíces al conectarse con la espina dorsal.

Los biógrafos de Bell, Sir Gordon Gordon-Taylor y E.W. Walls, incluyeron en su libro la transcripción de un manuscrito poco conocido fechado en julio de 1808, *Idea of a New Anatomy of the Brain*. Este trabajo nunca se publicó ni se pretendió publicar. Era lo que podría llamarse una «pieza de reflexión presentada para las observaciones de sus amigos» en la que Bell se tomaba la libertad de expresar las conclusiones a las que había llegado a partir de sus estudios anatómicos del cerebro. Este breve trabajo demuestra que no sólo era un anatomista de primera clase, sino tan moderno en sus conceptualizaciones que todavía nadie parece haber advertido que ya tenía una idea básicamente correcta de la función cerebral tal como la entendemos actualmente. Basta imaginar que estas líneas son recitadas por un actor shakesperiano y dejar que las ideas se asienten. Hace casi 200 años, Bell comprendió el cerebro tal como lo entendemos ahora. ¡Fue el verdadero padre de la moderna neurociencia!

> «Puede decirse que las operaciones del cerebro tienen tres capas. 1. El marco del cuerpo está dotado de los caracteres de la vida, y las partes vitales se mantienen unidas como un solo sistema mediante la actuación del cerebro y los nervios; y las operaciones secretas de los órganos vitales están sometidas al control del cerebro, a pesar de que no somos conscientes de los centenares de delicadas operaciones que se producen en el cuerpo en cada instante. 2. En segundo lugar, los movimientos instintivos que preceden al desarrollo de las facultades intelectuales se efectúan a través del cerebro y los nervios. 3. En último lugar, la actuación de los sentidos al encaminar las facultades de la mente, y la actuación de la mente sobre las partes móviles del cuerpo, también se efectúa a través del cerebro y los nervios. La primera de ellas es de naturaleza perfecta e independiente de la mente. La segunda es un funcionamiento prescrito y limitado del instrumento del pensamiento y de la mediación. La última empieza desde grados imperceptibles y no tiene límites de extensión y variedad. Es a lo que está subordinado el resto, y el final es la llamada a la actividad y al mantenimiento de un ser intelectual».[1]

Las ideas de Bell sobre la mano eran tan notablemente avanzadas como sus ideas sobre el cerebro, y no fue hasta un siglo y medio más tarde que otro médico-anatomista se encargó de divulgarlas: ni el propio tema ni el magistral tratamiento de Bell del mismo constituyen la clase de desafío que uno acometería a la ligera.

Sin embargo, la obra de Bell tuvo una estimable secuela cuando el antropólogo-médico John Napier publicó *Hands* en 1980. El libro de Napier refleja los logros de su propia y larga carrera como anatomista comparativo de la mano y describe un siglo entero de trabajo antropológico para ofrecernos un relato de su historia evolutiva. La biografía de Napier no se ha escrito, pero Russell H. Tuttle, en el prefacio de la nueva edición revisada de *Hands* (1993), dice así:

> «El profesor John Russell Napier (1917-1987) es una figura preeminente entre los fundadores de la moderna primatología. Ha alcanzado un gran renombre por su descripción e interpretación de la mano de una nueva especie, *Homo habilis*, y por sus puntos de vista creativos, funcionales, ecológicos, comportamentales y evolutivos acerca del orden Primates, que han estimulado a muchos de sus contemporáneos y a jóvenes estudiantes a desarrollar y discutir sus ideas y más agudas observaciones. *Hands* es la última publicación en solitario más importante del doctor Napier, escrito en el pináculo de su distinguida carrera investigadora. En él deposita su gran conocimiento de la anatomía humana y no humana, de la historia evolutiva y de las perspectivas antropológica y artística más amplias de una manera muy accesible y amena».

La mano se ha escrito con un profundo respeto y aprecio a estos dos excepcionales científicos y sus decisivas contribuciones a las disciplinas humanísticas.

Notas

Agradecimientos

1. D.H. Lawrence, *Fantasia of the Unconscious*, Penguin Books, Nueva York, 1960 (publicado por primera vez en 1922), pág. 23.

Prólogo

1. No es nada raro que los pocos individuos que nacen sin manos o con una profunda deformación congénita de sus extremidades superiores transfieran su agilidad manual a sus pies, lo cual no les cuesta excesivamente.

2. El aspecto neurológico de la historia de la mano fue explorado originalmente en *Tone Deaf and All Thumbs?* (1986), mi pequeño himno al estudio del piano de un aficionado (y a un imperturbable profesor de piano). Para ser honesto, no supe nada en absoluto sobre el control neurológico del movimiento diestro hasta que empecé a estudiar piano, al observar que mis torpes dedos iban adquiriendo una cierta disciplina y me empujaban a hacer un examen más extenso y profundo de la ciencia de la que pensaba que ya sabía algo.

3. John Russell Napier, el eminente antropólogo británico y anatomista comparativo, fue casi sin ninguna ayuda el responsable de la moderna renovación del interés en las ideas de Bell sobre la mano; véase el apéndice.

1. El alba

1. Stephen Jay Gould, *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History*, Penguin Books, Nueva York, 1980, pág. 20.

2. Actualmente se considera que Lucy descendía de *Australopitecus anamensis*, hasta ahora el primero de los homínidos conocidos, del que se estima que vivió hace aproximadamente 4 millones de años.

3. Sherwood L. Washburn, «Tools and human evolution», *Scientific American* 203, nº 3 (1960), págs. 63-75.

4. El antropólogo Ralph Holloway de la Universidad de Columbia sostiene que el cerebro no evolucionó en último lugar, sino en compañía de otras estruc-

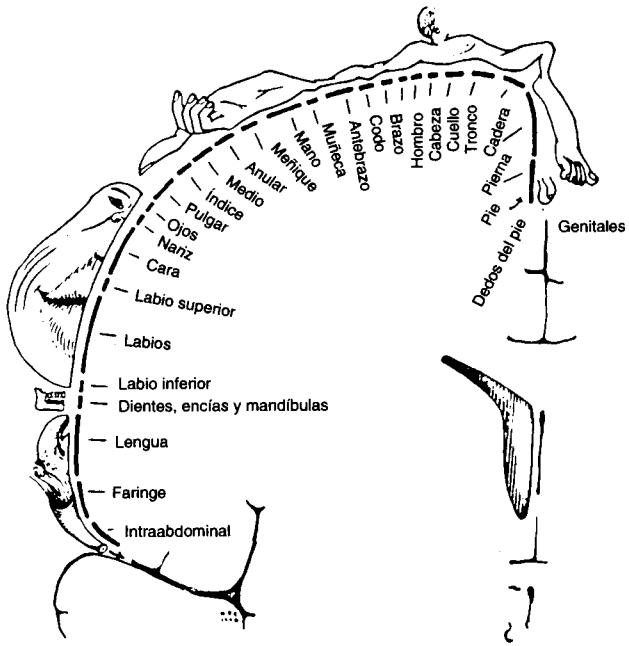
turas; que este proceso no sólo afectó al tamaño, sino que hubo modificaciones y reorganizaciones. El aumento de tamaño no pudo por sí mismo propiciar los avances comportamentales que separan a *Homo* de los primeros homínidos; no sólo es posible que las disposiciones celulares de las estructuras homólogas fuesen diferentes, sino que no fuesen comparables las relaciones proporcionales. Las desproporciones en el córtex primario visual (asociadas a las marcas superficiales que aparecen en los cráneos fósiles) han proporcionado una herramienta importantísima para la identificación específica de cerebros fósiles. Véase Ralph Holloway, «Evolution of the human brain» en A. Lock y C. Peters (eds.), *Handbook of Human Symbolic Evolution*, Clarendon Press, Oxford, 1966. Véase la nota 6 más adelante.

5. Véase la biografía de la familia Leakey: Virginia Morell, *Ancestral Passions: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginnings*, Simon and Schuster, Nueva York, 1995.

6. «[En 1962]... a pesar de los casi 100 años de investigaciones de los orígenes humanos, el género *Homo* sólo estaba vagamente definido al principio. La mayoría de autoridades consideraban el tamaño del cerebro la característica que lo distinguía, aunque nunca pudieron ponerse de acuerdo sobre los límites de este "Rubicón mental", como Sir Arthur Keith llamaba a la línea divisoria entre humanos y simios. Keith pensaba que la transición ocurrió cuando el cerebro homínido llegó a medir 750 c.c., mientras que Franz Weidenreich, un antropólogo especializado en *Homo erectus*, pensaba que esto podía haber sucedido con un volumen de sólo 700 c.c., y Henry-Victor Vallois, especialista en neandertales, opinaba que la cifra era de 800 c.c... Aunque los números eran algo arbitrarios, la mayoría de anatomistas aceptaron la idea... de que la especie humana empezó cuando el cerebro alcanzó una capacidad de entre 700 y 800 c.c.» (Morell, *Ancestral Passions*, págs. 225-226).

Conviene recordar que el tamaño del cerebro entre los seres humanos modernos puede variar considerablemente. «El aumento de tamaño en estos términos es responsable del éxito de nuestra especie tan altamente adaptada, aunque como ya se ha indicado... existen considerables variaciones en torno a la media (1350 c.c.), lo que indica un amplio margen de variación. Por ejemplo, como cotas representativas del volumen cerebral humano suelen citarse a Jonathan Swift, con 2000 c.c., y Anatole France, con sólo 1100 c.c.» (Ragnar Granit, *The Purposive Brain*, MIT Press, Cambrige (Mass.), 1977; edición de 1980, págs. 52-56.)

7. Lucy *(Australopitecus afarensis)* vivió hace unos 3,2 Ma, y se cree que *A. afarensis* fue la única especie de homínido existente hace entre 3,9 y 2,9 Ma. La primera muestra de *Homo habilis* fue una tibia hallada en la Garganta de Olduvai, Tanzania, en 1959 por el hijo de diez años de Louis y Mary Leakey. La segunda muestra, un fragmento de cráneo infantil, fue hallado en Olduvai por el propio Louis el 1 de diciembre de 1960. Aunque Leakey informó inmediatamente del hallazgo del cráneo y supuso que era de un «Hombre chelense» (los primeros fabricantes de hachas) el antropólogo Phillip Tobias dedicó casi tres



Arriba: La mano y la cara humanas tienen una representación desproporcionada en el cerebro, como puede verse en el diagrama «homunculus» ampliamente reconocido y publicado por primera vez por los neurocirujanos canadienses Penfield y Rasmussen en 1950. El diagrama sugiere que el refinado control de la mano y de los movimientos orofaciales impone unas fuertes exigencias de cálculo al sistema nervioso central. (Reproducido con autorización de Simon & Schuster de *The Cerebral Cortex of Man*, por Wilder Penfield y Theodore Rasmussen. Copyright 1950 Macmillan Publishing Company; copyright renovado © 1978 Theodore Rasmussen.)

años a calcular la capacidad craneal, y la especie fue bautizada oficialmente en un documento publicado el 4 de abril de 1964 en la revista *Nature*. En este informe, los especímenes se clasificaron como *Homo* por tener «una posición erecta, un caminar habitualmente bípedo, un agarre de precisión y una capacidad cerebral de sólo 600 c.c.» (Morell, *Ancestral Passions*, pág. 235). En 1986, un grupo dirigido por Tim White y Donald Johanson recuperó en Olduvai un esqueleto más completo de *H. habilis*. Véase *Lucy's Child* (Avon, Nueva York, 1990) por Donald Johanson y James Shreeve. *Homo erectus* es el nombre dado a los primeros precursores humanos de más éxito y de mayor dispersión. Sus fósiles se han encontrado en África, Europa y Asia, y se ha informado que un espécimen redatado hace poco procedente de Java tenía una antigüedad de 2 millones de años. *H. erectus* desarrolló una elaborada sociedad basada en las herramientas, y el término «cultura lítica achelense» se refiere a la colección completa de herramientas de piedra asociada a *H. erectus*. Ahora se ha anun-

ciado que un fósil hallado en China, descrito como lo que los antropólogos llaman formalmente *H. sapiens* «arcaico», tiene una antigüedad de 200.000 años. Una vez más, en antropología todas las suposiciones están abiertas. ¿Existieron líneas aisladas y paralelas de *H. sapiens*, o la emigración global empezó mucho antes de lo que se había pensado? Habrá que esperar.

8. La neurología está muy interesada en saber cómo evolucionaron las cosas hasta llegar a su forma actual, pero todavía más en explicar cómo llegó la mano a ocupar un territorio tan amplio en el cerebro humano. Esta sola circunstancia exige una rama evolutiva de la investigación neurológica sobre el control del brazo y la mano. Wilder Penfield fue el primero en demostrar esta asombrosa desproporción de la topografía de la superficie cerebral durante operaciones en personas despiertas realizadas en el Instituto Neurológico de Montreal. El «homunculus» resultante (una figura humana dominada por mano/boca dibujada en la superficie del cerebro) se hizo famosa mundialmente con la publicación de sus hallazgos. El libro de John C. Eccles, *Evolution of the Brain* (Routledge, Nueva York, 1989) puede tomarse como punto de partida definitivo para el moderno enlace entre antropología y neurología. En su capítulo 3, «Evolution of the Hominid Brain», Eccles presenta un detallado informe de los componentes básicos del perfil locomotor humano. Obviamente, cualquier futuro de colaboración entre neurología y antropología necesitará pensar retrospectivamente en los restos de cráneos antiguos. Estos fragmentos de hueso estuvieron conectados a otras partes de un esqueleto que a su vez también cambiaba, y ningún cambio craneal o poscraneal puede interpretarse sin hacer referencia a la historia del entorno y de la arqueología. Lo mismo sucede con lo que había *encerrado* en el cráneo. Ninguna teoría creíble de la evolución del cerebro humano puede ignorar, o aislar del contexto ambiental, la coevolución de los comportamientos locomotor, manipulador, comunicador y social de los antepasados humanos. Orientarse hacia la necesidad de definir estas relaciones es lo que la neuroantropología debería hacer, si es que existen.

9. Referencias generales sobre el tema de la coevolución mano-cerebro:

John C. Eccles, *Evolution of the Brain: Creation of the Self* (Routledge, Nueva York, 1989)

K. Gibson and T. Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution* (Cambridge University Press, Nueva York, 1993)

R. Holloway, «Evolution of the human brain» en A. Lock and C. Peters, eds., *Handbook of Human Symbolic Evolution* (Clarendon Press, Oxford, 1996)

D. Johanson y M. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind* (Simon and Schuster, Nueva York, 1981)

F. Jones, *The Principles of Anatomy as Seen in the Hand* (Williams and Wilkins, Baltimore, 1942)

R. Klein, *The Human Career* (University of Chicago Press, Chicago, 1989)

O. Lewis, *Functional Morphology of the Evolving Hand and Food* (Clarendon Press, Oxford, 1989)

M. Marzke, «Evolution of the hand and bipedality», en A. Lock and C. Peters, eds., *Handbook of Human Symbolic Evolution* (Clarendon Press, Oxford, 1996)
W. McGrew, *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution* (Cambridge University Press, Nueva York, 1992)
D. Morris, *The Naked Ape* (Dell Publishing, Nueva York, 1967)
J. Napier, *Hands* (Princeton University Press, Princeton, 1980; revisado por R.H. Tuttle, 1993)
K. Schick y N. Toth, *Making Silent Stones Speak: Human Evolution and the Dawn of Technology* (Simon and Schuster, Nueva York, 1993)

10. El éxito de moverse por una superficie depende de varios factores, como altura, peso y superficie de soporte disponible. Para un animal pequeño, desplazarse a lo largo de una rama fina no representa ningún problema; para un animal grande, desplazarse por la misma rama podría ser tan difícil como para una bailarina de ballet pasar por una cuerda tensada andando sobre las yemas de los dedos de sus pies. Véase Napier, *Hands*, págs. 77-82.

11. McGrew señala que los chimpancés en estado salvaje emplean un «kit de herramientas» muy sofisticado de materiales a su disposición para la obtención de comida, y sostiene que, en la célebre colección olduvaiana de herramientas de piedra, no hay nada que supere en complejidad a lo que utilizan rutinariamente los chimpancés. «Lo que les falta a los chimpancés es lo que puede haber sido importante en la hominización: herramientas para obtener presas de vertebrados y un medio de recolectar y transportar comida para intercambio» (McGrew, *Chimpanzee Material Culture*, pág. 119).

12. Lewis valora así estos cambios en el brazo antropomorfo: «Hechos morfológicos indiscutibles parecen apoyar la hipótesis, que conformó la corriente principal de la opinión informada durante un siglo, de que el hombre está cercanamente emparentado con los grandes monos africanos, y de que la "braquiación" fue el principal factor que moldeó gran parte de su morfología poscraneal y proporcionó la capacidad de aprendizaje, así como muchas de las preadaptaciones necesarias para la adopción de una postura bípeda habitual» (Lewis, *Functional Morphology*, pág. 86).

13. Aunque no es una materia de gran importancia para nuestra consideración sobre la mano en la evolución humana, es interesante constatar que los paleontólogos continúan debatiendo el derecho de Lucy a detentar el título de antepasado directo de la humanidad. Una de las más interesantes objeciones al árbol genealógico construido por Donald Johanson es la de Dean Falk, que sostiene que Lucy fue un antepasado de los extintos australopitecos robustos. Falk propone que Lucy y los australopitecos robustos vivían en el suelo junto a los árboles, y nunca se aventuraban ni mucho tiempo ni muy lejos por la sabana, bajo el tórrido sol. En cambio, los australopitecos gráciles se alejaron de la protección de los árboles para entrar en un entorno bastante más diverso y lleno de retos. El crecimiento del cerebro («inteligencia») debería haber proporcionado

una ventaja competitiva, pero esto no pudo ocurrir sin una solución al problema de la regulación térmica en el interior de la cavidad craneana. La postura erecta tiene la ventaja de reducir la superficie del cuerpo expuesta directamente a la luz solar, pero dar sombra al cuerpo con la cabeza tiene importantes inconvenientes. Según Falk, no podría haberse producido ningún aumento de tamaño cerebral sin que mejorase la capacidad del cerebro para mantener su temperatura interna dentro de las estrechas tolerancias necesarias para la función fisiológica normal. En efecto, el cerebro no podría haber crecido sin mejorar la dispersión de calor. El nuevo sistema de drenaje venoso (junto con el bipedalismo, una nueva distribución capilar, las glándulas sudoríparas y la mayor pigmentación de la piel) resolvió el problema. Falk llamó a esto la «teoría del radiador de la evolución cerebral». Véase Dean Falk, *Braindance* (Henry Holt and Co., Nueva York, 1992), capítulos 4, 6 y 7.

14. Véase Mary Marzke, «Joint functions and grips of the *Australopithecus afarensis* hand, with special reference to the region of the capitate», *Journal of Human Evolution* 12 (1983), págs. 197-211; véase, también de Marzke, «Evolution of the hand and bipedality», en A. Lock and C. Peters, eds., *Handbook of Human Symbolic Evolution* (Clarendon Press, Oxford, 1966).

15. Sin embargo, Lewis *(Functional Morphology)* disiente de la visión de Marzke de los cambios en la base del dedo índice en *A. afarensis*, considerando la evidencia como insuficiente para anunciar una movilidad parecida a la humana en este dedo (pág. 178).

16. M. Marzke, J. Longhill y S. Rasmussen, «Gluteus maximus muscle function and the origin of hominid bipedality», *American Journal of Physical Anthropology* 77 (1988), págs. 519-528.

17. No es fácil ver la utilidad del glúteo mayor para el intento de un bípedo de abatir un blanco móvil con una piedra, pero una rápida asistencia al gimnasio después de una visita al laboratorio de Marzke en Tempe me convenció de que ésta *es* realmente la manera en que debieron suceder las cosas. El glúteo y otros músculos por debajo suyo son rotadores externos del fémur: si se levanta la pierna del suelo, hacen girar el muslo por la articulación de la cadera y desplazan el pie hacia un lado; estos músculos también se utilizan al cruzar una pierna sobre la otra cuando se está sentado.

Sin embargo, la situación cambia cuando la pierna está firmemente apoyada en el suelo. Mientras el pie puede moverse libremente, la contracción del glúteo mayor hace girar el fémur, por lo que los dedos de los pies apuntan hacia fuera. Pero si el pie está bien anclado en el suelo, la contracción del glúteo empuja al sacro hacia fuera del muslo, haciendo que la parte superior del cuerpo gire a una posición diferente de la que apuntan los dedos de los pies. (Si el lector no puede imaginar qué sucede, bastará con que lo pruebe.)

Ahora podemos ver lo que quiere decir Marzke. Si uno juega como *pitcher* con la mano derecha y está a punto de efectuar el movimiento de rotación típico del brazo, con su lado izquierdo frente a la base del bateador y apoyándose solamente sobre su pie derecho, una contracción del glúteo *derecho* dará inicio a

una rotación del torso hacia la izquierda al tirar del torso superior hacia la cadera derecha. Este movimiento acelerará el latigazo del brazo, como uno mismo puede comprobar observando qué sucede efectuando los movimientos del *pitcher*. Si el lector es más un bailarín que un lanzador de pelotas, deje que sus brazos cuelguen libremente a cada lado del cuerpo e inicie los movimientos del *twist*. La siguiente fase del lanzamiento empieza cuando el peso viene del pie derecho y se apoya en el pie izquierdo, donde una rápida contracción del glúteo tendrá el efecto opuesto sobre la rotación del torso: se desacelerará rápidamente. Este efecto de frenado añade una aceleración final al *brazo*, como también puede comprobar el lector observando qué le sucede a sus manos cada vez que invierte la dirección de la rotación pélvica. Obtendrá el mismo efecto si intenta desalojar algo que está pegado a una cuchara, o hacer salir catsup de una botella golpeando la muñeca contra la mano opuesta. El brusco frenado del movimiento hacia delante utiliza la inercia para acelerar cualquier cosa que *no* esté sujeta. Toyoshima Hosikawa ha demostrado que aproximadamente el 46,9% de la velocidad del lanzamiento por alto proviene del salto y la rotación del tronco. La desaceleración de la rotación del tronco permite acelerar el antebrazo lanzador y, por lo tanto, aumentar la velocidad y la distancia del objeto lanzado. Atwater descubrió que los lanzadores entrenados tienden a desacelerar el tronco hasta una velocidad cero antes de lanzar la pelota. (Marzke, «Gluteus maximus muscle function», pág. 525.)

18. Véase M. Marzke, K. Wullstein y S. Vuegas, «Evolution of the power («squeeze») grip and its morphological correlates in hominids», *American Journal of Physical Anthropology* 89 (1992), págs. 283-298. Los autores observan que los chimpancés pueden, y así lo hacen, sujetar palos en orientación oblicua, empleando los dedos y el pulgar, y utilizar los palos así agarrados como garrotes. Sin embargo, como el palo no puede asentarse contra la palma, un golpe con él carece de fuerza. Una simple demostración personal aclara este tema. Sujete el lector un palo de la misma manera que el asa de un maletín (es decir, con los dedos hacia abajo y doblados por debajo de la palma). Después sujete el palo como lo haría con un bate de béisbol. En cada caso, levante el palo por encima de su cabeza y compruebe cuál es la mejor sujeción para protegerse.

19. La mayoría de lectores conoce muy bien la famosa frase de Descartes: *Cogito ergo sum* (Pienso, luego existo). Un eminente neurólogo y neurocientífico cognitivo, Antonio Damasio, escribió un tratado neurológico sobre la vacuidad de la razón pura: *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain* (Nueva York, Grosset/Putnam, 1994). En su introducción, Damasio expone, como yo, que el cerebro humano no existe aislado: «Aunque pueda parecer sorprendente, la mente existe en y para un organismo integrado; nuestras mentes no serían como son si no hubiese existido una interacción constante entre el cuerpo y el cerebro durante la evolución, durante el desarrollo personal y en el momento actual» (pág. XVI).

Menos de un semana antes de leer el libro de Damasio, un amigo músico me había enviado una camiseta con el siguiente lema: «*I jam, therefore I am*»

(hago sesiones de jam, luego existo). Para un músico, «jam» significa unirse musicalmente en una diversión improvisada, una mezcla libre de ideas y emociones. Por tanto, para mí, *«I jam, therefore I am»* corrige completamente (y de manera sublime) el error de Descartes.

20. A medida que progresan las actuales técnicas para el estudio del avance del proceso cognitivo, debería ser posible decir con una precisión mucho mayor la manera en que las operaciones neurológicas específicas explican el uso del lenguaje y la destreza utilitaria. Quizá se podrá confirmar que estas operaciones están enlazadas anatómicamente o durante el desarrollo. Pero para actuar así se necesita una nueva tradición de generar y confrontar simultáneamente pruebas de fuentes neurológicas y antropológicas. Esta clase de investigación parece plausible, pero desalentadora en su extremo.

Ni tampoco será suficiente con mantener el tema sobre terrenos teóricos. Debemos establecer tan específicamente como podamos la forma en que evolucionó la mano, y relacionar este proceso con el registro arqueológico de la industria lítica y la cultura, así como modificaciones específicas del propio cerebro. Por supuesto, nunca obtendremos ejemplos de etapas intermedias de la evolución del cerebro, como Kathleen Gibson ha observado tristemente: «La palabra y el gesto no se fosilizan» (Kathleen Gibson, «Animal minds, human minds: general introduction», en Gibson e Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, pág. 9).

Por supuesto, la propia mano ha demostrado ser casi tan efímera como su comportamiento desde esta perspectiva. Los huesos de la mano y la muñeca son notablemente escasos en los yacimientos fósiles. Además, los especímenes que se han recuperado de los primeros humanos, monos antropomorfos y monos no antropomorfos permiten el trazado de una cadena de primer orden de eventos que destacan la coevolución mano/cerebro. Ciertamente, la destreza de los investigadores del cerebro, y la tecnología de que disponen, debería darnos una pista para reconstruir los cambios neurológicos que tuvieron que acompañar los cambios anatómicos que *podemos* documentar.

21. Peter C. Reynolds, «The complementation theory of language and tool use», en Gibson e Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Development*, págs. 407-428. (Otra voz influyente en esta discusión es la de Patricia M. Greenfield, una psicóloga de UCLA. Examinaremos sus ideas sobre el uso de las herramientas y la evolución del lenguaje más adelante en este mismo libro.)

Existen implicaciones muy profundas si esta hipótesis tiene algo de verdad. Concretamente (como se sugiere en la lógica del darwinismo universal) enlaza el comportamiento del lenguaje y de la fabricación de herramientas a través del motor darwiniano de la selección. En esencia, establece que la larga asociación de comportamientos mutuamente reforzados y decisivos para la supervivencia se reflejará en la captura, almacenamiento y transmisión genéticos de los mecanismos de control neurológico que gobiernan estos comportamientos. El tema del libro en el que aparece el documento de Reynolds es una ampliación de esta

hipótesis. Actualmente, lo que se ha escrito sobre este tema llenaría una gran biblioteca, puesto que una considerable y prolífica rama de la ciencia neurocomportamental está dedicada al estudio de los mecanismos cerebrales que prestan soporte al lenguaje y al uso hábil de la mano. Sin embargo, la mayor parte de la investigación correspondiente a estos dos comportamientos se ejerce en disciplinas separadas: el lenguaje es estudiado por lingüistas, científicos cognitivos y neurólogos; la función de la mano por cirujanos y científicos del movimiento. Sin embargo, esta división dice más sobre la organización de la investigación y de la práctica médica que sobre la organización del cerebro.

2. El nexo mano-pensamiento-lenguaje

1. Tolstói, de su *Pedagogical Writings* (1903), citado en L. Vygotsky, *Thought and Language* (traducción del propio Vygotsky, 1934, revisada y editada por Alex Kozulin) (MIT Press, Cambridge, Mass., 1986), pág. 151.

2. Para una completa y autorizada comparación del uso humano y animal de herramientas, véase Thomas G. Wynn, «The evolution of tools and symbolic behaviour», en A. Lock and C. Peters, eds., *Handbook of Human Symbolic Evolution* (Oxford University Press, Nueva York, 1996), págs. 263-287.

3. Tenemos una comprensión muy limitada del significado de la mayoría de estas comunicaciones intraespecífica, pero observaciones de campo han demostrado que, algunas veces, se emplean para propósitos notablemente sofisticados, incluyendo el engaño. Por ejemplo, un babuino chacma juvenil, después de observar que una hembra adulta desenterraba laboriosamente una gran raíz comestible, se puso a gritar como si fuese atacado justo en el momento en que quedó desenterrada la raíz. Esto atrajo inmediatamente a la madre del joven, que atacó a la otra adulta como castigo por el asalto que creyó que se había producido. Durante este altercado, el joven babuino «recogió tranquilamente el tubérculo abandonado y se sentó para disfrutar del banquete» (R. Byrne y A. Whiten, «The thinking primate's guide to deception», *New Scientist* 116, nº 1589 (1987), págs. 54-57; citado en Robin Dunbar, *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*, Harvard University Press, Cambridge, 1996, pág. 23).

4. El lenguaje corporal puede indicar más de una emoción o una amenaza de pelea. Algunos animales tienen unos elaborados sistemas indicadores que contienen información muy específica sobre asuntos de importancia. El ejemplo más conocido es el empleo de acrobacias aéreas por las abejas productoras de miel para «deletrear» la situación precisa de flores portadoras de polen. Aunque hay importantes límites en estas habilidades y en su empleo sin un extensivo entrenamiento y estimulación, algunos simios (especialmente el célebre bonobo Kanzy) tienen la capacidad de entender el lenguaje humano y de comunicarse con signos manuales y, cuando lo hacen, también son capaces de respetar las convenciones lingüísticas humanas (sintaxis).

5. Véase también el libro de Steven Pinker *How the Mind Works* (W.W. Norton, Nueva York, 1997). Pinker reconoce, pero no explora en detalle la relación entre el desarrollo del cerebro y la «trigonometría tan terriblemente complicada» del brazo humano (pág. 11). También afirma que «Las manos son palancas que tienen influencia en el mundo que hizo importante la posesión de inteligencia. Las manos de precisión y la inteligencia de precisión coevolucionaron en el linaje humano, y los hallazgos fósiles muestran que las manos llevaron la iniciativa» (pág. 194).

6. R. Dunbar, *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*, págs. 60-65.

7. Merlin Donald, *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition* (Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991).

8. La justificación del empleo de este término y una cuidadosa exploración de las implicaciones son el tema de un amplio comentario en el libro de Donald (*Origins* págs. 167-186).

9. ¿Son los mismos los soportes cognitivos, o «computacionales» de la palabra y del gesto? Véase D. McNeill, «So you think gestures are nonverbal?» *Psychological Review* 92, nº 3 (1985), págs. 350-371.

10. Henry Plotkin, *Darwin Machines and the Nature of Knowledge* (Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1993).

11. Noam Chomsky, «Language and Thought», *Anshen Transdisciplinary Lectureships in Art, Science and the Philosophy of Culture, Monograph Tree* (Wakefield, Rhode Island, Moyer Bell/The Frick Collection, 1993). págs. 26-27.

12. Terence Deacon, *The Symbolic Species: The Co-Evolution of Language and the Brain* (W.W. Norton. Nueva York, 1997).

13. Robertson Davies, *What's Bred in the Bone* (Penguin Books, Nueva York, 1986).

3. El brazo que bajamos de los árboles

1. J. Wilke, *Wall Street Journal*, 7 de enero de 1992, págs. A_1, A_4 (edición del Oeste).

2. La historia de Richard es realmente muy interesante. Primero tuvo que familiarizarse con las grúas mientras trabajaba para una empresa aerospacial, donde su trabajo consistía en el mantenimiento de los equipos de comunicaciones de las estaciones de seguimiento remoto. Como el trabajo requería que se limpiasen o repintasen ocasionalmente grandes antenas parabólicas, tuvo que aprender a operar una grúa. Más tarde trabajó para una empresa dedicada al mantenimiento de grandes grúas, en la que hacía inspecciones de seguridad de grúas puente que ocasionalmente también reparaba. «Me vi regresando al aspecto mecánico de las grúas», me dijo, «cambiando cajas de cambio destrozadas, sustituyendo cables de acero desgastados y haciendo inspecciones. Le decía a la gente cómo podía solucionar los problemas de sus grúas o los solucionaba

yo mismo, porque la mayor parte de las veces había que localizar y solucionar problemas eléctricos. Tengo una buena formación mecánica y he trabajado mucho en soldadura, así como en diseño y dibujo industriales, por lo que en estas grúas yo no tenía ningún problema con los trabajos mecánicos y eléctricos.» Pero como el trabajo de mantenimiento le parecía poco para él, hizo un trato con su jefe: como le gustaba la idea de prevenir accidentes en las grúas, acordó desarrollar una división de entrenamiento para la empresa.

3. Aunque éste no es el caso aquí, es bueno recordar al lector que, para un determinado movimiento, los pesos, las distancias y las velocidades pueden variar en muchos órdenes de magnitud y *pueden hacerlo de manera totalmente independiente entre sí.* La existencia de estas variables, que exigen una extremada flexibilidad en el control de la fuerza y la temporización de la contracción muscular, añade tanta complejidad adicional a la carga computacional del movimiento coordinado que nadie tiene la menor idea de cómo se hace. Nosotros también jugamos con las complejidades empleando herramientas cuyo tamaño y acción difieren en una escala enorme: el titiritero acciona una marioneta que pesa alrededor de 1,8 kg colgada de los extremos de unas cuerdas de 3 m de longitud, mientras que el operador de la grúa móvil más alta del mundo puede elevar 33 toneladas a una altura de 160 m. Otro ejemplo extremo: un microcirujano vascular sostiene un fórceps, una aguja e hilo de sutura y, con infinita delicadeza, describe un arco semicircular a medida que va cosiendo vasos sanguíneos apenas más anchos que un glóbulo rojo; una vez terminado su trabajo se va a jugar una partida de tenis y, con un diestro golpe de derecha, es capaz de mover una raqueta describiendo el mismo arco semicircular, miles de veces más deprisa, más lejos y más contundentemente que el fórceps y sin ninguna pérdida de precisión.

4. Un hecho muy interesante es que existe otra estructura emparejada en el cuerpo cuyos movimientos imitan los del hombro en su geometría: el ojo. Aunque no existe ningún reconocimiento oficial de esta idea (hasta donde yo sé), creo que el emparejamiento de las rotaciones de hombro y ojo en el acto de apuntar merece un examen más detallado.

5. El lector puede comprobar por sí mismo este enlace biomecánico de extremo con extremo muy fácilmente. Sitúese de pie junto a una pared, con un costado orientado hacia ella y justo a una distancia tal que, levantando el brazo recto hacia un lado, las uñas casi toquen la pared. A continuación levante su mano tal como lo hace un guardia de tráfico al efectuar el gesto de stop. Manteniendo esta posición del brazo, coloque el dedo pulgar de la otra mano en la base de la clavícula, directamente debajo de la nuez. Cuando haya terminado, ponga su brazo de guardia de tráfico absolutamente recto y rígido y luego déjese caer contra la pared. Cuando la palma de su mano golpee contra la pared, sentirá un impacto ligeramente retardado en el pulgar de la otra mano. La fuerza del impacto se habrá transmitido directamente desde la palma de la mano (la muñeca) a través del antebrazo, el codo, la parte superior del brazo, la articulación del hombro, el omóplato, la clavícula y la articulación esterno-

clavicular (donde está el pulgar). Es un golpe amortiguado, pero franco y evidente. El lector habrá alineado todos aquellos huesos y uniones en línea recta, como los vagones de un tren en la vía, por lo que la fuerza del impacto se transmite de un extremo a otro, como cuando una locomotora en marcha atrás impacta contra el primer vagón de un tren y en el furgón de cola se nota un golpe un par de segundos más tarde.

6. Con los cambios de postura y de uso del brazo ocurren constantes fluctuaciones de la actividad muscular que no sólo son esenciales para la soltura de los movimientos de la mano, sino probablemente fundamentales para el mantenimiento de una buena salud fisiológica de hombros y brazos. Secretarias, oficinistas introductores de datos y otros que utilizan ordenadores durante largos periodos de tiempo, a menudo padecen dolores en las muñecas y las manos. Aunque se pueda decir que han desarrollado el llamado síndrome del túnel carpiano, a menudo tienen problemas mucho mayores en los hombros, el cuello y la parte superior de la espalda que los de las muñecas. Una parte de la explicación sería que cuando las personas se sientan ante un teclado situado frente a un monitor de ordenador (especialmente si están bajo tensión o están sumamente absorbidos por el trabajo) los músculos de los hombros parecen entrar en un estado de contracción continua de bajo nivel. Éste es un estado anormal para estos músculos y, aunque las *fuerzas* musculares sean pequeñas, la contracción muscular continuada es suficiente por sí sola para producir dolores en el cuello y en los hombros, y es casi seguro que contribuye al entumecimiento de brazos y manos, e incluso al padecimiento de jaquecas. Una contribución adicional a los desórdenes muscoesqueléticos habituales asociados al uso del ordenador es una circulación defectuosa hacia el brazo (y de los nervios hacia el brazo) inducida por la contracción muscular sostenida y la resultante postura anómala del hombro: el llamado síndrome de salida torácica, o síndrome de compresión neurovascular.

7. Un impresionante ejemplo de esta capacidad de reacción y del control bidireccional y mutuamente dependiente es el conocido truco gimnástico de la columna de dos hombres sosteniéndose con las manos. Un gimnasta está de pie y con las manos mirando hacia arriba, sosteniendo las manos del segundo gimnasta, que está haciendo la vertical cabeza abajo por encima de su compañero. Cada miembro de la pareja no sólo debe controlar los movimientos de sus propias manos, sino ajustar sus propios movimientos corporales para mantener la estabilidad de una columna con el extremo superior pesado. El éxito depende del mutuo esfuerzo de los gimnastas, así como de la extremada precisión de un sistema sensitivomotor que detecta y reacciona instantáneamente a minúsculas desviaciones de la posición de la cabeza del húmero dentro de la articulación del hombro.

4. Lecciones de títeres de Alejandría y Düsseldorf

1. Maxine Kumin, «The absent ones» en *House, Bridge, Fountain, Gate* (Viking Press, Nueva York, 1975).

2. H. Joseph, *A Book of Marionettes* (Viking Press, Nueva York, 1929), capítulo 1.

3. Heinrich von Staden de Yale, que ha traducido muchos textos médicos originales de los antiguos griegos, cita el siguiente escrito de Rufo de Éfeso:

> «Pero, según Herófilo... los nervios que permiten hacer cosas voluntarias tienen su origen en el cerebro y la médula espinal, y algunos crecen de hueso a hueso, otros de músculo a músculo y algunos también ligan las articulaciones.» El propio Von Staden concluye: «Mientras la última frase sugiere que Herófilo no siempre tuvo éxito en la diferenciación entre nervios y tendones, el resto del pasaje indica que sabía que había dos clases de nervios, *aestetic* (sensorial) y nervios *prohairetika* (motor; literalmente, "capaz de elegir deliberadamente")» (Von Staden, *Herophilus: the Art of Medicine in Early Alexandria*, Cambridge University Press, Nueva York, 1989, págs. 250-251).

4. C. Goss, «*On Movement of Muscles* by Galen of Pergamon», *American Journal of Anatomy* 123 (1968), págs. 1-26. (Es una traducción completa del trabajo original, con comentario del doctor Goss).

5. En griego, *agon* significa concurso, y un *agonist* es un aspirante a un premio. Un *antagonist* es el adversario al que debe enfrentarse un *agonist* para ganar el premio. Para referirse a un músculo específico puede emplearse cualquiera de los tres diferentes términos. Cada músculo tiene un nombre *anatómico* único: por ejemplo, el músculo que conecta el omóplato a la cabeza del radio se llama bíceps. En segundo lugar, un término *funcional* puede aplicarse a cada músculo con nombre para indicar qué hace aquel músculo con respecto a las articulaciones sobre las que actúa: el bíceps es un flexor del brazo superior y del codo, y un supinador del antebrazo. Tercero, un término *fisiológico* indica un estado temporal de la activación del músculo: mientras el bíceps se contrae y acorta, haciendo que el codo se flexione, es un agonista; mientras el bíceps está estirándose, pero haciendo fuerza para frenar la extensión del codo, es un antagonista.

6. Ésta no es una idea tan disparatada, porque un músculo más abultado es un músculo *más corto:* piénsese en el bíceps flexionado. Pero Descartes no era un experimentador, y fue el fisiólogo holandés Swammerdam quien demostró que el volumen era el mismo tanto si estaba relajado como contraído.

7. Véase K. Ciuffreda y L. Stark, «Descartes' Law of Reciprocal Innervation», *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 52, vol. 10 (1974), págs. 663-673. Es posible que la elección de Descartes de los músculos para este modelo hubiese podido conducir inadvertidamente a Bell hacia esta investigación. Bell era principalmente un anatomista de los nervios craneales y este trabajo sobre el cuarto nervio craneal le condujo a proponer, y después demostrar, en 1829, que un nervio puede tener el efecto de *inhibir* la contracción muscular. En 1898, Charles Sherrington, basándose en el trabajo de Bell, de-

mostró que la contracción de un agonista va *precedida* de la inhibición (o relajación) de su antagonista.

8. La monografía de Sherrington *The Integrative Action of the Nervous System* (1906) marca el principio de la era moderna del estudio descriptivo y cuantitativo de la circuitería y las relaciones funcionales de las estructuras cerebrales con relación a la función del músculo. El trabajo de Sherrington no sólo proporcionó las bases necesarias para la neurofisiología contemporánea, sino la agenda y la metodología para la moderna investigación clínica en enfermedades neurológicas. Por el conjunto de sus trabajos, Sherrington y Adrian compartieron el Premio Nobel en 1932. Para una lectura informativa y extremadamente amena de esta historia, véase el capítulo 8 de la obra de Jonathan Miller *The Body in Question* (Random House, Nueva York, 1978). El núcleo de los trabajos de Sherrington sobre la inhibición refleja, incluido un ensayo sobre el «espasmo de la rodilla», puede encontrarse en el capítulo VII, «On reciprocal Innervation», en D. Denny-Brown eds., *Selected Writings of Sir Charles Sherrington* (Paul B. Hoeber, Inc., Nueva York, 1940).

9. El propio Galeno proponía hacer esto en su libro sobre el movimiento de los músculos: véase Goss, «On movement of muscles», pág. 12.

10. Guillaume Duchenne, *Physiology of Motion*, traducido y editado por E. Kaplan (J.B. Lippincott Co., Filadelfia, 1949; edición francesa original, 1867).

11. Véase George Speaight, *The History of the English Puppet Theatre*, segunda edición (Southern Illinois University Press, Carbondale, 1990), especialmente los capítulos 1 y 9.

12. Algunas veces, los dos músculos de un par funcionalmente recíproco se contraen al mismo tiempo para impedir que se mueva una articulación. Hay casos en que es posible que sea necesario «clavar» una articulación mientras se mueve otra adyacente. Esto sucede, por ejemplo, cuando un levantador de pesos hace flexiones de muñeca y flexiones de bíceps. En el primer ejercicio, un peso se mantiene fijo mediante los dedos flexionados, mientras la muñeca se flexiona y extiende. Durante este movimiento, el codo está estabilizado por la simultánea y sostenida contracción del bíceps y del tríceps, llamada «cocontracción flexor-extensor». En el ejercicio del bíceps, la muñeca se mantiene fija, mientras que el codo se flexiona y extiende. En la vida real ocurren miles de variaciones de desplazamientos hacia delante y hacia atrás del sistema musculoesquelético. Sin esta flexibilidad fisiológica incorporada, nuestro repertorio de movimientos voluntarios sería extremadamente limitado.

13. Los músculos que hay alrededor del ojo están idealmente dispuestos para dirigir el ojo hacia cualquier punto que deba inspeccionarse, y representa el caso ideal de actividad muscular recíproca en el cuerpo. Cuatro músculos (los músculos rectos) van de delante a atrás, desde fijaciones de la parte superior, la parte inferior y los lados del ojo a un punto común de la parte posterior de la órbita. El músculo superior (recto superior) mueve el ojo (y la mirada) hacia arriba, el músculo interior (recto medio) hace que el ojo apunte hacia la nariz y

el exterior (recto lateral) hace que el ojo apunte en dirección opuesta a la nariz. Otros dos músculos (los oblicuos) están orientados en ángulo recto con los músculos rectos, y su principal función es hacer girar el ojo en sentido horario o antihorario. Sin embargo, en la vida real, las funciones de estos músculos no son, ni con mucho, tan sencillas. En efecto, los músculos rectos medios y laterales sólo tiran en una dirección de lado a lado, hacia o lejos de la nariz. Pero los músculos oblicuos y los rectos superiores e inferiores producen un movimiento combinado vertical y rotativo. Véase la figura 4.3.

14. J. Macpherson, «How Flexible Are Muscule Synergies?» en D. Humphrey y H.-J. Freund, eds., *Motor Control: Concepts and Issues* (John Wiley and Sons, Nueva York, 1989).

15. El cuerpo principal (eje) es alargado y, desde él, tres barras más pequeñas se prolongan a un lado como alas. La barra frontal aguanta los tres hilos de las orejas y la nariz y está sólidamente fijada en el centro, de manera que cualquier giro de la barra longitudinal inclinará la cabeza hacia el lado correspondiente; haciendo caer el extremo del eje se hará inclinar la cabeza del títere. En el centro del eje, donde la mano derecha agarra el cuerpo principal del dispositivo, va montada una barra más gruesa que aguanta las cuerdas que van a las rodillas. La manipulación de esta barra por su pivote hace que las rodillas se eleven sin que se produzcan cambios en la posición de la cabeza o de los hombros. En el extremo posterior del eje hay una barra articulada libremente cuyas cuerdas van hacia los hombros. Esta barra tiende a mantenerse nivelada independientemente de lo que se esté haciendo con el eje, por lo que los hombros del tutor tienden a mantenerse horizontales. Los brazos y las manos son controlados por una barra muy larga conectada a la parte frontal del eje mediante cuerdas que van desde el eje a cada extremo de la barra. Como la barra de las manos está conectada separadamente y se manipula con la mano izquierda, es posible efectuar los movimientos de los brazos y las manos de manera completamente independiente.

16. Es decir, el antebrazo del títere, como el del ser humano, puede pronar y supinar. Recuérdese que el bíceps es un supinador del antebrazo; la pronación está controlada principalmente por dos músculos, uno que cruza el codo y otro cerca de la muñeca. En el títere, si la cuerda tira del lado del pulgar de la muñeca, la mano supinará. Si la cuerda tira del lado del dedo meñique de la muñeca, la mano pronará. Si se tira de las *dos* cuerdas al mismo tiempo, la mano se elevará. Esta disposición es estrictamente análoga a lo que determina el movimiento en un brazo real, que depende de una reciprocidad agonista-antagonista y (como en las personas) de un movimiento completamente diferente cuando ocurre una cocontracción simultánea. Si el titiritero emplea su propio bíceps para supinar su codo en el gesto que supina el brazo del *títere*, habrá una estrecha adaptación no sólo en la coreografía superficial, sino en la mecánica subyacente del movimiento.

1. «Niño y trompo», de Octavio Paz, poema aparecido en *Piedras sueltas* (1955).

2. Nicolai Bernstein, *The Coordination and Regulation of Movements* (Pergamon Press, Oxford, 1967), pág. 13.

3. S. Culin, *Games of the North American Indians* (Dover, Nueva York, 1975).

4. Se recomiendan siete textos para el lector que desee seguir con más detalle los aspectos técnicos del control motor tratado en este capítulo. Los volúmenes Rosenbaum y Wing fueron escritos para estudiantes avanzados; los otros requieren un conocimiento sustancial en neurofisiología o en investigación del movimiento. La última monografía de Jeannerod está fuertemente orientada hacia la investigación en el control motor de los movimientos de alcanzar y agarrar. También es interesante leer el artículo de S. Zeki, «The visual image in mind and brain», *Scientific American*, septiembre de 1992, págs. 69-76.

M. Jeannerod, *The Neural and Behavioral Organization of Goal-Directed Movements* (Clarendon Press, Oxford, 1988)

—, *The Cognitive Neuroscience of Action* (Blackwell Publishers, Cambridge, Mass., 1977)

D. Humphrey y H.-J. Freund, *Motor Control: Concepts and Issues* (John Wiley, Chichester, 1991)

C. Phillips, *Movements of the Hand* (Liverpool University Press, Liverpool, 1986)

D. Rosenbaum, *Human Motor Control* (Academic Press, Nueva York, 1991), especialmente los capítulos 5 y 6

J. Rothwell, *Control of Human Voluntary Movement*, 2ª edición (Chapman and Hall, Nueva York, 1994)

A. Wing, P. Haggard y J. Flanagan, *Hand and Brain: The Neurophysiology and Psychology of Hand Movements* (Academic Press, San Diego, 1996)

5. Recientemente, la respuesta a esta pregunta ha cambiado de un «no» definido a un «quizá» definido. La rápida evolución de lo que se llaman técnicas funcionales de imaginería cerebral permite, bajo condiciones altamente controladas y circunscritas, investigar las correlaciones cerebrales del aprendizaje. Una tendencia general que surge de este trabajo parece ser que, durante las primeras etapas del aprendizaje, el córtex es metabólicamente muy activo; una vez memorizadas las rutinas motoras, la realización de la actividad tiende a estar asociada con la activación de un profundo juego de estructuras llamado ganglios basales. Por ejemplo, véase de R. Seitz y P. Roland, «Learning of sequential finger movements in man: a combined kinematic and positron emission tomography (PET) Study», *European Journal of Neuroscience* 4 (1992), págs. 154-165. Cabe

preguntarse qué habría sucedido en un estudio como éste si la práctica se hubiese hecho con un artista que hubiese aprendido, por ejemplo, malabarismos, empleando un curso de instrucciones de realidad virtual.

Los neurólogos también se han interesado en pacientes que, después de una lesión cerebral, pueden aprender nuevas habilidades, pero no retienen ningún recuerdo de su práctica. A medida que adelantan en su entrenamiento se observan progresos, pero los pacientes todavía se enfrentan a cada sesión de entrenamiento declarando que es su primer intento. Esta disociación entre la destreza y el conocimiento consciente ha conducido a la propuesta de que hay dos clases de aprendizaje de habilidades: una depende de una memoria de motor postulada, o *procedural;* la otra, asociada al conocimiento consciente de la información basada en hechos, que puede comunicarse verbalmente a otro, depende de la que se llama memoria *declarativa.*

Algunos psicólogos deportivos dudan de que estas dos clases de aprendizajes, o memorias, funcionen independientemente. Cuidadosos estudios de expertos atletas confirman que los altos rendimientos necesitan las dos y que son *altamente* interactivas. Véanse, por ejemplo, los capítulos 1 y 6 en J. Starkes and F. Allard, eds., *Cognitive Issues in Motor Expertise* (Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993).

6. Charles Bell, *The Hand, Its Mechanism and Vital Endowments, As Evincing Design: The Bridgewater Treatises on the Power, Wisdom and Goodness of God as Manifested in the Creation* (Treatise IV; Harper and Brothers, Nueva York, 1840), pág. 188.

7. Con los avances en la visualización de la estructura celular a principios de este siglo, se comprobó que cierto número de células especializadas, llamadas «mecanorreceptoras», se situaba en la piel, en el músculo y en las articulaciones, y que eran responsables colectivamente de la monitorización consciente e inconsciente por el cerebro de la orientación y el movimiento de la cabeza, del miembro y del cuerpo: en otras palabras, realizan lo que Bell quería decir con el término «sentido del músculo». Entre estos receptores, el más complejo (llamado huso muscular) tiene funciones sensoriales y motoras, y se sabe que es esencial para la sintonía y corrección de los movimientos aprendidos.

8. Recientes investigaciones sobre este proceso de desarrollo han confirmado la idea básica de Bell sobre el importante papel que la búsqueda visual activa tiene en la formación de un sistema de referencia para los movimientos de la mano. Véase A. Hein y R. Diamond, «Contribution of eye movement to the representation of space», en Hein and Jeannerod, eds., *Spatially Oriented Behavior* (Springer-Verlag, Nueva York, 1983), págs. 119-133.

La información adquirida a través de la exploración táctil se llama información *háptica.* Para un comentario más amplio sobre este tema, véase Phillips, *Movements of the Hand,* especialmente los capítulos 1, 7 y 8; y Wing *et al., Hand and Brain,* capítulos 16-21.

9. Jeannerod, *Neural and Behavioral Organization,* pág. 51.

10. El «tacto activo» (un término acuñado por Sherrington) significa la guía

consciente de la mano para examinar e identificar objetos del mundo exterior. No puede dominarse hasta que los movimientos de la mano y del ojo se han acoplado; y esto no puede suceder hasta que los movimientos de la *cabeza* y del ojo se han acoplado. Sobre este tema se ha hecho y se está haciendo tanta investigación que, en general, se considera una especialidad por derecho propio.

La secuencia del desarrollo de la destreza de la mano y de los dedos es un tema de considerable interés debido a la exclusiva capacidad humana de controlar individualmente los movimientos de los dedos, llamados movimientos de «fraccionación». Los niños pequeños pueden acercar los dedos pulgar e índice en los primeros seis meses de su vida, pero no pueden hacer otros movimientos controlados de los dedos individuales ni manejar pequeños objetos en la mano mediante un agarre preciso hasta la edad de un año, momento en que también empiezan a mostrar su preferencia por la mano derecha o la izquierda. Según un amplio estudio de la maduración del agarre del niño, no es hasta mucho más tarde —a veces hasta la edad de cinco años— que el niño adquiere el control refinado de las fuerzas friccionales necesarias para manipular objetos sin utilizar una fuerza excesiva (H. Forssberg *et al.*, «Development of human precision grip» [4. Tactile adaptation of isometric finger forces to the frictional condition], *Experimental Brain Research* 104, 1995, págs. 323-339).

Hace tiempo que el perfeccionamiento de las habilidades motoras de la mano se ha asociado a la maduración de un camino especial —el tracto piramidal— entre la zona motora primaria del córtex y la espina dorsal. Recientemente se ha demostrado que la capacidad del niño para mover los dedos rápidamente no depende del entrenamiento, sino sencillamente de la maduración de este camino (véase K. Müller y V. Hömberg, «Development of speed of repetitive movements in children is determined by structural changes in corticospinal efferents», *Neuroscience Letters* 144, 1992, págs. 57-60). Una lesión en la zona de control cortical primaria para la mano o en el tracto piramidal tiene desastrosas consecuencias, porque priva a la mano de su destreza. Estas lesiones son una consecuencia común y trágica de embolias y traumatismos en la cabeza; pero también puede aparecer en los niños como parte de una alteración del sistema motor más generalizada como es la parálisis cerebral.

11. Véase «Serge Percelly does not take juggling lightly» en *The New Yorker*, 8 de noviembre de 1993, págs. 50-51.

12. Howard Austin, «A computational theory of physical skill» (tesis doctoral, Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, Massachusetts Institute of Technology, marzo de 1976), págs. 88-91. También es recomendable que las personas interesadas en los juegos malabares consulten dos artículos dedicados a este tema para que puedan explorar al mismo tiempo la neurociencia y las prácticas de aprendizaje: P. Beek y A. Lewbel, «The science of juggling», *Scientific American* 273 (noviembre de 1995), págs. 92-97; y S. Kemper, «If it's impossible, Michael Moschen will do it anyway», *Smithsonian*, agosto de 1995, págs. 38-47.

13. Austin, «A computational theory of physical skill», pág. 363.

14. Austin, «A computational theory of physical skill», págs. 43-44.

15. Los psicólogos deportivos han investigado la interacción entre el conocimiento declarativo y el procedural mediante la siguiente proposición: «Cuando están enlazados el conocimiento y la acción, el enlace tiene que trabajar en ambas direcciones: si el conocimiento facilita la acción, la acción debe facilitar el conocimiento» (F. Allard *et al.*, «Declarative knowledge in skilled motor performance: byproduct or constituent? en Starkes and Allard eds., *Cognitive Issues in Motor Expertise*). Los autores de este trabajo examinaron la correlación entre la competencia de ex atletas como jueces de alta competición y su anterior nivel alcanzado en el mismo deporte, y encontraron una correlación positiva: «Si uno tiene que hacer de juez de alta competición, es de mucha ayuda haber competido en la misma especialidad a alto nivel».

Otro estudio que intenta discernir qué hacen los expertos que *no* hacen los principiantes nos devuelve al fascinante mundo de las prestaciones visuomotoras. Los movimientos de los ojos de los jugadores de tenis de mesa seguidos por sensores de infrarrojos demuestran que los expertos «buscan información previsible» y «reducen la cantidad de información que necesitan procesar en los breves periodos de tiempo de que disponen» (F. Allard, «Cognition, expertise, and motor performance», en Starkes and Allard, eds., *Cognitive Issues in Motor Expertise).*

16. Austin, «A computational theory of physical skill», págs. 367-371.

17. Jeannerod, *The Cognitive Neuroscience of Action*, págs. 28-31.

18. Jeannerod, *The Cognitive Neuroscience of Action*, pág. 21.

19. Austin, «A computational theory of physical skill», pág. 50.

6. La prensión del pasado

1. D.H. Lawrence, *Fantasia of the Unconscious* (Penguin Books, Nueva York, 1960), pág. 49; publicado por primera vez en 1922.

2. De tal palo, tal astilla. Hace varios años, cuando David trabajaba como carpintero, sufrió un grave accidente en una mano: una potente sierra cortó su dedo meñique, al tiempo que cortaba parcialmente su dedo anular y fracturaba una de sus falanges. He aquí como describió lo que sucedió a continuación:

> Recogí los pedazos, los envolví en una camisa y fui al hospital acompañado de un amigo. Mi dedo meñique estaba cortado y mi dedo anular estaba mutilado y fracturado en su base. Me presenté a la chica del mostrador de recepción y le dije: «Me he cortado gravemente dos dedos» y ella dijo: «Muy bien, necesito su tarjeta». Mi compañero que estaba allí sacó la cartera de mi bolsillo y le dio la tarjeta.
>
> A continuación, la chica dijo: «De acuerdo, son cinco dólares». Le di los cinco dólares y ella dijo: «Puede sentarse en una silla». Por entonces ya

habían transcurrido unos cuarenta y cinco minutos desde que había sufrido el accidente y el dolor era realmente intenso, pero creía que la chica sabía lo que estaba haciendo. Después de estar sentado unos diez minutos hablando con mi amigo y soportando el dolor, le dije: «Sabes, me gustaría ver a alguien» y volví al mostrador. «Lo siento señora», dije, «no creo que se haya dado cuenta de lo graves que son mis lesiones.» Entonces dijo: «Está bien, déjeme ver de qué se trata». Yo le dije: «Se arrepentirá. Los pedazos se caerán». Pero ella dijo: «¡Vamos, adelante!». Ella pensaba que estaba exagerando, como haría la mayoría de la gente en una situación parecida, pero cuando desenvolví la camisa y los pedazos de mis dedos cayeron sobre el mostrador, ella se movilizó rápidamente. Lo que sucedió a continuación es que estaba echado en la mesa de una cabina de primeros auxilios.

Entonces apareció un médico y me habló, diciéndome que iba a curar mis dedos. Agarró mi mano y empezó a manipular, estirando, cortando y cosiendo; extendí mi otra mano y empecé a repiquetear con el dedo índice. Sudaba la gota gorda. Pero cuando estaba a punto de desmayarme, me miró, vio lo que me ocurría y me preguntó: «¿Ha recibido alguna clase de medicación, algún medicamento contra el dolor?». Le dije que no. Entonces él puso la mano sobre su tarjeta de identificación y salió rápidamente de la habitación. Me estaban sometiendo a prueba, pero me dije: «Si quieren hacerlo de esta manera, yo también puedo. Puedo soportarlo».

Yo no estaba cubierto por ningún seguro de accidentes de trabajo. Acababa de graduarme y no podía quedarme en casa sin ningún ingreso. Por tanto, a la semana siguiente acudí al trabajo con mi mano enyesada y el brazo en cabrestillo, pero enseguida comprobé que la mano izquierda no me servía para nada debido al enyesado. Entonces volví a casa y corté el yeso entre los dedos anular y medio y luego lo corté transversalmente, de manera que me quedaron libres los dedos medio, índice y pulgar. Así podía agarrar y sostener cosas. Mi mujer montó en cólera cuando me vio coger una sierra y cortar el yeso. Se puso fuera de sí.

Pude volver al trabajo porque podía aguantar el escoplo o un clavo con mi mano izquierda, así como hacer otras operaciones, aunque con cuidado. Y lo mismo sucedió con la caza. Salí de caza dos semanas más tarde, todavía con el enyesado. Andaba por las colinas de Pennsylvania (creo que sólo habían pasado dos semanas desde el accidente) y cazaba.

3. El entendimiento de David con los caballos se corresponde fuertemente con lo que se describe en dos libros: Tom Dorrance, *True Unity: Willing Communication Between Horse and Human* (Pioneer Publishing, Fresno, Calif., 1987); y Monty Roberts, *The Man Who Listens to Horses* (Random House, Nueva York, 1997).

4. J. Napier, «The prehensile movements of the human hand», *Journal of Bone and Joint Surgery*, 38-B, nº 4 (1956), págs. 902-913.

5. Treinta años después de que Napier propusiera esta regla, los neurofisiólogos encontraban su contrapartida en el comportamiento de células cerebrales aisladas. Jeannerod (*The Cognitive Neuroscience of Action*, Blackwell Publishers, Cambridge, Mass., 1977) revisa este sorprendente descubrimiento:

> Se puede demostrar, por ejemplo, que una neurona corticoespinal de un mono que se activa durante un movimiento de un determinado tipo (por ejemplo, un asimiento de precisión) no se activará con otro tipo (por ejemplo, un asimiento de fuerza), a pesar de que en ambos casos hay implicados los mismos músculos. Este resultado indica que una neurona motora concreta puede estar conectada a varios conjuntos de neuronas corticales, y que cada conjunto se activa en relación a cierto tipo de movimiento, no por la contracción de un músculo determinado. La consecuencia lógica de estos descubrimientos es que existen diferentes representaciones corticales para el mismo músculo y que cada representación entra en acción de acuerdo con el tipo de movimiento que debe realizarse (pág. 41).

Jeannerod cita como fuente de este párrafo a R. Muir y R. Lemon, «Corticospinal neurons with a special role in precision grip», *Brain Research* 261 (1983), págs. 312-316; y a R. Lemon *et al.*, «Corticospinal facilitation of hand muscles during voluntary movements in the conscious monkey», *Journal of Physiology* 381 (1986), págs. 497-527.

6. Napier hizo notar que tanto si abarca un objeto grande como pequeño, el dedo pulgar sólo es estable en dos posiciones: apretando contra el lado del dedo índice (aducido) o completamente girado en oposición (abducido, pronado e incluso flexionado o extendido, según el tamaño del objeto). También observó que el pulgar está casi siempre *aducido* cuando se necesita cierto grado de precisión en el asimiento de fuerza (como al apuntar con una linterna de mano, regar con una manguera de jardín o sostener un florete). En cambio, el pulgar se desplaza en oposición lo más lejos posible cuando la principal necesidad es la fuerza (al sacudir un garrote). Se puede pensar que el agarre con la posición aducida del pulgar (la de «precisión-fuerza») simplemente es un gesto de apuntamiento u orientación hacia el objeto considerado; en estudios sobre el alcance con la mano abierta, normalmente el pulgar se alinea con el eje del antebrazo, mientras que el índice se extiende (abre) una distancia suficiente para adaptarse al tamaño del objeto a agarrar.

7. Jeannerod, *The Cognitive Neuroscience of Action*, págs. 39-40.

8. C. Long *et al.*, «Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling», *Journal of Bone and Joint Surgery* 52-A, nº 5 (1970), págs. 853-867. En la elevación del martillo se activan los interóseos dorsales y palmares asociados con los dedos índice, medio y anular. Los pequeños músculos lumbricales —excepto el del meñique— no estaban implicados en ningún asimiento de fuerza. Al comentar la excepción del cuarto lumbrical, los autores sugieren que este músculo actuaba como aductor y rotador ulnar del

quinto dedo. Por supuesto, éste es nuestro movimiento de desviación ulnar, del que depende el asimiento de presión orientado oblicuamente, y que es exclusivamente humano. Véase la fig. 6.4.

9. H. Forssberg *et al.*, «Development of human precision grip» (4. Tactile adaptation of isometric finger forces to the frictional condition), *Experimental Brain Research* 104 (1995), págs. 323-330.

10. Según el *Libro Guinness de los récords* de 1993, Robert Chisnell tenía treinta años en 1982 cuando estableció el récord mundial de 22 elevaciones a fuerza de un solo brazo, 12 elevaciones con dos dedos y 12 elevaciones con un dedo. En 1988, Lee Chin-yong estableció el récord de elevación con dos brazos: 370 veces sin detenerse. Entonces tenía sesenta y tres años de edad. (Olvídese el lector de la oleada de testosterona de los dieciséis; la vida empieza a los treinta.)

7. El pulgar de veinticuatro quilates

1. Raoul Tubiana, «Architecture and functions of the hand», en R, Tubiana, ed., *The Hand*, vol. 1 (W.B. Saunders, Filadelfia, 1981), pág. 19.

2. John Napier, *Hands*, ed. revisada (Princeton University Press, Princeton, 1993), pág. 55.

3. Algunas personas creen, y Merlin Donald es una de ellas, que la teoría de Darwin no puede dar cuenta del estatuto especial de *Homo sapiens sapiens* ni proporcionar un modelo predictivo de su evolución. ¿Por qué? Porque desde el principio nuestra estirpe ha manipulado en gran medida las otrora no orquestadas remodelaciones de la vida de la jungla. No sólo tuvimos que librar batallas por nuestros nichos ecológicos, sino que nos dedicamos agresivamente a rehacer la estructura y la dinámica de cada nicho. Primero apareció *Homo habilis*, el primer fabricante profesional de herramientas. Después vino *Homo erectus*, que aparentemente descubrió que una fuerza natural como el fuego podía utilizarse, al igual que las piedras, como herramienta. Después apareció *Homo sapiens*, que amplió este proceso de apropiación, modificación y elaboración (inventando la pólvora y domesticando la electricidad, por ejemplo) hasta el punto de que los seres humanos disfrutamos ahora de un grado de protección sin precedentes contra los ciegos procesos que configuraron la evolución de nuestra especie. Después de ver lo fácil que es «mejorar en la naturaleza», los humanos, por decirlo así, hemos puesto manos a la obra: asistidos por ordenadores, estamos muy ocupados con la capa de ozono y el calentamiento de la Tierra. Si algún día lanzamos una cabeza nuclear al espacio exterior y, al explosionarla, desviamos un asteroide que venía directamente hacia nosotros, nadie podrá negar que nos hemos convertido en unos astutos tramposos en el juego de la selección natural.

Merlin Donald *(Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991) lo expresa de esta manera:

> Una cosa es cierta: si comparamos la compleja arquitectura representativa de la mente humana con la del simio, tenemos que concluir que el universo darwiniano es demasiado pequeño para contener la humanidad... La biología decimonónica... no disponía de un vocabulario adecuado para establecer las dimensiones cognitivas de la evolución humana. Nuestros genes pueden ser casi idénticos a los de un chimpancé o de un gorila, pero nuestra arquitectura cognitiva no lo es. Al haber alcanzado un punto crítico en nuestra evolución cognitiva, somos criaturas interrelacionadas que emplean símbolos, a diferencia de cualquier otro fenómeno que haya existido antes que nosotros (pág. 382).

Tim Ingold *(Tools, Language and Cognition)* lo explica así:

> Lo que se necesita es una concepción de la evolución más amplia que la estrecha concepción darwiniana adoptada por la mayoría de biólogos. En el centro de esta concepción está el organismo-persona como agente intencional y creativo, que nace y se desarrolla en un contexto de relaciones ambientales (incluyendo las relaciones sociales con los semejantes) y a través de sus acciones contribuye al contexto del desarrollo de sus allegados. En esta visión, el comportamiento no es generado por programas innatos, genéticamente codificados, ni por programas adquiridos culturalmente, sino por la actuación del organismo entero sobre su entorno (pág. 470).

Por supuesto, no es posible probar que este cambio de reglas sea ventajoso para nosotros. Sólo significa que ahora *nosotros mismos* podemos hacer un mal uso inadvertido del poder tan fácilmente como puede hacerlo la Madre Naturaleza cuando actúa por sí sola. Léase, por ejemplo, «Los Angeles against the mountains» en *The Control of Nature* de John McPhee (The Noonday Press, Nueva York, 1990).

4. Charles Bell, *The Hand, Its Mechanism and Vital Endowments, As Evincing Design*, Harper and Brothers, Nueva York, 1840, pág. 157.

5. Frederick Wood Jones, *The Principles of Anatomy as Seen in the Hand*, segunda edición, Williams and Wilkins, Baltimore, 1942, págs. 298-300.

6. O.J. Lewis, *Functional Morphology of the Evolving Hand and Foot*, Clarendon Press, Oxford, 1989, pág. 89.

7. Napier, *Hands*, pág. 55.

8. D. Johanson y M. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Simon and Schuster, Nueva York, 1981, págs. 348-349.

9. Mary Marzke, «Evolution», en K.M.B. Bennet and U. Castiello, eds., *Insights into the Reach to Grasp Movement*, Elsevier Science B.V., Amsterdamm, 1994, capítulo 2.

10. Mary W. Marzke, «Precision grips, hand morphology, and tools», *American Journal of Physical Anthropology* 102 (1997), págs. 91-110, pág. 99.

11. Mary W. Marzke, «Evolution of the hand and bipedality», en A. Lock and C. Peters, eds., *Handbook of Human Symbolic Evolution*, Clarendon Press, Oxford, 1966, pág. 131; Mary W. Marzke y Kathryn L. Wullstein, «Chimpanzee and human grips: a new classification with a focus on evolutionary morphology», *International Journal of Primatology* (1966), págs. 117-139, pág. 135 (Tabla III).

12. Mary Marzke, «Evolutionary development of the human thumb», *Hand Clinics* 8, nº 1 (febrero de 1992).

13. Persiste una cierta controversia sobre si los cambios descritos por Marzke permitían que el segundo metacarpo de Lucy pudiese pronar (girar hacia el pulgar) en la muñeca, como en el caso humano. Además, de los especímenes existentes no es posible determinar si el largo y poderoso flexor distal de la articulación del pulgar era un músculo separado en *A. afarensis*. En la mayoría de antropomorfos, este músculo se origina en común con los flexores profundos de los dedos, por lo que, para ellos, la flexión y la extensión del pulgar es difícil de efectuar como movimiento independiente.

Cuando Napier examinó la mano de *H. habilis*, un espécimen que había sido datado aproximadamente en 1,82 millones de años, sugirió que el tendón del flexor largo del pulgar podría estar separado, con la posibilidad de flexionarse independientemente de los flexores profundos de los demás dedos. La articulación en ensilladura de la base del pulgar también era más ancha y plana, lo que hacía posible un mejor contacto entre el pulgar y los demás dedos.

Después, la evolución aportó algunas modificaciones adicionales que permitieron que todos los agarres descritos por Long fuesen asequibles para la mano humana. Como recopilación, los principales cambios en la mano y la muñeca humanas son los siguientes:

- Otra modificación de la base del segundo metacarpo y sus uniones con el trapecio, el trapezoide y el capitatum, permitiéndole hasta 10 grados de flexión-extensión, así como una ligera pronación, en la articulación de la muñeca.
- El aplanamiento y la curvatura de la superficie de articulación del hueso medio del carpo (es decir, una articulación en ensilladura modificada), con lo que en la articulación metacarpiana del dedo meñique puede producirse una flexión-extensión de aproximadamente 25 grados, más la supinación durante los movimientos de flexión; y unos 10 grados de flexión en la misma articulación del anular y la supinación en la flexión. Además, el cuarto metacarpo es más corto que el tercero y el quinto más corto que el cuarto, lo que da una ligera pendiente a la oblicuidad de la mano en el asimiento de presión, haciéndolo más efectivo. El quinto metacarpo está muy engrosado, por lo que puede absorber y transmitir las grandes fuerzas desarrolladas por el quinto dedo durante el asimiento de presión.
- La configuración de las articulaciones entre metacarpianos y falanges (nudillos) permite una considerable rotación en la dirección tanto de prona-

ción como de supinación. La capacidad de manipular pequeños objetos queda aumentada por este cambio (sin el que sería imposible pulsar las cuerdas de una guitarra). Véase la figura 7.2.

- Se ha formado una penacho palmar ampliado en la yema del pulgar con dos compartimientos de tejidos blandos. El resultado es que hay una mayor superficie para la exploración táctil con la yema del pulgar y un gradiente de corta longitud en la «sensación» de la yema del dedo.

Recientemente se han introducido varios refinamientos en el sistema de clasificación de agarres de Napier. Marzke ha adoptado el modelo de Long, que divide el asimiento de potencia en asimiento de *presión* (martillos, raquetas de tenis), de *disco* (asas de jarras y manijas de puertas), de *gancho* (carteras de mano) y *esférico*, para objetos grandes en forma de pelota. Long divide los asimientos de precisión, o *movimientos de manipulación*, en los tres indicados anteriormente por Marzke para *A. afarensis*, más un asimiento *yema-a-yema*, en el que la yema del pulgar puede ponerse en contacto directo con cualquiera de las yemas de los demás dedos. Véase Charles Long, «Electromyographic studies of hand function» (fig. 4), en Tubiana, ed., *The Hand*, vol. 1, págs. 427-440; y Charles Long *et al.*, «Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling», *Journal of Bone and Joint Surgery* 52-B (1970), págs. 853-867.

14. Mary Marzke, «Evolutionary development of the human thumb», *Hand Clinics* 8 (1992), págs. 1-8.

15. James Shreeve, *The Neandertal Enigma: Solving the Mystery of Modern Human Origins*, William Morrow and Company, Nueva York, 1995, págs. 20-21.

16. Alguna vez, mucho después de la aparición de los peces primitivos hace unos 400 millones de años, la aleta de cinco radios se adaptó al uso en tierra. Entonces, en diferentes épocas y diferentes puntos del mundo, la cadena exterior de los huesos del lado radial de la extremidad anterior (brazo) empezó a adquirir una nueva forma y a crear un nuevo nicho para él en la extremidad. De alguna manera, la cadena radial o «radio» (el pulgar) perdió uno de los tres huesos que forman cada dedo. ¿Por qué el pulgar sólo tiene dos falanges, mientras que los demás dedos tienen tres? ¿Cuándo desapareció el hueso perdido? Una posibilidad es que no fuera la falange, sino el primer metacarpiano el hueso que desapareció. Lo que *llamamos* primer metacarpiano tiene una placa de crecimiento situado en el extremo más cercano a la muñeca, como las 12 falanges de los otros cuatro dedos. Los demás metacarpianos tienen sus placas de crecimiento situadas en el extremo *alejado* de la muñeca. Por lo tanto, es posible que la falange proximal original del pulgar se alargase y después emigrase cerca de una posición a lo largo de los otros metacarpianos en algún momento de un pasado muy remoto. Si esto fue así, ¿por qué desapareció ese primer metacarpiano? Es posible que se viese forzado a desaparecer. Quizá se convirtió en el trapecio. Es fascinante imaginar que un diminuto y biomecanicamente único

hueso de la base del hueso que ejerce de primer metacarpiano, el trapecio, sea el *verdadero* primer metacarpiano viviendo una nueva vida como liberador de las tres falanges terminales radiales. Nadie sabe qué ocurrió realmente y nadie sabe como averiguarlo.

17. Si el lector no puede visualizar esta secuencia, puede intentar ejecutarla. Primero hay que poner la mano y el pulgar planos sobre la pierna. Obsérvese lo lejos que queda el pulgar de la yema del dedo índice. Aplíquese la yema del pulgar hacia dentro contra el índice. A continuación gírese lentamente la mano unos 90 grados hacia la posición supina y, mientras se hace esto, llévese la yema del pulgar hacia la yema del dedo índice hasta que se toquen las yemas de ambos dedos. El pulgar y el índice deberán formar una «O», como si sostuviesen una taza de café. Inviértase el movimiento y obsérvese qué le sucede al pulgar cuando se aleja de la yema del índice. La rotación del pulgar cuando gira para quedar frente a la palma se llama pronación. Repítase otra vez la secuencia y obsérvese el ángulo entre el antebrazo y la muñeca y entre la mano y la primera hilera de falanges. Este breve, complejo y mágico movimiento de la mano humana —oposición del pulgar— no puede producirse sin la *extensión* de la muñeca y la simultánea *proyección* del pulgar .

18. Un vistazo al «kit de herramientas» de George produce un revelación instantánea del significado del uso ampliado de las herramientas. Está lleno de martillos, limas, alicates, sierras de marquetería y mordazas, todas de diferentes formas y tamaños. Un corto párrafo de un libro de texto escolar (A. Revere, *Professional Goldsmithing: A Contemporary Guide to Traditional Jewelry Techniques*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1991) proporciona al lector algo del exótico aroma de las herramientas de la profesión de joyero.

> La creación de un anillo forjado emplea dos clases de procedimientos de forja: forja difusa (multidireccional) y forja unidireccional con un martillo de boca cruzada. Después, la forma se lleva hasta la perfección con una lima y en el lugar adecuado se suelda en caliente un engarce para una perla. Los procedimientos incluyen el empleo de alicates de plegado redondo, alicates de soporte de anillos y una plantilla circular, así como las caras de aplanado y de boca cruzada de un martillo de orfebrería (pág. 91).

19. Véase D. Sloane y L. Sosniak, «The development of accomplished sculptors», en B. Bloom, *Developing Talent in Young People*, Ballantine Books, Nueva York, 1985.

8. La mano derecha sabe qué acaba de hacer la izquierda

1. Gerald Young, «Changes, constancies and continuities in lateralization development», en G. Young *et al., Manual Specialization and the Developing Brain*, Academic Press, Nueva York, 1983, pág. 403.

2. Para una revisión exhaustiva de la investigación sobre la lateralidad entre los primates no humanos, véase P. MacNeilage, M. Studdert-Kennedy y B. Lindblom, «Primate handedness reconsidered», *Behavioral and Brain Sciences* 10 (1987), págs. 247-703.

3. Michael Corballis, *The Lopsided Ape*, Oxford University Press, Nueva York, 1991.

4. Véase, por ejemplo, Stanley Coren, *The Left-Hander Syndrome: The Causes and Consequences of Left-Handedness*, Free Press, Nueva York, 1992, especialmente el capítulo «Evolution and handedness», págs. 74-83.

Se encontrarán amplias revisiones y referencias sobre trabajos recientes en la biología de la habilidad manual en:

R. Davidson y K. Hugdahl, eds., *Brain Asymmetry*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1995.

N. Geschwind y A. Galaburda, eds., *Cerebral Dominance: The Biological Foundations*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1984.

S. Springer y G. Deutsche, *Left Brain, Right Brain*, cuarta edición, W.H. Freeman end Co., Nueva York, 1993.

Gerald Young *et al.*, eds. *Manual Specialization and the Developing Brain*, Academic Press, Nueva York, 1983.

5. William Calvin, *The Throwing Madonna* (Nueva York, McGraw-Hill, 1983). Véase también Calvin «The unitary hypothesis: a common neural circuitry for novel manipulations, language, plan-ahead, and throwing?» en K. Gibson y T. Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1993, págs. 230-250.

6. Actualmente existe una sustancial masa de investigación que ayuda a explicar cómo sucede esto. Michael Merzenich y sus colaboradores de la Universidad de California, San Francisco, han demostrado que una región del córtex cerebral que tiene un papel central en el control de los movimientos de precisión de la mano y de los dedos reconfigura la asignación del tejido cortical dedicado a dígitos específicos en respuesta a la manipulación experimental de las actividades de la mano y los dedos. Esta remodelación cortical, o «remapado», tiene lugar casi inmediatamente en condiciones de aprendizaje ideales, concretamente cuando se efectúan rápidos movimientos repetitivos en condiciones de gran motivación. Véanse, por ejemplo, R. Nuda *et al.*, «Neurophysiological correlates of hand preference in primary motor cortex of adult squirrel monkeys», *Journal of Neuroscience* 12, nº 8 (1992), págs. 2818-2947; y M. Merzenich y K. Sameshima, «Cortical Plasticity and Memory», *Current Opinion in Neurobiology* 3 (1993), págs. 187-196.

Aunque se trate de un punto técnico, es conveniente mencionar que el córtex sensoriomotor de los primates está influenciado por la actividad del cerebelo lateral, esencialmente una nueva estructura del cerebro de los mamíferos. El cerebelo lateral es particularmente importante en relación al control del movi-

miento hábil de la mano, aunque todavía no se sabe cómo interviene en el aprendizaje. La mayoría de investigadores creen ahora que es más importante en las etapas últimas, o finales, de la automatización de los movimientos precisos (como tocar instrumentos musicales). Véase W. Thach, H. Goodkin y J. Eating, «The cerebellum and the adaptive coordination of movement», *Annual Review of Neuroscience* 15 (1992), págs. 403-442. Para una opinión disidente, véase R. Lanais y J. Welsh, «On the Cerebellum and Motor Learning», *Current Opinion in Neurobiology* 3 (1993), págs. 958-965.

7. Es importante entender la diferencia entre estos dos escenarios, que ahora tendemos a confundir en una época deslumbrada por los logros de la ingeniería genética. Para recordar un principio del darwinismo: los rasgos heredables sólo pueden evolucionar por cambio genético. El cambio comportamental de un individuo *no* altera la información genética que lega a su descendencia. Por lo tanto, los lanzadores de precisión con el brazo que primero conquistaron un puesto preeminente en el nicho bípedo tuvieron que legar esta ventaja a las generaciones sucesivas forzosamente por *instrucción*.

Entonces, ¿cómo pudo ese clan que había descubierto el valor de los lanzamientos de precisión transformar su estrategia en un rasgo hereditario? La respuesta es que no pudo, porque no podemos alterar nuestros genes (al menos *todavía* no) deliberadamente. Sin embargo, con el tiempo *pudo* aumentar la probabilidad de que esta tendencia incrementase la tasa de supervivencia de los individuos que aprendían rápidamente y/o lograban una gran destreza en la escuela del lanzamiento de precisión. Incluso es posible que esto lo hiciesen sin darse cuenta de lo que hacían, aunque no tiene ninguna importancia. Las familias con este particular fragmento de buena suerte genética debieron *seleccionarse a sí mismas*, porque cada vez sobrevivirían más miembros de ellas en sus años reproductivos.

8. La subsiguiente prueba de la prevalencia de la mano derecha proviene de las pinturas que dejaron los hombres de Cro-Magnon, que colonizaron la Europa de la Era Glaciar hace unos 40.000 años. No sólo nos dejaron las primeras pinturas humanas, sino también las huellas de sus manos. (Véase R. Hughes, «Behold the stone age», *Time*, 13 de febrero de 1955, págs. 52-62.) Se ha comprobado que el 80% de las siluetas son de la mano izquierda (lo que significa que se pintaron con la derecha), lo que da una relación de dominancia derecha/izquierda de 8:2. De acuerdo con los dibujos egipcios, en los que las gentes se representaban manejando herramientas, la relación ya había alcanzado el estado actual de 9:1. (Véase Springer y Deutsche, *Left Brain, Right Brain*, capítulo 5.)

9. Véase el capítulo «Fast fingers and hot chops» en Frank R. Wilson, *Tone Deaf and All Thumbs?*, Viking-Penguin, Nueva York, 1986, donde intento explicar este proceso en un contexto musical. La neurofisiología ha avanzado mucho desde entonces, pero las ideas básicas permanecen razonablemente intactas. Para una revisión actual y muy condensada del fascinante tema del aprendizaje motor y la memoria motora, véase U. Halsband y H.-J. Freund, «Motor learning», *Current Opinion in Neurobiology* 3 (1993), págs. 940-949.

10. La *aparente* velocidad con que una nueva habilidad motora compleja para obtener un soporte genético puede ser impresionante o absolutamente desconcertante. Por ejemplo, los teclados musicales son unas recientes aportaciones al almacén de herramientas, artilugios y juguetes humanos, y están entre los más exigentes para manejarlos con habilidad. Abundan los ejemplos de extraordinaria habilidad pianística entre los niños (cuyas prodigiosas dotes sólo pueden explicarse por un talento «innato») y de muchos miembros y generaciones de familias (entre los cuales, los Bach y los Mozart son ilustres ejemplos).

¿Cómo pudo introducirse tan rápidamente un «chip» para tocar el piano en el DNA humano? Por supuesto, *no fue introducido*. Tuvo que estar allí, en espera de que lo descubriésemos tras la invención del piano. Una vez aparecidos los pianos en el entorno, y que tocar el piano con habilidad resultó ser una manera efectiva de ganarse bien la vida y atraer al sexo opuesto, los genes del talento musical (y el «chip pianista» que produjo) prosperaron con fuerza. Este tema se trata en detalle en el capítulo 11, «*Prestissimo* afinado y en evolución».

Recientemente se ha establecido que un mecanismo de esta clase gobierna las defensas del cuerpo contra las enfermedades infecciosas. La aparición de un nuevo antígeno (sinónimo del piano en nuestra historia) no requiere la creación de un nuevo gen para codificar el anticuerpo apropiado, sino basta «desembalar» el durmiente que ya estaba ahí, o redisponer los componentes existentes en una nueva configuración que ataje el problema. Ésta es sencillamente otra versión de la estrategia que vimos en el capítulo 5 (la gradual construcción y refinamiento de una actuación acabada), donde un conjunto de actuaciones *ad hoc* (un «chip» *virtual* almacenado en una RAM, por decirlo así) parece obtener un control integrador de una matriz de sustratos que deben entrelazarse durante la ejecución de una habilidad compleja y aprendida. Los seguidores de Nicolai Bernstein conciben este «chip» como un tema de control jerárquico (los «dominanta»), cuyo nombre más familiar en la psicología occidental es «estructura coordinadora».

11. R.C. Oldfield, «The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory», *Neuropsychologia* 9 (1971), págs. 97-113. La encuesta comprendía diez preguntas planteadas para representar una gama de actividades monomanuales y bimanuales con una redundancia mínima. A los encuestados se les pedía que indicasen qué mano utilizarían para escribir, dibujar, lanzar cosas, o usar tijeras, cepillo de dientes, cuchillos, cucharas, escobas (la mano de arriba), encender una cerilla (la mano que agarra la cerilla) o levantar una tapa (la mano que agarra la tapa).

12. La distribución es extrañamente parecida a la del celebrado estudio de Kinsey, que llegaba a la conclusión de que las afinidades sexuales humanas están distribuidas a lo largo de un *continuum* de preferencias, desde *intensamente* por el sexo opuesto, pasando por bisexualidad, a *intensamente* por el mismo sexo, con una relación aproximada de 9:1 entre ambos extremos. La idea de que podría haber una conexión real entre la zurdería y la homosexualidad (o la ambidextria y la bisexualidad) parece haber partido del amigo íntimo de Sigmund

Freud, Wilhelm Fliess, que trata esta idea en su libro *El curso de la vida*, publicado en 1906. Para un fascinante comentario de continuadas reverberaciones, véase el capítulo 12 en *Vice Versa* de Marjorie Garber (Simon y Schuster, Nueva York, 1995).

13. M. Annet, *Left, Right, Hand and Brain: The Right Shift Theory*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 1985. Para una actualización, con revisiones sugeridas de la teoría de la lateralización, véase I. McManus y P. Breton, «The neurobiology of handedness, language and cerebral dominance: a model for the molecular genetics of handedness», en M. Johnson, ed., *Brain Development and Cognition*, Oxford University Press, Oxford, 1993.

14. Véase L. Harris, «Laterality of function in the infant: historical and contemporary trends in theory and research», en Young *et al.*, eds., *Manual Specialization and the Developing Brain.*

15. «La apraxia... fue durante muchos años ignorada casi por completo e incluso hoy, algunos autores la consideran rara. El hecho es que la apraxia es un fenómeno frecuente que puede identificarse en muchos pacientes con lesiones cerebrales, especialmente las producidas por embolias. Puede ser un signo útil para un neurólogo clínico, pero su mayor importancia reside en lo que pone de manifiesto sobre la organización cerebral con relación al movimiento». (N. Geschwind y A. Damasio, «Apraxia», en J.A.M. Frederiks, ed., *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 1: *Clinical Neuropsychology*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1985, pág. 430.)

Para una revisión exhaustiva y actualizada, vése H.-J. Freund, «Apraxia», en A. Asbury, G. McKhann y W. McDonald, eds. *Diseases of the Nervous System: Clinical Neurobiology II*, Wiley, Chichester, 1992; o P. Pramstaller y C. Marsden, «The basal ganglia and apraxia», *Brain* 119 (1996), págs. 319-340. Véase también el capítulo «Praxis and the left brain», en Corballis, *The Lopsided Ape;* y E. Ray y P. Square-Scorer, «Evidence for common expressions of apraxia», en G.E. Hammond, ed., *Cerebral Control of Speech and Limb Movements*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1990.

16. «Es dudoso que se llegue a comprender este comportamiento del sistema únicamente tomando como base el detallado análisis de sus componentes individuales; parece que sus comportamientos son demasiado complejos y probabilísticos» (M. Wiesendanger *et al.*, «Two hands, one action», en A. Wing, P. Haggard y J. Flanagan, eds., *Hand and Brain: The Neurophysiology and Psychology of Hand Movements*, Academic Press, San Diego, 1996, pág. 229).

También debería mencionarse que las influencias endocrinas en el desarrollo del cerebro han entrado en el cuadro, que permanecen en él y que requieren su integración en las teorías del desarrollo motor. Véase N. Geschwind y A. Galaburda, *Cerebral Lateralization: Biological Mechanisms, Associations and Pathology*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1987. Una sinopsis muy condensada está en Y. McManus y M. Breton, «The neurobiology of handedness, language and cerebral dominance»:

El núcleo de la teoría GAG es que los niveles de testosterona en el feto afectan al crecimiento de los hemisferios derecho e izquierdo, por lo que los niveles altos de testosterona, que por supuesto se encuentran más típicamente en los machos que en las hembras, darán como resultado el fenómeno de «dominancia anómala», que se define como zurdería, o lenguaje del hemisferio derecho, o habilidad visuoespacial del hemisferio izquierdo, o un reducido grado de dominancia de cualquiera de estas características, sea cual sea el hemisferio en que residan. También se dice que los niveles de testosterona dan como resultado un crecimiento retrasado de la parte posterior del hemisferio izquierdo, por lo que producen alteraciones del desarrollo del aprendizaje, como autismo, dislexia, tartamudeo, hiperactividad, y una pobre capacidad artística, musical o matemática. Finalmente, y lo más importante para la comprobación de la teoría, se postula que los niveles elevados de testosterona dan como resultado modificaciones del funcionamiento inmunológico, por lo que se produce una mayor incidencia de una amplia gama de estados patológicos, particularmente los de naturaleza inmunológica, como miastenia gravis, colitis ulcerosa, lupus sistémico eritematoso, asma, fiebre del heno y atopía, o de condiciones que tienen un estado autoinmune putativo, como la migraña (pág. 683).

17. J. Healey, J. Liederman y N. Geschwind, «Handedness is not a unidimensional trait», *Cortex* 22 (1986), págs. 33-53; M. Peters y M. Pang, «Do 'right-armed' lefthanders have different lateralization of motor control for the proximal and distal musculature?» *Cortex* 28 (1992), págs. 391-399; R. Steenhuis y M. Breton, «Different dimensions of hand preference that relate to skilled and unskilled activities» *Cortex* 25 (1989), págs. 289-304; M. Peters, «Subclassification of non-pathological left-handers poses problems for theories of handedness», *Neuropsychologia* 28, nº 3 (1990), págs. 279-289; G. Hammond, «Manual performance asymmetries», en Hammond, ed., *Cerebral Control of Speech and Limb Movements*; M. Corballis, «Human handedness», capítulo 4 en *The Lopsided Ape*.

18. Yves Guiard, «Asymmetric division of labor in human skilled bimanual action: the kinematic chain as a model», *Journal of Motor Behaviour* 19, nº 4 (1987), págs. 488.

19. Guiard, «Asymmetric division of labor», pág. 493.

20. Guiard, «Asymmetric division of labor», pág. 502.

21. Mary Marzke, «Precision grips, hand morphology and tools», *American Journal Physical Anthropology* 102 (1997), págs. 91-110.

22. Doreen Kimura sugirió originalmente que estas funciones eran comparablemente dependientes de operaciones de secuenciación. Véase D. Kimura, «Neuromotor mechanisms in the evolution of human communications», en D. Steklis y M. Raleigh, eds., *Neurobiology os Social Communication in Primates: An Evolutionary Perspective*, Academic Press, Nueva York, 1979 y en su libro más reciente *Neuromotor Mechanism in Human Communication*, Oxford University Press, Nueva York, 1993.

1. Patricia Greenfield, «Language, tools and brain: the ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behaviour», *Behavioral and Brain Sciences* 14 (1991), págs. 531-595.

2. «Las secuencias de movimientos que practicamos e interiorizamos en el proceso de efectuar actividades familiares (en particular secuencias de acciones que interiorizamos al aprender a tocar una pieza musical con un instrumento, secuencias que *creamos y seguimos* con cada nueva interpretación) se convierten en nuestra más íntima manera de conocer la pieza. A estos caminos de acción interiorizados los llamo 'caminos sentidos'...» (Jeanne Bamberger, *The Mind Behind the Musical Ear: How Children Develop Musical Intelligence*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991, págs. 9-10).

3. Ralph Holloway, «Paleoneurological Evidence for Language Origins», *Annals of the New York Academy of Sciences* 280 (1976), págs. 330-348.

4. Stephen Jay Gould comenta la influencia de diversos índices de desarrollo (heterocronías) y el impacto de un desarrollo temprano prolongado (neotenia) en su libro *Ontogeny and Phylogeny*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1977. Como destaca Andrew Lock (en «Language development and object manipulation», en K. Gibson y T. Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1993).

> Se considera que la neotenia es la principal responsable de la evolución humana. Sin embargo, mientras que un enfoque como éste rehabilita comparaciones entre ontogenia y filogenia en el campo morfológico, no es directamente aplicable a la elaboración cultural de la acción humana y al «conocimiento». La neotenia tiene claramente muy poco papel en este marco, porque el conocimiento humano no permanece infantil durante la ontogenia (pág. 293).

5. Peter C. Reynolds, «The complementation theory of language and tool use», en K. Gibson y T. Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, pág. 411.

6. Reynolds, *Tools, Language and Cognition*, pág. 412.

7. Reynolds, *Tools, Language and Cognition*, pág. 423.

8. La cámara Cirkut de 16 pulgadas, el mayor modelo de cámara panorámica que se fabricó por primera vez en Rochester, Nueva York, en 1905, podía producir un negativo de unos seis metros. Véase Stephen J. Fletcher, «Cirkut photography in Indiana since 1906», *Traces* 3, nº 1 (Winter 1991), págs. 18-31 (publicado por la Indiana Historical Society).

9. Aparentemente, su piloto había nacido para este trabajo. Jack lo describe así:

Extraño tipo. Procedía de Fall River Mill, en el Monte Shasta, y trabajaba en el Banco de America. Fue transferido a Red Bluff para ser allí director de préstamos. En todo momento lo veía en las pistas, siempre interesado en el coche. Un día le pregunté si estaba interesado en conducir, porque no pesaba nada: era una persona muy pequeña. Se aferró inmediatamente a mi oferta. No sentía absolutamente ningún miedo, a pesar de que con el coche hacía cosas que me habrían quitado el aliento. Su ánimo era excelente y tenía muchas agallas. ¡Era sencillamente *maravilloso!*

Tengo la imagen de él y del automóvil saliendo de la pista, sin ver nada más que polvo y las ruedas volando por el aire, una especie de centella pasando por entre los árboles. Sólo quedó un coche *hecho trizas*. Después de salir de él, vino hacia mí y me dijo: «¡Caramba, lo siento por su automóvil!». Cuanto más rápido corrían, más le gustaban. Un salvaje.

10. Kathleen Gibson, «Beyond neoteny and recapitulation: new approaches to the evolution of cognitive development», en K. Gibson y T. Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, pág. 275.

11. *¿Es* arte? El reportaje de cubierta del *Smithsonian* de julio de 1993, «Escultura sobre ruedas», por Richard Wolkomir, presenta una asombrosa colección de restauraciones de la clase a la que Jack está dedicando su tiempo. La carrera de Jack es el tema de un artículo de Mike Bishop en *American Reader* (marzo 1998), págs. 26-31, y es posible ponerse en contacto con su negocio en su página web www.flatheadjack.com.

10. La mano articulada

1. Véase A. Damasio y H. Damasio, «Brain and language», *Scientific American* 267, nº 3 (1992), págs. 89-95. Para una revisión más extensa, véase Frank Benson, *Aphasia, Alexia and Agraphia*, Churchill Livingston, Nueva York, 1979, págs. 12-17.

2. Steven Pinker, *The Language Instinct*, William Morrow and Co., Nueva York, 1994, págs. 313-314. Con este libro, Pinker, director del Centro para la Neurociencia Cognitiva en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, ha establecido un nuevo hito en las discusiones sobre el lenguaje. Al principio explica su elección del término «instinto»: «Contiene la idea de que la gente sabe cómo hablar más o menos en el mismo sentido en el que una araña sabe cómo tejer telas. El tejido de telarañas no fue inventado por una araña genio anónima y no depende de haber tenido el derecho a la educación ni tener una aptitud para la arquitectura y la construcción. En lugar de esto, las arañas tejen telarañas porque tienen cerebros de araña que les dan el impulso de tejer y la competencia para hacerlo bien» (pág. 18). Esta cita es de las págs. 313-314.

3. Ocasionalmente hay intentos de construir una secuencia evolutiva para la emergencia del lenguaje basada en pruebas fósiles. Se ha hecho mucho con las

marcas del interior del cráneo, que podrían establecer asimetrías en los lóbulos parietal, occipital y temporal del cerebro. El pronunciamiento del hombre que ha hecho la mayor parte del trabajo original, el antropólogo Ralph L. Holloway de la Columbia University, es: «Francamente, el hecho negativo es que no existe ni un solo caso bien documentado de pruebas paleontológicas que demuestren sin ninguna ambigüedad una relativa expansión de la unión parietal-occipital-temporal (POT) en el *Homo* primitivo. Citado en W. Wilkins y J. Wakefield, «Brain evolution and neurolinguistic preconditions», *Behavioral and Brain Sciences* 18 (1995), pág. 191. Para un comentario general de los problemas asociados a la interpretación de las marcas endocraneales —¿podría ser una *paleoneurología?*— véanse las presentaciones profunda y cuidadosamente argumentadas de Holloway, «Paleoneurological evidence for language origins», *Annals of the New York Academy of Sciences* 280 (1976), págs. 330-348, y su más reciente comentario sobre el tema en «Evolution of the human brain», en A. Lock y C. Peters, eds., *Handbook of Human Symbolic Evolution*, Clarendon Press, Oxford, 1966, págs. 90-98.

4. David Armstrong, William Stokoe y Sherman Wilcox, «Signs of the origin of syntax», *Current Anthropology* 35 (1994), págs. 349-368, pág. 350.

5. Harlan Lane, en una entrevista personal con el autor en febrero de 1993. Las diferencias entre gesto y signo se exploran con detalle en H. Poizner, E. Klima y U. Bellugi, *What the Hands Reveal about the Brain*, MIT Press, Cambridge, 1987; véase el capítulo 1 («Preliminaries: Language in a Visual Modality», págs. 1-30). Otra fuente es un artículo sobre esta investigación de Peter Radetsky: «Silence, signs, and wonder», *Discovery*, agosto de 1944, págs. 62-68.

6. Pinker, *The Languaje Instinct*, págs. 73-78.

7. Lev Vygotsky, *Thought and Language*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1986, pág. 65. La referencia a Stern es a C. y W. Stern, *Die Kindersprache*, Barth, Leipzig, 1928, págs. 160, 166.

8. Vygotsky, *Thought and Language*, pág. 62.

9. Aunque ahora sabemos que el progreso y el carácter general de este proceso está ampliamente bajo control genético, cuando se examina muy de cerca, su carácter de improvisación puede ser sorprendente:

> Al cumplir el día 251 de vida, un niño aplica las palabras *guau guau* a una figurita de porcelana de una niña que suele estar en el aparador y con la que le gustaría jugar. El día 307, aplica *guau guau* a un perro que ladra en el patio, a las fotografías de sus abuelos, a un perro de juguete y a un reloj de pared. En el día 331, lo aplica a una alfombra de piel con una cabeza de animal, observando particularmente sus ojos de cristal, y a otra alfombra sin cabeza. En el día 334, lo aplica a una muñeca de goma que chilla cuando se aprieta y, en el día 396, a los gemelos de su padre. En el día 433 utiliza las mismas palabras a la vista de los botones de perla de un vestido y de un termómetro de baño. Aunque ahora sabemos que el progreso y el carácter ge-

neral de este proceso está ampliamente bajo control genético, ni es automático ni está predeterminado. (Vygotsky, *Thougth and Language*, pág. 127.)

Tablas de Pinker *(The Language Instinct*, págs. 269-271) que muestran las estructuras de las frases de un niño pequeño llamado Adam, desde la edad de dos años y tres meses hasta los tres años y dos meses. A continuación se presentan extractos a intervalos de tres meses:

2/3: Jugar damas. Tambor grande. Tengo bocina. Conejito anda.

2/6 Escribo un trozo de papel. ¿Qué hace este huevo? He perdido un zapato. No, no quiero sentarme en silla.

2/9: ¿Dónde guarda mami su monedero? Haz algo divertido. Como tortuga hace tarta barro.

3/0: Voy a volver dentro de catorce minutos. Me pondré esto para boda. Veo qué pasa. Ahora tengo lo mismo para ellos. Estos hombres no son fuertes.

3/2: Así, ¿no puede limpiarse? He roto mi coche de carreras. ¿Sabes que las luces se apagaron? ¿Qué le pasó al puente? Cuando se desinfla un neumático hay que ir a la estación. Voy a enviar esto por correo en una carta que no puede salir.

10. Vygotsky, *Thought and Language*, pág. 107.

11. Karl Bühler, *The Mental Development of the Child*, Harcout y Brace, Nueva York, 1930, pág. 30.

12. Vygotsky, *Thought and Language*, págs. 91-94.

13. U. Halsband *et al.*, «The role of premotor cortex and the supplementary motor area in the temporal control of movement in man», *Brain* 116 (1993), págs. 243-266.

14. Harlan Lane, ed., Franklin Philip, trad., *The Deaf Experience: Classics in Language and Education*, Harvard Universitiy Press, Cambridge, Mass., 1984.

15. Sicard, un partidario de educar la sordera con lenguaje hablado y signos, estaba convencido de que la alternativa (es decir, un lenguaje de signos puro sin referencia al habla) significaba una vida carente de significado intelectual o de posibilidades:

Todas las ideas acuden a nosotros directamente de los sentidos o mediadas a través de nuestras diferentes combinaciones de ellos (dándonos todas nuestras ideas de las cosas no sensoriales). Estas ideas las expresamos con sonidos hablados y las evocamos en medio de otras por las impresiones producidas por su audición; combinamos ideas y las fijamos en nuestras mentes mediante palabras. Ahora bien, como ningún sonido puede afectar al oído de una persona sorda (no percibe ninguno), y no tiene símbolos para fijar y combinar sus ideas, *es evidente que en su mente no puede haber ninguna idea original y que no puede adquirir ninguna idea no familiar.* Por

tanto, existe un vacío total de comunicación entre él y las demás personas: está solo en la naturaleza, sin posible uso de sus facultades intelectuales, que permanecen inactivas y carentes de vida, a menos que una mano bondadosa lo saque de su mortal sueño. (La cursiva es mía.)

Contrástese esto con Bébian:

> Sabemos que el abate Sicard llevó estos signos a un nivel muy satisfactorio de perfección. Esta clase de traducción es un genuino análisis gramatical comprensivo que revela las categorías de las palabras como partes del habla, su composición, sus inflexiones y las interconexiones que forman una frase.
>
> Pero se percibe que, cuanto más profundamente descomponen estos signos una frase (revelando por tanto la estructura del francés) más se apartan del lenguaje de los sordos, de sus capacidades intelectuales y de su estilo de pensamiento. Por esto, los sordos nunca utilizan estos signos entre ellos; los emplean para obtener dictados palabra por palabra, pero luego vuelven a su lenguaje familiar. (Roch-Ambroise Bébian, «Essay on the deaf and natural language, or introduction to a natural classification of ideas with their proper signs», en Lane ed., *The Deaf Experience*, pág. 148.)

Bébian consideraba los signos como un lenguaje totalmente desarrollado por derecho propio y les dedicó prácticamente todo su tiempo trabajando en Francia y en su nativa Guadalupe intentando la floración completa del lenguaje de los sordos. Lane, y otros muchos que actualmente están involucrados en el movimiento de los derechos civiles, consideran que la situación de los sordos es ahora algo peor que cuando Bébian murió en 1834. Véase Harlan Lane, *The Mask of Benevolence: Disabling the Deaf Community* (Alfred A, Knopf, Nueva York, 1992). En nuestra primera entrevista dijo:

> Me siento extremadamente frustrado, porque las personas que critico son realmente estimables. Son brillantes y tratan de hacer lo correcto. Creo que son personas rectas, a pesar de que no he logrado convencerlas de lo equivocadas que están sobre esto y del bien que harían (a los niños sordos y escuchando a los padres de los niños sordos) si sólo los contemplasen a mi manera, o los contemplasen *parcialmente* a mi manera. En cualquier caso, lo que trato de imbuirles es que hay algo *único* en no disponer de audición, que no es probable que se perciba o se considere.
>
> Ser ciego no presupone que se tenga un lenguaje diferente; pero ser sordo, como alteración de una capacidad humana, conduce a tener un lenguaje diferente. Y el resultado de tener otro lenguaje para este grupo es que forma una verdadera comunidad, y quiero decir que la palabra, cuando va más allá de su significado puro y establece diferencias, conduce al etiquetado social, como la «comunidad de invidentes» o la «comunidad gay».

Los sordos son una comunidad en el mismo sentido que los polacoamericanos o los indios navajos, con una historia, un lenguaje, una cultura y unas formas propias de arte, costumbres, valores y creencias. Si se desea comprender a las personas sordas, basta pensar en los navajos. Tienen los mismos problemas que los sordos. La gente cree que no están con ellos, que no están capacitados; están socialmente oprimidos y tienen problemas con el inglés. Por supuesto, los sordos no son iguales que los navajos, porque éstos no son víctimas biológicas, como podrían hacernos creer los modelistas normales, que piensan en ellos como «disminuidos auditivos». Lo que trato de dejar claro es que son una *minoría cultural y lingüística*. Si realmente entendiesen esto, podríamos comportarnos de una manera muy diferente como sociedad y también podríamos aprender una lección sobre la naturaleza humana que creo que interesaría a cualquiera con una mente reflexiva. *La lección es que la biología y la cultura conforman irrevocablemente a unos y a otros como variedades especiales de la humanidad.*

En Burundi hay una tribu de habitantes de la selva que son muy pequeños. Ahora tenemos hormonas de crecimiento. Supongamos que el gobierno de Burundi decidiese inyectar hormonas de crecimiento a todas estas personas enanas. Yo diría: «Pero ¿qué hacen? ¿Cuál es la finalidad de este proceder médico? Va a destruir su cultura. ¿Por qué no empiezan con la premisa de que tienen derecho a su legítima manera de ser, incluso a pesar de que se base en ser pequeños? Pero *su corta* manera de pensar es una mala noticia». «Vamos, Harland, es realmente malo ser pequeño en Burundi. No hay ningún legislador ni ningún profesional que sea enano», etcétera. Esto es exactamente lo que los audiólogos y los otólogos dicen: «Cualquier cantidad de audición es interesante».

Pero están totalmente equivocados. Dar a un niño sordo saludable y feliz un poco de audición es *erróneo*, porque significa que el niño deberá readaptar su vida, convirtiéndose en objeto de compasión al ser etiquetado como «disminuido auditivo» y obligarlo a una terapia de palabra, al oralismo en las escuelas y a una increíble lucha para emerger a una vida de comunicación defectuosa en *inglés*. Sería un desastre. Es una gran equivocación dar a un niño sordo *un poco* de audición de esta manera, cuando ya tiene un lenguaje y una cultura creadas a medida.

16. Bébian, «Essay on the deaf and natural language», pág. 150. La investigación contemporánea sobre la percepción apoya cada vez más la hipótesis de que el cerebro reúne y organiza efectivamente los datos sensoriales («características») en categorías o entidades de nivel más alto que tienen significado *como* entidades, de la misma manera que lo sugiere Bébian en su explicación de cómo está compuesta la «idea de un melocotón». Pero no es probable que el cerebro pueda mantener cubículos fijos para los melocotones (el centro para melocotones y «melocotoneidad») o cualquiera de las otras innumerables cosas con que estaremos relacionados o interesados en el transcurso de nuestras vidas. En cambio, los melocotones

parecen surgir como una *idea* cuando ciertas estructuras o sistemas del cerebro se activan al mismo tiempo. Para ver cómo funciona esto en el sistema visual (y lo complicados que se hacen los detalles) véase S. Zeki, «The visual image in mind and brain», *Scientific American*, septiembre de 1992, págs. 69-76.

Recordando a Bébian, Lane me comentaba: «Recuerda que el lenguaje de signos existe en una modalidad visual y espacial. Su poesía y su humor son tan diferentes de los que crea el lenguaje hablado, que es absolutamente asombroso y maravilloso cuando llegas a conocerlo».

17. H. Poizner, E. Klima y U. Bellugi, *What the Hands Reveal about the Brain*; véanse especialmente los capítulos 3-6.

18. Para una revisión de este trabajo, hecho en la McGill University por la doctora Laura Petitto, véanse los artículos siguientes:

Laura Petitto, «On the autonomy of language and gesture: evidence from the acquisition of personal pronouns in american sign language», *Cognition*, 27, nº 1 (1987), págs. 1-52.

—, «In the beginning: on the genetic and environtmental factors that make early language acquisition possible», en M. Gopnick y S. Davis, eds., *The Biological Basis of Language*, Oxford University Press, Oxford, 1996.

—, «Modularity and constraints in early lexical acquisition: evidence from children's early language and gesture», en M. Gunnar y M. Maratsos, eds., *The Minnesota Symposia on Children Psychology*, vol. 25, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 1992. Un particular extremo de este informe me llamó la atención por su notable interés. Al examinar el comportamiento con los signos de niños entre 7 y 24 meses de edad, se utilizó un conjunto de gestos específicos para recoger información sobre el uso de la mano en los gestos lingüísticos y no lingüísticos (págs. 42-43). La lista incluye actividad motora (golpear y picar); apuntar; gestos sociales (afirmar y negar con la cabeza); acciones con un objeto en la masa (cepillar); gestos instrumentales (levantar lo brazos en señal de rendirse); y gestos simbólicos (imitación de peinarse con una mano). Ninguno de estos movimientos incluían movimientos de fragmentación de los dedos (ejecutados individualmente o articulados). Antes de desarrollarse los movimientos de los dedos no se producen secuencias amplias o construcciones gramaticales complejas de habla o de signos. A la edad de tres años empieza una explosión simultánea de la gramática y de los dedos.

— y Marentette, «Babbling in the manual mode: evidence for the ontogeny of language», *Science* 251 (1991), págs. 1493-1496.

Para un fascinante manual sobre la comunicación manual con bebés, véase L. Acredolo y S. Goodwyn, *Baby Signs: How to Talk with your Baby Before Your Baby Can Talk*, Contemporary Books, Chicago, 1996.

19. El antropólogo de la Universidad de Colorado Gordon Hewes ha revisado esta historia con considerable detalle y ha restablecido su convicción largo tiempo mantenida de que el uso de herramientas por los primeros homínidos y la evolución de la especialización hemiesférica asociada con el empleo de la mano proporcionan el contexto tanto comportamental como neurológico para la evolución del lenguaje. Véase Gordon W. Hewes, «A history of the study of language origins and the gestural primacy hypothesis«, en Lock y Peters, eds., *Hanbook of Human Symbolic Evolution.*

20. David F. Armstrong, William C. Stokoe y Sherman E. Wilcox, *Gesture and the Nature of Language*, Cambridge University Press, Cambridge/Nueva York, 1995. Los documentos originales de Stokoe eran: William Stokoe, «Sign language structure: an outline of the communication systems of the american deaf», *Studies in Linguistics*, Occasional Papers 8 (1960); William Stokoe, «Sign language autonomy», *Annals of the New York Academy of Sciences* 280 (1976), págs. 505-513; y William Stokoe, «Sign language structure», *Annual Review of Anthropology* 9 (1980), págs. 365-390.

21. Armstrong, Stokoe y Wilcox, *Gesture*, pág. 161.

22. Armstrong, Stokoe y Wilcox, *Gesture*, pág. 197.

23. P. Pramstaller y C. Marsden, «The basal ganglia and apraxia». *Brain*, 119 (1996), págs. 319-340.

24. N. Geschwind y A. Dames, «Apraxia», en J.A.M. Fredericks, ed., *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 1: *Clinical Neuropsychology*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1985, pág. 423.

25. La apraxia, se cree, es una cuestión subliminalmente engañosa por algunas otras razones. Ocasionalmente, un paciente con una afasia de Broca (y recuérdese que la comprensión es «normal» en estos pacientes) más una parálisis del brazo derecho y del lado derecho de la cara, será totalmente incapaz de efectuar movimientos hábiles con la mano *izquierda* aunque no sea inhábil, entiendan lo que se les pide que hagan, y «sepan» cómo hacerlo. Ésta se llama una «apraxia por simpatía», y Geschwind y Damasio consideran que es producida por la interrupción de un camino entre el hemisferio izquierdo y el córtex promotor del lado derecho. La apraxia, normalmente de ambos miembros, también puede deberse a una lesión limitada en una región específica del córtex *sensorial:* la parte inferior de la región parietal cercana a la unión de los córtex parietal, temporal y frontal.

Para revisiones más actualizadas, véase H.-J. Freund, «The Apraxias», en A. Asbury, G. McKhann y W. McDonald, eds., *Diseases of the Nervous System: Clinical Neurobiology II*, Wiley, Chichester, 1992, o Pramstaller y Marsden, «The basal ganglia and apraxia». Véase también «Praxis and the left brain», en M. Corballis, *The Lopsided Ape*, Oxford University Press, Nueva York, 1991; y E. Roy y Square-Storer, «Evidence for common expressions of apraxia», en C. Hammond, ed., *Cerebral Control of Speech and Limb Movements*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1990.

La apraxia también aparece en pacientes que se expresan con signos, y

constituyen un caso particularmente interesante por la oportunidad de poder estudiar la división del movimiento de la mano en gestos y signos *codificados*. Oliver Sacks, en su libro *Seeing Voices: A Journey into the World of the Deaf* (University of California Press, Berkeley, 1989), comentaba la sorprendente diferencia de rendimiento entre dos tareas que requerían una habilidad visuoespacial en una de las pacientes sordas de Ursula Bellugi (Brenda), que había sufrido una importante embolia en el hemisferio derecho. Brenda ignoraba todo lo que se le presentaba visualmente a su lado izquierdo; y cuando dibujaba un plano de su propia habitación, incluía todo lo que había en ella, pero lo situaba en el lado *derecho* de la habitación, como si el lado izquierdo estuviese cerrado o fuese invisible o inalcanzable para ella. Éste es un tipo de percepción y comportamiento alterados que se observa típicamente en estos pacientes.

Sin embargo, Brenda continuaba empleando los signos que requerían movimientos de su mano en el campo visual izquierdo para mantener su significado completo, cometiendo solamente pequeños errores (p. ej., omitiendo el lado izquierdo de una figura o de un cuadrado representado en el aire). En otras palabras, su acceso al lado izquierdo del espacio —su conocimiento de él— permanecía lingüísticamente intacto, a pesar de que simplemente se había desvanecido de su comportamiento no lingüístico, perceptivo y motor, basado en la visión. (Véase Poizner, Klima y Bellugi, *What the Hands Reveal about the Brain*, págs. 141-144, 209.)

Sacks comenta:

> Por lo tanto, en las personas que se expresan con signos se desarrolla un nuevo camino extraordinariamente sofisticado de representación del espacio, un espacio formal, que no tiene ninguna analogía en los hablantes. Esto refleja un desarrollo neurológico totalmente nuevo. Es como si el hemisferio izquierdo de las personas que se expresan con signos «estableciesen» un dominio de percepción visuoespacial, lo modificasen y lo agudizasen, de una manera sin precedentes, produciendo un nuevo carácter, altamente analítico y abstracto, que hace posible un lenguaje y una concepción visuales...
>
> Hay que preguntarse si este poder espacial lingüístico es el único desarrollo de las personas que se expresan con signos. ¿Desarrollan otros poderes visuoespaciales no lingüísticos?

Después de examinar algunas de la pruebas que indican que los que se expresan con signos lo hacen, se demuestra una «mejora» del conocimiento espacial. Sacks prosigue comentando las implicaciones desde el punto de vista de la ciencia cognitiva:

> Este hallazgo también plantea cuestiones fundamentales, como hasta qué punto el sistema nervioso, o al menos el córtex cerebral, está constreñido por limitaciones innatas genéticas (con centros fijos y localización fija de zonas «cableadas», «preprogramadas» o «preespecificadas» para funciones

específicas) o hasta qué punto es plástico y puede ser modificado por las particularidades de la experiencia sensorial (pág. 103).

26. En mis trabajos con músicos he encontrado pianistas que habían consultado con neurólogos competentes debido a las dificultades que tenían para el control de sus manos, y a quienes se les había dicho que no había nada extraño en ello, o que sólo estaban fatigados y sobresaturados, cuando, de hecho, una cuidadosa evaluación de su comportamiento sobre el teclado confirmaba la existencia de una pérdida inhabilitante del control motor específico para tocar el piano. No obstante, esto no puede llamarse error de diagnóstico por parte del neurólogo. Ninguna pérdida efectiva de control podrá desmentir las cartas de diagnósticos establecidas. A menos que el neurólogo sea un pianista entrenado o un experto observador de la técnica pianística, no podrá juzgar el comportamiento sobre el teclado de un profesional.

27. Quizá porque hay tantos neurólogos interesados en la música, la *pérdida* de la habilidad musical ha recibido su propio nombre de síndrome apráxico: amusia. El primer examen serio de la relación entre la función cerebral y la habilidad musical fue puesta de manifiesto en el caso de Maurice Ravel, cuyos síntomas estaban dominados por un profundo deterioro de su capacidad artística (tanto de compositor como de pianista). Los siguientes documentos son oportunos:

T. Alajouanine, «Aphasia and artistic realization», *Brain* 71 (1948), págs. 229-241.
J. Brust, «Music and language: musical alexia and agraphia», *Brain* 103 (1980), págs. 367-392.
A. Gates y J. Bradshaw, «The role of the cerebral hemispheres in music», *Brain and Language* 4 (1977), págs. 403-431.
N. Wertheim y M. Botez, «Receptive amusia: a clinical analysis», *Brain* 84 (1961), págs. 19-30.

Una nueva rama de interés neurológico, si no una nueva ciencia, fue lanzada en 1977 por dos neurólogos británicos, M. Critchley y R.A. Henson, con la publicación de *Music and the Brain: Studies in the Neurology of Music* (Heinemann, Londres, 1977). Los apasionados malabaristas y titiriteros todavía están a la espera de un reconocimiento similar.

28. Oliver Sacks, «Neurology and the Soul», *New York Review*, 22 de noviembre de 1990, págs. 44-50.

11. Prestissimo *afinado y en evolución*

1. Justine Sergeant, «Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance», *Science* 257 (1992), págs. 106-109.

2. Justine Sergeant, «Mapping the musical brain», *Human Brain Mapping* 1 (1993).

3. Wanda Landowska, *Landowska on Music*, recopilado, editado y traducido por Denise Restout, asistida por Robert Hawkins (Stein y Day, Nueva York, 1964), pág. 44.

4. Dorothy Taubman y Pat O'Brien fueron los primeros profesores de música que llamaron mi atención sobre la importancia de la «flexión distal» como origen de problemas para los instrumentistas. La flexión de la falangeta (la articulación de la punta del dedo) es activada por un músculo llamado *flexor digitorum profundus* (FDP), o flexor profundo. Idealmente, para un músico, en la secuencia de movimientos de las articulaciones que producen el doblado de los dedos sobre la palma de la mano, la primera articulación en flexionarse es la del nudillo, o la metacarpo-falange (MP). Después viene la articulación interfalángica proximal (IP) y, finalmente, la interfalángica distal (ID) o punta del dedo. A medida que los dedos se van flexionando o doblando hacia la palma, la articulación de la muñeca empieza a extenderse. Si se agarra firmemente un martillo o una raqueta de tenis podrá comprobarse que la fuerza del agarre depende de la combinación de la flexión de los dedos y de la extensión de la muñeca. El movimiento *sinérgico* es organizado automáticamente por el sistema motor y probablemente tiene sus raíces en el asimiento superior a una rama durante la braquiación.

El problema con la flexión de la ID para los músicos es doble: en primer lugar, la contracción del flexor profundo va siempre acompañada de la contracción de los músculos que extienden la muñeca, preparando la mano para un asimiento potente. Y, desafortunadamente, no es una base postural para repetir rápidamente flexiones y extensiones de los dedos. En segundo lugar, como se demostró en un reciente estudio sobre el control mecánico y fisiológico de la flexión de dedos independientes, el FDP no es realmente un músculo único, ni eléctrica ni mecánicamente; en consecuencia, la flexión de la articulación ID de un solo dedo arrastra el movimiento flexor de los otros dedos, que debe ser neutralizado por la *extensión* activa de todo lo que no deba moverse. (Véase S. Kilbreath y S. Gandevia, «Limited independent flexion of the thumb and fingers in human subjects», *Journal of Physiology* 479, nº 3, 1994, págs. 487-497.)

Un complicación adicional en el control del movimiento de los dedos es la combinación de acoplamientos ligamentosos y musculares no sólo a los huesos, sino también *entre ellos*. Empezando con Duchenne y su clásico estudio, *Physiology of Motion*, los anatomistas y los cirujanos se han esforzado en comprender los mecanismos biomecánicos y fisiológicos en la mano y en el cerebro, necesarios para resolver dos problemas relacionados con el control de los dedos, ambos con importantes implicaciones para una técnica instrumental de éxito. El primero corresponde a los medios con los que pueden controlarse la flexión y la extensión de las articulaciones, la abducción, la aducción y la rotación, variadas independientemente en cada articulación de la muñeca y la mano y también

integradas, por lo que mano y dedos funcionan biomecánicamente como una unidad. El segundo corresponde al rápido ajuste de fuerzas en las yemas de los dedos basadas en las resistencias mecánicas que encuentran en la punta de los dedos desde la entrada en contacto (con cuerda, tecla o válvula) hasta el momento de su liberación. La asombrosa complejidad necesaria para el control simultáneo de las actuaciones musicales explica, casi con toda seguridad, la extremada duración del adiestramiento necesario para las interpretaciones musicales de alto nivel, así como la necesidad de ensayo continuo para mantener lo que se llama a la ligera «pulso».

Del capítulo 6, el lector recordará que sentí curiosidad sobre la escalada debido al uso «prohibido» de los dedos que parecían necesitarse. Ahora puede ver adónde quería llegar. Imaginemos lo que habría parecido la mano de Dave Hall mientras se sostenía firmemente en la jamba de una puerta (o una cornisa). Poniendo su mano y sus dedos en la misma posición, inténtese mover los dedos arriba y abajo todo lo rápidamente que se pueda, o levantar o bajar la muñeca manteniendo flexionadas las articulaciones de las puntas. Este movimiento tiene poca holgura y no puede ser muy rápido, porque al efectuarlo se necesitan fuerzas muy grandes para vencer el tirón del extensor de la mano. La flexión activa de la articulación ID impide de manera significativa el movimiento repetitivo libre de todo el dedo en la articulación MP. Esto es exactamente lo que el escalador necesita para evitar su caída, pero es fatal para los músicos que interpretan con los dedos moviéndose rápidamente.

En gran parte ignoramos los detalles finos del control muscular de los movimientos rápidos de la mano y los dedos. Hay *treinta y nueve* músculos situados justamente en el antebrazo y la mano y en los ritmos de ejecución observados en las actuaciones bien logradas de interpretaciones instrumentales técnicamente avanzadas, la mayoría de estos músculos son intermitentemente activos muchas veces por segundo. Cuando se considera el problema de cálculo al que se enfrenta el sistema nervioso, es evidente por qué los psicólogos del sistema motor continúan buscando una teoría de control jerárquico que pueda dar cuenta de la precisión y la estabilidad de las interpretaciones de los músicos expertos. En esta investigación hay una importante restricción, porque no hay manera alguna de observar directamente los detalles finos de la actividad muscular en el brazo y la mano humanos durante estas actuaciones, de la misma manera que no es posible observar directamente el cerebro mientras controla el movimiento hábil.

Uno de los estudios más recientes e interesantes de este problema, que debe extrapolarse al brazo humano, es el que efectuó sobre los simios el fisiólogo Mark Schieber de la Universidad de Washington en St. Louis. Los imaginativos esfuerzos para desvelar el sublime misterio de la habilidad digital humana han establecido, en forma de un detallado mapa (en los monos) de formatos de contracción de músculos en los flexores y los extensores del antebrazo, que los movimientos de los dedos individuales siempre ocurren en respuesta a la actividad de la matriz de músculos independientes y que cada uno tiene alguna influencia

sobre la forma de actuar de la función agonista, antagonista o estabilizadora. Dicho sea de paso, la casi inimaginable complejidad de la estrategia de control se estableció con el brazo del simio fijado en un dispositivo de trabazón, y los «movimientos ordenados» no eran nada más que movimientos aislados de un solo dígito en una dirección o en otra. Si alguien intentase abrir las puertas del movimiento sin restricciones y hacer esta tarea interpretando una sonata de piano, nadie sabría dónde, o cómo, empezar a averiguar cómo se hace. (Véase M. Schieber, «Muscular production of individuated finger movements: the roles of exytrinsic finger muscles», *Journal of Neuroscience* 15, nº 1 [1995]; 284-297; véase también M. Schieber, «How might the motor cortex individuate movements?» *Trends in Neuroscience* 13, nº 11, 1990, 440-445.)

A pesar de estas observaciones, el concepto de que «este músculo acciona tal dedo» está tan alejado de la verdad que resulta divertidamente ingenuo. Sin embargo, fuera de este trabajo, incluso en su etapa preliminar, existen indicios de un principio fisiológico que tiene una inmediata aplicación a la interpretación musical.

En primer lugar, Schieber, en el segundo de los dos documentos citados anteriormente, presenta la hipótesis de que el sistema nervioso puede reducir la complejidad del problema del control aprovechando un repertorio existente de sinergias de asimiento en la mano. En otras palabras, los movimientos refinados de los dedos no tendrían que detallarse en toda su complejidad, sino sólo en relación a la desviación de un pequeño juego de formatos comunes. Esto implicaría que la interpretación musical de una pieza específica podría planearse para aprovechar las oportunidades de utilizar «lugares de descanso» posturales para la mano cada vez que apareciesen en una larga secuencia de pulsaciones de teclas. Haciéndolo así, permitiría un descanso incluso con la mano en movimiento.

En segundo lugar, como Marc Jeannerod comenta sobre los trabajos de Schieber, «este modelo necesitaría más neuronas para producir el movimiento de un solo dedo que el de varios dedos». Es decir, es más fácil mover la mano que un dedo. Esto significa que la técnica musical, cuando fuese posible, debería tratar de basarse al máximo en una estrategia técnica en la mano y el brazo: emplearlos para mantener los dedos en posición y limitar los movimientos de los dedos a la simple presión y liberación siempre que fuese posible. (Véase M. Jeannerod, *The Cognitive Neuroscience of Action*, Blackwell Publishers, Cambridge, Mass., 1997, págs. 42-43.)

Taubman y O'Brien están de acuerdo en que algunos principios básicos son críticos para la prevención de lesiones en los músicos. Los músculos pequeños del interior de la mano están encadenados fisiológicamente por ciclos muy rápidos de contracción y relajación; no responden bien a cualquier contracción sostenida. ¡Estos músculos también son *sensores!* Junto con la piel y los dedos, son exploradores y colectores de primera línea que el sistema nervioso central utiliza para informar de todos los detalles de tensión y movimiento desde el lugar de la interacción cuerpo-instrumento, y esta información es crítica para el ajuste y la calibración fina del tiempo y de la fuerza necesarios para corregir las se-

cuencias de movimientos automáticos preestablecidas. Cuando se acoplan estas precondiciones fisiológicas con la biomecánica tan extremadamente compleja de la propia mano, es evidente por qué el aprendizaje debe proceder lenta y deliberadamente, y que sólo debe ensayarse (estabilizarse) después de haber tenido en cuenta y haber acomodado los requerimientos de la música, la capacidad de respuesta del instrumento y las sensaciones que surgen en la mano y el brazo. La falta de respeto de este principio de variación individual a través de un paciente y cuidadoso análisis, así como de una cuidadosa preparación, tiene mucho que ver con las lesiones de movimiento que sufren los instrumentistas.

Como comentario adicional, parece ser que muchos de los principios que se pueden aplicar a las prácticas sanas para los músicos instrumentales son aplicables directamente a otros usuarios de teclado, la mayoría de los cuales dedican muchas horas al día operando un instrumento para el cual no han recibido prácticamente ningún entrenamiento orientado fisiológicamente.

5. Durante casi veinte años, Christoph Wagner, profesor de fisiología de la música en la Hochschule de música y teatro de Hannover, Alemania, ha documentado la normalidad y la variabilidad de las biomecánicas de los miembros superiores de los músicos. Aunque su trabajo ha demostrado que la distribución de los medios biomecánicos entre los músicos coincide parcialmente con la de la población general, también ha demostrado que unas mínimas limitaciones de la gama de movimientos o de flexibilidad pueden tener un profundo impacto en el éxito con instrumentos específicos. Es decir, la ergonomía tiene una importancia crítica para los instrumentistas. Véase C. Wagner, «Success and failure in musical performance: biomechanics of the hand», en F. Roehmann y F. Wilson, eds., *The Biology of Music Making: Proceedings of the 1984 Denver Conference* (MMB Music, St. Louis, 1988).

6. De manera no tan evidente, el cuerpo tiene un impacto tan importante en la composición musical como en el diseño de los instrumentos musicales. La distancia que pueden abarcar el pulgar y el meñique de una mano raramente supera los 30,5 cm, por lo que no tiene ningún sentido para un compositor que pida a un pianista que toque con una mano un acorde cuyas notas superior e inferior estén más separadas que esta distancia. La música para clarinete nunca exige que el pulgar se *desplace* hacia los dedos corazón a meñique para oprimir una llave. Aunque la idea es *musicalmente* apropiada, prevalecen las limitaciones físicas de los músicos.

A pesar de que la música se compone teniendo en cuenta las limitaciones físicas de los músicos, algún porcentaje de músicos competentes no podrán interpretarla debido a alguna otra limitación. No todos los pianistas están constituidos adecuadamente para interpretar todas las piezas escritas para piano, ni todos los guitarristas pueden interpretar cualquier pieza de guitarra que deseen. Las biomecánicas humanas son extremadamente variables y son un factor crítico en las interpretaciones expertas. El fallo general de no reconocer este hecho o de no orientar los factores ergonómicos, excepto de la manera más primitiva durante el aprendizaje de un músico, probablemente tiene mucho que ver con una gran

proporción de las lesiones que sufren los músicos al principio de sus carreras. Para el músico cuya mano o cuyo brazo no estén adaptados físicamente al instrumento, o cuya técnica individual no se acomode a las limitaciones o las propiedades distintivas de las características del movimiento de sus manos y brazos, prácticamente no hay esperanza de una carrera libre de dolores ni, normalmente, ninguna otra clase de carrera musical.

7. John Blacking, *How Musical is Man?*, Faber and Faber, Londres, 1976, pág. 7 (publicado originalmente por University of Washington Press, 1973, en la John Danz Lecture Series). Blacking, ya difunto, era profesor de antropología social en la Queen's University de Belfast, Irlanda del Norte.

8. Plotkin sugiere, de acuerdo con Gerald Edelman, que la inteligencia humana evoluciona «instintivamente» bajo el control de una atención selectiva determinada genéticamente. Por lo tanto, sus actuaciones son análogas a la respuesta inmune humana, cuya especifidad no depende de una instrucción, sino de un mecanismo de selección. Véase Henry Plotkin, *Darwin Machines and the Nature of Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1993, págs. 161-178.

9. Howard Gardner, *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* (ed. 10º aniv.), Basic Books, Nueva York, 1933, págs. XI-XII.

10. Merlin Donald, *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991, pág. 382.

12. De Lucy a LuLu y a Rose

1. Laura Esquivel, *Como agua para chocolate*, Mondadori, Barcelona, 1990, pág. 40.

2. Misia Landau, en *Narratives of Human Evolution*, Yale University Press, New Haven, 1991, con o sin intención de hacerlo así, inyecta un nuevo candidato para la moral del Génesis ofreciendo otra justificación para la expulsión de Adán y Eva del Jardín del Edén. Existía otro Edén, no el hábitat terrestre de la teología judeo-cristiana, sino uno arbóreo. En la versión de Landau de la Caída encontramos otro origen para el eterno tema de la vulnerabilidad de las fortunas humanas:

- los antepasados humanos habitantes de los árboles fueron expulsados del jardín;
- la razón de la expulsión no era el pecado ni el prohibido afán del conocimiento divino: el hábitat había cambiado y la supervivencia en los árboles ya no era una opción válida.

El innovador uso de la narrativa por Landau, que impone el mandato de buscar en el discurso científico lecciones ocultas específicas e importantes del estilo de los

huevos de Pascua, no despoja a esta etapa definitoria en la historia de la evolución humana de su gran *moral:* difícilmente podría desearse una lección más aguda para una nueva especie. Como he sugerido, el hábitat en el Edén debió haber alentado la emergencia de un sentido estético, ¡y esto es *bueno!* No obstante, Landau indica que el hábitat de la vida arbórea se caracterizaba por «abundante alimento, poca predación, refugio y *complacencia*». En consecuencia, los hábitos de los primates eran «frugívoros, pacíficos, *perezosos* y *parados*» (pág. 46). (La cursiva es mía.)

Landau, me parece a mí, ofrece un sorprendente giro a la historia de la Caída. La estética, un inesperado regalo de la situación, se convirtió en un rasgo humano definidor y *dignificador;* pero el hombre es, por naturaleza, una criatura de excesos, y la ciega persecución de la estética se convierte en un hedonismo sin trabas y, por lo tanto, siempre nos crea problemas.

Éste es un mensaje agradable para el puritanismo, aunque altera el mensaje aprobado para los exilados del Jardín del Edén; no es la falta de respeto ni la violación del tabú contra el conocimiento lo que nos expulsó del Edén, sino precisamente lo contrario: falta de ambición, *¡pereza!*

Me gusta la versión de Landau, y vemos inmediatamente lo intratable que es el problema: el arquetipo del adolescente mimado contemporáneo, apoltronado en el nido que le proporcionan sus padres, permanecerá en él indefinidamente, viendo la televisión, jugando con videojuegos y devorando comida rápida hasta ser expulsado por la fuerza. Incluso después de esto, la inútil criatura tratará de reclamar agresiva y repetidamente su anterior refugio, tal como pueden testificar muchos padres de adolescentes adultos.

3. M.A. Mariner, *San Francisco Chronicle*, 3 de febrero de 1993, pág. 4 (sección alimentación).

4. Cafe Marimba abrió según lo previsto, y en 1955 se abrió el *segundo* Cafe Marimba, éste en Burlingame. ¡El chef estaba lanzado!

5. «Best in business», *San Francisco Focus Magazine*, agosto de 1996, págs. 77-78.

13. Dura, tierna y tenaz

1. Moshe Feldenkrais, *Awareness Through Movement*, Harper y Row, Nueva York, 1977, pág. 46.

2. Todd Oppenheimer, «The computer delusion», *Atlantic Monthly*, julio de 1977, págs. 45-62.

14. Oculto en la mano

1. Citado en A. Schueneman y J. Pickleman, «Neuropsychological analysis of surgical skill», en J.L. Starkes y F. Allard eds., *Cognitive Issues in Motor Expertise*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993, pág. 189.

2. Véase Ira Rutkow, *An Illustrated History of Surgery* (Mosby-Year Book, St. Louis, 1933). El poste de barbero se refiere a las tiras rojas y blancas que tradicionalmente se mostraban en las fachadas de las barberías. Los antiguos procedimientos quirúrgicos, principalmente abrir con lanceta, amputar y «cortar para buscar piedras» eran competencia en su mayor parte de los barberos de los hermanos monásticos, cuando la iglesia decidió que los monjes debían emplear su tiempo haciendo otras cosas. En Gran Bretaña, los barberos-cirujanos tuvieron mucha influencia en el siglo XVII, y no fue hasta poco antes de la época de Charles Bell que los *médicos*-cirujanos separaron su asociación profesional de la antigua que habían establecido los barberos.

3. Schueneman y Pickleman, «Neuropsychological analysis of surgical skill», págs. 189, 193, 197.

4. Sus libros incluyen una serie de nueve volúmenes, *Classic Magic with Apparatus*, publicada en edición privada a principios de 1977. Actualmente, el grueso de esta colección es propiedad de David Copperfield.

5. Hace algunos meses, mi esposa y yo ofrecimos una cena a unos amigos de Rusia. Los invitados eran un cirujano ucraniano (Val), su esposa (Mila, que es lingüista e intérprete profesional) y Misha, un psicólogo educacional del Instituto de Enseñanza Tradicional de Moscú. Estábamos comentando diferencias entre las prácticas médicas rusas y norteamericanas y Misha nos habló de una nueva personalidad en Rusia, un hombre que «encanta» agua embotellada de sus videntes vía televisión. Millones de personas, decía, creen que sosteniendo agua embotellada delante del televisor mientras este hombre ofrece su sortilegio, el agua adquiere poderes sanadores.

Todos nos reímos mucho con esto y, entonces, Val dijo sonriendo: «Sabéis, la palabra rusa para médico es "Vrach" (Врач). Está relacionada con la palabra "mentira." "Un doctor tiene que ser un buen mentiroso". Misha, un verdadero intelectual ruso, es un hombre de una amplia educación, y corrigió inmediatamente a Val. «En realidad», dijo, «la palabra procede de la antigua palabra eslava para "brujo".» Mila, la lingüista profesional de la mesa, no estaba segura. Buscó las palabras en un diccionario ruso, pero no pudo encontrar ninguna respuesta. Por tanto, Mila dijo que haría alguna investigación en un diccionario etimológico y nos daría un veredicto. Al día siguiente llegó un fax con sus descubrimientos.

1. Врач (pronunciada *vrac*, o *vrat)*, la palabra contemporánea que significa «doctor» es la antigua palabra eslava que significa «brujo». También significa «profeta» y es el origen de un verbo que significa «murmurar», como cuando se hace un exorcismo. La conexión entre esta palabra y la palabra griega para orador es fuerte, y la inferencia es que se trata de una persona que «no dice lo que piensa».
2. Ворожить (pronunciada *vorozhit)* significa ejercer la brujería, y se deriva de una antigua palabra (Връшти, pronunciada *vryatshti)* que significa «repartir», como repartir lotes o un sortilegio.

3. Ведун (pronunciada *v'edoon)* significa mago o hechicero, y viene de la antigua palabra eslava Въдь (pronunciada *vyadt)*, que significa «conocimiento», o «sabiduría de sacerdotes» y está emparentada con las palabras del sánscrito para «hechicero» o «mago».

Por lo tanto, los antiguos vínculos entre la equivalencia original de la medicina y la magia descritos por Robert Albo están autentificados en una de las más antiguas familias de idiomas conocidos por la historia humana. En estos primitivos términos se comprueba que las verbalizaciones no sólo representan conocimiento, sino que pueden actuar por sí mismas como un medio primario a través del cual un conocimiento especial puede ejercer su poder y las palabras pueden emplearse para repartir un concepto favorable o desfavorable, o sea, para exorcizar o para perjudicar.

Las raíces griegas y latinas de nuestras palabras *médico* y *doctor* son marcadores importantes del paso de una civilización a una relación más informada y menos subordinada con el mundo físico y biológico (y espiritual). *Física* y *médico* (antiguamente físico) comparten las palabras raíces griegas que significan naturaleza y conocimiento de la naturaleza. *Doctor* viene de la palabra latina que significa «enseñar». Por tanto, conscientemente, el que practica la medicina basa racionalmente su trabajo en lo que se sabe del mundo físico, más que en la superstición. Y emplea su especial conocimiento no para controlar, sino para enseñar. Seguramente, esto es lo que siempre debería ser.

Sin embargo, los médicos no son inmunes a la seductora influencia del poder que la antigua tradición ha depositado en sus manos. La larga vestimenta blanca del médico de hospital no es simplemente un delantal que se lleva como precaución antiséptica. Es un vestido de autoridad, como el hábito de un sacerdote, y tanto el doctor como el paciente la reconocen como una afirmación ritual de conocimiento y poder.

6. Aunque los niveles más profundos del simbolismo que intervienen en medicina y en magia no son nuestro tema, en sí mismo es verdaderamente fascinante y, de hecho, es explotado por uno de los más conocidos magos de escenario de los tiempos modernos. David Copperfield, amigo íntimo de Albo, es un sublime practicante de esta clase de magia, y sus espectáculos están llenos de ilusiones que utilizan cajas en cuyo interior suceden cosas muy extrañas al cuerpo humano. Albo explica:

> Realmente hay una historia de fondo sobre las ilusiones en las que intervienen el cuerpo. A partir de 1915, ha sido habitual que los magos tuviesen ayudantes femeninas: cuanto más bonitas mejor. Las ayudantes se llamaron «saltadoras de cajas», porque aparecían y desaparecían. Con estas ayudantes se hacían toda clase de cosas, y su belleza contribuía a que el espectáculo fuese más atractivo para el público.
>
> Cuando Selbit inventó el truco de aserrar a una mujer por la mitad, no era tan espectacular como lo vemos hoy. Originalmente, el truco consistía

en atar dos cuerdas alrededor de los tobillos y dos cuerdas alrededor de las muñecas y hacerlos sobresalir a través de agujeros; en realidad, la mujer no se podía ver. Se tensaban las cuerdas y luego se aserraba la caja por la mitad. Ésta era la manera en que se presentaba el truco.

El truco fue modificado en Estados Unidos por Thusrton y Dante y Keller, de manera que eran visibles las manos y los pies. Otras modificaciones hicieron más corta y estrecha la caja, y así sucesivamente. Pero en el concepto original nunca se veía a una mujer. Podría haber sido cualquiera, porque no se mostraba nada.

Puede que en ninguna otra parte las conexiones simbólicas entre medicina, magia y antiguos sacerdocios estén tan cerca de la superficie como en el famoso truco de aserrar a una mujer por la mitad. Es realmente un espectáculo de tres en uno: en la superficie, una espectacular y mágica ilusión de separación corporal y su recomposición; por analogía, un acontecimiento quirúrgico de la vida real de trauma y reparación; y en nuestros sueños, un antiguo rito religioso de sacrificio humano.

7. Una reciente semblanza de Ricky Jay, el que quizá sea el prestidigitador vivo más conocido, en el *New Yorker* es extremadamente reverente sobre lo que Jay puede hacer con sus manos. Su autor describe la mano de Jay como pequeña: «Lo bastante ancha para que una carta quepa en la palma de su mano, y con una almohadilla ligeramente elevada de carne en la parte inferior». La propia descripción de Jay es que la suya «no es la mano de un hombre que ha hecho muchos trabajos duros». Véase Mark Singer, «Profile: secrets of the magus», *The New Yorker*, 5 de abril de 1993, págs. 54-73.

15. Una cabeza para las manos

1. W. Gustin, «The development of exceptional research mathematicians», en Benjamin Bloom, ed., *Developing Talent in Young People*, Ballantine Books, Nueva York, 1985, pág. 287. El capítulo de Gustin revisa los resultados de las entrevistas en profundidad de veinte matemáticos, todos ellos miembros de honor de la Fundación Sloan, y todos incluidos en las listas del *Science Citation Index*.

2. Seymour Sarason, *The Challenge of Art to Psychology*, Yale University Press, New Haven, 1990, págs. 76-77.

3. Kieran Egan, *The Educated Mind: How Cognitive Tools Shape Our Understanding*, University of Chicago Press, Chicago, 1997, pág. 3.

4. Egan, *The Educated Mind*, pág. 20.

5. Sarason, *Challenge*, pág. 75.

6. John Dewey, *Art as Experience*, Minton y Balch, Nueva York, 1934, pág. 3. Véase Sarason, *Challenge* (capítulo 5) para una discusión completa.

7. Sarason, *Challenge*, págs. 68-69.

8. Por supuesto, esto es lo que también pensaba Dewey. La de Dewey era una educación de autodisciplina: el poder para controlar los medios necesarios para conseguir, probar y asignar valores a cualquier cosa que termine con las selecciones individuales de búsqueda. La disciplina en el sentido convencional, un mecanismo de coacción punitivo, era en realidad lo opuesto a lo que Dewey consideraba el motor para aprender. Por eso sentenció: «Toda educación genuina *termina* en disciplina, pero *actúa* ocupando la mente en actividades que valgan la pena para su propio bien» (R. Archambault, ed., *John Dewey on Education: Selected Writing*, University of Chicago Press, Chicago, 1964.)

9. Lauren Sosniak, «Learning to be a concert pianist», en Bloom, ed., *Developing Talent in Young People*.

10. Lauren Sosniak, «Fron tyro to virtuoso: a long-term commitment to learning», en F. Wilson y F. Roehmann, eds., *Music and Child Development*, MMB Music, Inc., St. Louis, 1990, págs. 286-287.

11. Jeanne Bamberger, «The laboratory for making things», en D. Schön, ed., *The Reflective Turn: Case Studies in and on Educational Practice*, Teachers College Press, Nueva York, 1991, pág. 38.

12. Bamberger, *The Reflective Turn*, pág. 44.

13. Egan, *The Educated Mind*, pág. 166.

14. Egan, *The Educated Mind*, págs. 84-85.

15. Charles Bell, *The Hand, Its Mechanism and Vital Endowments, As Evincing Design*, Harper and Brothers, Nueva York, 1840, pág. 157. La elección de Bell de la palabra *evincing* (aportar pruebas) es intencionada, porque su objetivo (en común con otros enciclopedistas biólogos de principios del siglo XIX) era establecer que las formas biológicas son el catálogo vivo, así como la prueba, del propósito divino.

16. Mark Jeannerod dice así:

> El asimiento no puede reducirse a sus aspectos visuomotores. Es la contrapartida del motor de una función más amplia. Durante la manipulación y la manutención, para las que el asimiento es una condición previa, se procesan las señales para la identificación del objeto que surgen de la vista y del tacto. Las yemas de los dedos han sido consideradas por algunos autores (por ejemplo, Sherrington) como la «mácula» somatosensora. Por tanto, lleva los objetos que deben manipularse al campo central de visión, por lo que los «más finos movimientos de los dedos deben estar bajo el control simultáneo de los diversos centros de las máculas visuales y táctiles». Berkeley, en su famoso tratado *A new theory of vision* (1734), subraya el hecho de que los objetos sólo pueden ser reconocidos por el tacto, que él consideraba como el medio definitivo de exploración y conocimiento del mundo. La visión depende de la ilusión que surge del problema distancia-tamaño (el tamaño debe extraerse de la distancia aparente) o el problema de la reconstrucción 3-D (la tercera dimensión visual se extrae de un mapa de dos dimensiones que emplea colas indirectas de la perspectiva). El tacto, y parti-

cularmente el tacto activo, no está sometido a estas limitaciones, porque implica la valoración directa de tamaño y volumen. Además, el tacto es fundamental para percibir propiedades del objeto como dureza, flexibilidad, textura, temperatura, peso, etcétera, que difícilmente pueden apreciarse con sólo la vista. (Jeannerod, *The Cognitive Neuroscience of Action*, Blackwell, Cambridge, Mass., 1997, págs. 38-39.)

17. Recientemente, Seymour Sarason ha estado trabajando con Dennis Littky y Elliot Washor, codirectores de The Met, una pequeña e innovadora escuela pública de Providence, Rhode Island, donde el núcleo de la estrategia docente de estos mentores se basa en los intereses autodefinidos de los estudiantes (y de la enseñanza de la comunidad involucrada). («The Met» es el sobrenombre de Metropolitan Regional Career and Technical Center.)

18. Jon-Roar Bjørkvold, *The Muse Within: Creativity and Communications, Song and Play from Childhood Through Maturity* (traducido por William H. Halverson; HarperCollins, Nueva York, 1992).

19. John Blanking ha descrito otra versión de este proceso entre los venda de Sudáfrica:

> La teoría venda de la personalidad y el desarrollo cognitivo parte del supuesto de que el niño es un participante activo y no pasivo en su propio desarrollo, y que sólo es posible convertirse en una persona mediante la interacción social con otros... Si un niño sobrevive a los primeros años de vida físicamente peligrosos, las características innatas del espíritu ancestral del muerto que entraba en el cuerpo del niño serían modificadas gradualmente por las diferentes experiencias sociales de la nueva persona. Buena parte de este descubrimiento del «yo», el descubrimiento del «otro», el descubrimiento del «yo real», es decir, del «yo ancestral» se logra mediante un entrenamiento musical sistemático (Blacking, «Music in children's cognitive and affective development: problems posed by ethnomusicologic research», in Wilson y Roehmann, eds., *Music and Child Development.* pág. 76.)

20. Tim Ingold, «Tool use, sociality and intelligence», en K. Gibson y T. Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1993, págs. 430-431.

Epílogo

1. Ernst Mayr, *This is Biology: The Science of Living World*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1977, capítulo 3, «How does science explain the natural world?».

2. Para información, escribir a Johnson O'Conner Research Foundation, The Monadnock, Suite 840, 685 Market Street, San Francisco, CA 94105.

3. El capítulo 6 del libro *Hands* de Napier, Princeton University Press, Princeton, 1993, edición revisada) trata de los dermatoglíficos (huellas dactilares): «Los primeros ejemplos de huellas dactilares empleadas como sellos de fecha datan del tercer siglo a.C., cuando eran empleadas de manera casi habitual por los comerciantes chinos» (pág. 133). No menciona la quiromancia. Richard Unger recomienda *The Book of the Hand: An Illustrated History of Palmistry*, por Fred Gettings, Paul Hamlyn Ltd., Londres, 1965. Si el lector está interesado en más información o las notas de noticias publicadas por este instituto, deberá escribir a: International Institute of Hand Analysis, Box 151313, San Rafael, CA 94915-1313.

4. James Bailey, *After Thought: The Computer Challenge to Human Intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1966, págs. 156-157.

Apéndice

1. Citado en *Sir Charles Bell: His Life and Times* de Gordon-Taylor y Walls, E. & S. Livingstone Ltd., Edimburgo, 1958, pág. 223.

Bibliografía

Acredolo, L., y S. Goodwyn, *Baby Signs: How to Talk with your Baby Before Your Baby Can Talk*, Contemporary Books, Chicago, 1966.

Alajouanine, T., «Aphasia and artistic realization», *Brain* 71 (1948), págs. 229-41.

Allard, F., «Cognition, Expertise, and Motor Performance». En Starkes y Allard (eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise*.

— *et al.* «Declarative knowledge in skilled motor performance: byproduct or constituent?», en Starkes y Allard (eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise*.

Annett, M., *Left, Right, Hand and Brain*, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1985.

Archambault, R. (ed.), *John Dewey on Education: Selected Writings*, University of Chicago Press, Chicago, 1964.

Armstrong, D., W. Stokoe y S. Wilcox, *Gesture and the Nature of Language*, Cambridge University Press, Nueva York, 1995.

—, «Signs of the origin of syntax», *Current Anthropology* 35 (1994), págs. 349-68.

Asberg, A., G. McKhann y W. McDonald (eds.), *Deseases of the Nervous System: Clinical Neurobiology II*, Wiley, Chichester, 1992.

Austin, Howard, «A computional theory of physical skill», tesis doctoral, Departamento de ingeniería eléctrica e informática, Massachussets Institute of Technology, marzo 1976.

Bailey, James, *After Thought: The Computer Challenge to Human Intelligence*, Basic Books, Nueva York, 1996.

Bamberger, J, «The laboratory for making things». en D. Schön (ed.), *The Reflective Turn: Case Studies in and on Educational Practice*, Teachers College Press, Nueva York, 1991.

—, *The Mind Behind the Musical Ear: How Children Develop Musical Intelligence*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991.

Bébian, Roch-Ambroise, «Essay on the deaf and natural language, or introduction to a natural classification of ideas with their proper signs». En Lane, ed., *The Deaf Experience*.

Beek, P. y A. Lewbel, «The science of juggling», *Scientific American* 273 (noviembre 1995), págs. 92-97.

Bell, Charles, *The Hand, Its Mechanism and Vital Endowments, as Evincing Design: The Bridgewater Treatises on the Power, Wisdom and Goodness of*

God as Manifested in the Creation, (Treatise IV), Nueva York, Harper & Brothers, 1840.
Bennett, K.M.B. y U. Castiello (eds.), *Insights into the Reach to Grasp Movement*. Amsterdam, Elsevier Science B.V., 1994.
Benson, Frank, *Aphasia, Alexia and Agraphia*, Churchill Livingston, Nueva York, 1979.
Bernstein, Nicolai, *The Coordination and Regulation of Movements*, Pergamon Press; Oxford, 1967.
Bjørkvold, Jon-Roar, *The Muse Within: Creativity and Communication, Song and Play from Childhood Through Maturity*, traducido por William H. Halverson,HarperCollins, Nueva York, 1992.
Blacking, John, *How Musical is Man?* Faber y Faber, Londres, 1976.
Bloom, B. (ed.), *Developing Talent in Young People*, Ballantine Books, Nueva York, 1985.
Brust, J., «Music and language: musical alexia and agraphia», *Brain* 103 (1980), págs. 367-92.
Bühler, Karl, *The Mental Development of the Child*, Harcourt Brace, Nueva York, 1930.
Byrne, R. y A. Whiten, «The thinking primate's guide to deception», *New Scientist* 116, nº 1589 (1987), págs. 54-57.
Calvin, William, *The Throwing Madonna*, McGraw-Hill, Nueva York, 1983.
—, «The unitary hypotesis: a common neural circuitry for novel manipulations, language, plan-ahead, and throwing?», en Gibson e Ingold (eds.), *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*.
Chomsky, Noam, «Language and though», Anshen Transdisciplinary Lectureships in Art, Science, and the Philosophy of Culture, Monograph Three, Moyer Bell (The Frick Collection), 1993.
Ciufredda, K. y L. Stark, «Descartes' law of reciprocal innervation», *American Journal of Optometry and Physiological Optics* 52, vol. 10 (1974), págs. 663-73.
Corballis, Michael, *The Lopsided Ape*, Oxford University Press, Nueva York, 1991.
Coren, Stanley, *The Left-Hander Syndrome: The Courses and Consequences of Left-Handedness*, Free Press, Nueva York, 1992.
Critchley, M. y R.A. Henson (eds.), *Music and the Brain: Studies in the Neurology of Music*, Heinemann, Londres, 1977.
Culin, S., *Games of the North American Indians*, Dover, Nueva York, 1975.
Damasio, Antonio, *Descart Error: Emotions, Reason and the Human Brain*, G.P. Putman's Sons, Nueva York, 1994; trad. esp.: *El error de Descartes*, Crítica, Barcelona, 1996.
— y H. Damasio, «Brain and language», *Scientific American* 267, nº 3 (1992), págs. 89-95.
Davidson, R. y K. Hugdahl (eds.), *Brain Asymmetry*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1995.
Davies, Robertson, *Fifth Business*, Penguin Books, Nueva York, 1970.

—, *What's Bred in the Bone*, Penguin Books, Nueva York, 1986.
Dawkins, Richard, *Climbing Mount Improbable*, W.W. Norton & Co., Nueva York, 1996; trad. esp.: *Escalando el monte Improbable*, Tusquets Editores, Barcelona, 1998.
—, *The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe Without Design*, Nueva York, W.W. Norton & Co., Nueva York, 1986; trad. esp.: *El relojero ciego*, Labor, Barcelona, 1988.
Deacon, Terrence, *The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain*, W.W. Norton & Co., Nueva York, 1997.
Dehaene, Stanislaus, *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Oxford University Press, Nueva York/Oxford, 1997.
Dennet, Daniel, *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, Simon y Schuster, Nueva York, 1995; trad. esp.: *La peligrosa idea de Darwin*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 1999.
Denny-Brown, D. (ed.), *Selected Writings of Sir Charles Sherrington*, Paul B. Hoeber, Nueva York, 1940.
Dewey, John, *Art as Experience*, Minton y Balch, Nueva York, 1934.
Donald, Merlin, *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991.
Duchenne, Guillaume, *Physiology of Motion*, traducido y editado por E. Kaplan, J.B. Lippincott Co., Filadelfia, 1948; edición original francesa, 1867.
Dunbar, Robin, *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1996.
Eccles, John C., *Evolution of the Brain*, Routledge, Nueva York, 1989.
Egan, Kieran, *The Educated Mind: How Cognitive Tools Shape Our Understanding*, University of Chicago Press, Chicago, 1997.
Esquivel, Laura, *Como agua para chocolate*, Mondadori, Barcelona, 1990.
Falk, Dean, *Braindance*, Henry Holt & Co., Nueva York, 1992.
Feldenkrais, Mosh, *Awareness Through Movement*, Harper and Row, Nueva York, 1977.
Forssberg, H. *et al.*, «Development of human precision grip», (4. Tactile adaptation of isometric finger forces to the frictional condition), *Experimental Brain Research* 104 (1995), págs. 323-30.
Frederiks, J.A.M. (ed.), *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 1, *Clinical Neuropsychology*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1985.
Freund, H.-J., «The apraxias», en Asburg, McKhann, y McDonald (eds.), *Diseases of the Nervous System: Clinical Neurobiology II.*
Garber, Marjorie, *Vice Versa*, Simon y Schuster, Nueva York, 1995.
Gardner, Howard, *Frames of the Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, Basic Books, Nueva York, 1993.
Gates, A. y J. Bradshaw, «The role of the cerebral hemispheres in music», *Brain and Language* 4 (1977), págs. 402-31.
Geschwind, N. y A. Damasio, «Apraxia», en Frederiks (ed.), *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 1: *Clinical Neuropsychology*.

— y A. Galaburda, *Cerebral Lateralization: Biological Mechanisms, Associations and Pathology*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1987.
— y A. Galaburda, *Cerebral Dominance: The Biological Foundations*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.1984.
Gettings, Fred, *The Book of the Hand: An Illustrated History of Palmistry*, Paul Hamlyn, Ltd., Londres, 1965.
Gibson, Kathleen, «Animal minds, human minds: general introduction», En Gibson e Ingold (eds.), *Tools, Language and Cognition in Human Evolution.*
—, «Beyond neoteny and recapitulation: new approaches to the evolution of cognitive development» en Gibson e Ingold (eds.), *Tools, Language and Cognition in Human Evolution.*
— y T. Ingold (eds.), *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, Cambridge University Press, Nueva York, 1993.
Gopnik, M. y S. Davis (eds.), *The Biological Basis of the Language*, Oxford University Press, Oxford, 1996.
Goss, C, «*On Movement of Muscles* by Galen of Pergamon», *Journal of Anatomy* 123 (1968), págs. 1-26.
Gould, Stephen Jay, *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History*, Penguin Books, Nueva York, 1980; trad. esp.: *El pulgar del panda*, Crítica, Barcelona, 1994.
— *Ontogeny and Phylogeny*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1977.
Granit, Ragnar, *The Purposive Brain*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1980.
Greenfield, Patricia, «Language, tools and brain: the ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior», *Behavioral and Brain Sciences* 14 (1991), págs. 531-95.
— y L. Schneider, «Building a tree structure: the development of hierarchical complexity and interrupted strategies in children's construction activity», *Developmental Psychology* 13 (1977), págs. 299- 313.
Guiard, Yves, «Asymmetric division of labor in human skilled bimanual action: the kinematic chain as model», *Journal of Motor Behavior* 19, n° 4 (1987), págs. 486-517.
Gunnar, M. y M. Maratsos (eds.), *The Minnesota Symposia on Child Psychology*, vol. 25, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 1992.
Gustin, W., «The development of exceptional research mathematicians», en Bloom (ed.), *Developing Talent in Young People.*
Halsband, U. y H.-J. Freund, «Motor learning», *Current Opinion in Neurobiology* 3 (1993), págs. 940-49.
— *et al.*, «The role of premotor cortex and the supplementary motor area in the temporal control of movement in man», *Brain* 116 (1933), págs. 243-66.
Hammond, G.E. (ed.), *Cerebral Control of Speech and Limb Movements*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1990.
Harnard, Steven, H. Steklis, y J. Lancaster (eds.), *Origins and Evolution of Language and Speech*, Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 280, New York Academy of Sciences, Nueva York, 1976.

Harris, L, «Laterality of function in the infant: historical and contemporary trends in theory and research», en Young *et al., Manual Specialization and the Developing Brain.*

Healed, J., J. Liederman y N. Geschwind, «Handedness is not a unidimensional trait», *Cortex* 22 (1986), págs. 35-53.

Hein, A. y R. Diamond, «Contribution of eye movement to the representation of space», en Hein y Jeannerod, eds. *Spatially Oriented Behavior.*

Hein, A., y Marc Jeannerod (eds.), *Spatially Oriented Behavior*, Springer-Verlag, Nueva York, 1983.

Hewes, Gordon, «The current status of the gestural theory of language origin», en Harnad, Steklis y Lancaster (eds.), *Origins and Evolution of Language and Speech.*

—, «A history of the study of language origins and the gestural primacy hypothesis», en Lock y Peters (eds.), *Handbook of Human Symbolic Evolution.*

Holloway, Ralph, «Evolution of the human brain», en Lock y Peters (eds.), *Handbook of Human Symbolic Evolution.*

—, «Paleoneurological evidence for language origins», en Harnad, Steklis y Lancaster (eds.), *Origins and Evolution of Language and Speech.*

Humphrey, D. y H.-J. Freund, *Motor Control: Concepts and Issues*, John Wiley and Sons, Nueva York, 1989.

Ingold, T, «Tool use, sociality and intelligence», en Gibson e Ingold (eds.), *Tools, Language and Cognition in Human Evolution.*

Jeannerod, Marc, *The Cognitive Neuroscience of Action*, Blackwell Publishers, Cambridge, Mass., 1997.

—, *The Neural and Behavioral Organization of Goal-Directed Movements*, Clarendon Press, Oxford, 1988.

Johanson, D. y M. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Simon y Schuster, Nueva York, 1981.

Johnson, M. (ed.), *Brain Development and Cognition.* Oxford University Press, Oxford, 1993.

Jones, Frederick Wood, *The Principles of Anatomy as Seen in the Hand*, 2ª ed, Williams y Wilkins, Baltimore, 1942.

Joseph, H., *A Book of Marionettes*, Viking Press, Nueva York, 1929.

Kemper, S., «If it's impossible, michael moschen will do it anyway», *Smithsonian*, agosto 1995, págs. 38-47.

Kilbreath S., y S. Gandevia, «Limited independent flexion of the thumb and fingers in human subjects», *Journal of Physiology* 479, nº 3 (1994), págs. 487-97.

Kimura, Doreen, *Neuromotor Mechanisms in Human Communication*, Oxford University Press, Nueva York, 1993.

Klein, R, *The Human Career*, University of Chicago Press, Chicago, 1989.

Kumin, Maxine, *House, Bridge, Fountain, Gate*, Viking Press, Nueva York, 1975.

Lanais, R. y J. Welsh, «On the cerebellum and motor learning», *Current Opinion in Neurobiology* 3 (1993), págs. 958-65.

Landau, Misia, *Narratives of Human Evolution*, Yale University Press, New Haven, 1991.
Landowska, Wanda, *Landowska on Music*, recopilado, editado y traducido por Denise Restout, Robert Hawkins, Stein y Day, Nueva York, 1964.
Lane Harlan, *The Mask of Benevolence: Disabling the Deaf Community*, Alfred A. Knopf, Nueva York, 1992.
— (ed.), traducido por Franklin Philip, *The Deaf Experience: Classics in Language and Education*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1984.
Lawrence, D.H., *Fantasia of the Unconscious*, Penguin Books, Nueva York, 1960; publicado por primera vez en 1922.
Lewis, O.J., *Functional Morphology of the Evolving Hand and Foot*, Clarendon Press, Oxford, 1989.
Lieberman, Philip, *Uniquely Human: The Evolution of Speech, Thought, and Selfless Behavior*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1991.
Lock, Andrew, «Language development and object manipulation», en Gibson e Ingold (eds.), *Tools, Language and Cognition in Human Evolution.*
— y C. Peters (eds.), *Handbook of Human Symbolic Evolution*, Clarendon Press, Oxford, 1996.
Long, Charles, «Electromyographic studies of hand function» (fig. 4), en R. Tubiana (ed.), *The Hand*, vol. 1.
— *et al.*, «Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling», *Journal of Bone and Joint Surgery* 52- A, nº 5 (1970), págs. 853-67.
McGrew, W, *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution.* Cambridge University Press, Nueva York, 1992.
McManus, I. y P. Breton. «The neurobiology of handedness, language, and cerebral dominance: a model for the molecular genetics of handedness», en Johnson (ed.), *Brain Development and Cognition.*
MacNeilage, P., M. Studdert-Kennedy y B. Lindlom, «Primate handedness reconsidered», *Behavioral and Brain Sciences* 10 (1987), págs. 247-303.
McNeill, D., «So you Think Gestures are Nonverbal?», *Psychological Review* 92, nº 3 (1985), págs. 350-71.
Macpherson, J., «How Flexible Are Muscle Synergies?», en D. Humphrey y H.-J. Freund (eds.), *Motor Control: Concepts and Issues.*
Marzke, Mary, «Evolution», en Bennet y Castiello (eds.), *Insights into the Reach to Grasp Movement.*
—, «Evolution of the hand and bipedality», en Lock y Peters (eds.), *Handbook of Human Symbolic Evolution.*
—, «Evolutionary development of the human thumb», *Hand Clinics* 8, nº 1 (febrero 1992).
—, «Joint functions and grips of the *Australopithecus afarensis* hand, with special reference to the region of the capitate», *Journal of Human Evolution* 12 (1983), págs. 197-211.

—, «Precision grips, hand morphology, and tools», *American Journal of Physical Anthropology* 102 (1997), págs. 91-110.
—, J. Longhill y S. Rasmunssen, «Gluteus maximus muscle function and the origin of hominid bipedality», *American Journal of Physical Anthropology* 77 (1988), págs. 519-28.
— y K. Wullstein, «Chimpanzee and human grips: a new classification with a focus on evolutionary morphology», *International Journal of Primatology* 17 (1996), págs. 117-39.
—, K. Wullstein y S. Viegas, «Evolution of the power (squeeze) grip and its morphological corelates in hominids», *American Journal of Physical Anthropology* 89 (1992), págs. 283-98.
Mayr, Ernst, *This Is Biology: The Science of the Living World*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1997.
Merzenich, M. y K. Sameshima, «Cortical Plasticity and Memory», *Current Opinions in Neurobiology* 3 (1993), págs. 187-96.
Miller, Jonathan, *The Body in Question*, Random House, Nueva York, 1978.
Morell, Virginia, *Ancestral Passions: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginnings*, Simon y Shuster, Nueva York, 1995.
Morris, Desmond, *The Naked Ape*, Dell, Nueva York, 1967; trad. esp.: *El mono desnudo*, Plaza & Janés, Barcelona, 1968.
Müller, K. y V. Hömber,. «Development of speed of repetitive movements in children is determined by structural changes in corticospinal efferents», *Neuroscience Letters* 144 (1992), págs. 57-60.
Napier, John, «The prehensile movements of the human hand», *Journal of Bone and Join Surgery* 38-B, nº 4 (1956), págs. 902-13.
—, *Hands*, Princeton University Press, Princeton, N.J., 1993.
Nuda, R. *et al.*, «Neurophysiological correlates of hand preference in primary motor cortex of adult squirrel monkeys», *Journal of Neuroscience* 12, nº 8 (1992), págs. 2818-947.
O'Connor, Johnson, *Born That Way*, Williams y Wilkins, Baltimore, 1923.
Oldfield, R.C, «The assesment and analysis of handedness: the edinburgh inventory», *Neuropsychologia* 9 (1971), págs. 97-113.
Oppenheimer, Todd, «The computer delusion», *Atlantic Monthly*, julio 1997, págs. 45-62.
Paz, Octavio, *Early Poems* 1935-1955, New Directions Publishing Corporation, Nueva York, 1973.
Penfield, W. y T. Rasmussen, *The Cerebral Cortex of Man*, Macmillan, 1950.
Peters, M., «Subclassification of non-pathological left-handers poses problems for theories of handedness», *Neuropsychologia* 28, nº 3 (1990), págs. 279-89.
— y M. Lang, «Do 'right-armed' lefthanders have different lateralization of motor control for the proximal and distal musculature?», *Cortex* 28 (1992), págs. 391-99.
Petitto, L., «In the beginning: on the genetic and environmental factors that

make early language acquisition possible», en Gopnick y Davis (eds.), *The Biological Basis of Language.*
—, «Modularity and constraints in early lexical acquisition: evidence from children's early language and gesture» en Gunnard y Maratsos (eds.), *The Minnesota Symposia on Child Psychology*, vol. 25.
—, «On the autonomy of language and gesture: evidence from the adquisition of personal pronouns in aAmerican sign language», *Cognition* 27, nº 1 (1987), págs. 1-62.
— y P. Marentette, «Babbling in the manual mode: evidence for the ontogeny of language», *Science* 251 (1991), págs. 1.493-96.
Phillips, C., *Movements of the Hand*, Liverpool University Press, Liverpool, 1986.
Pinker, Steven, *How the Mind Works*, W.W. Norton, Nueva York, 1997; trad. esp.: *Cómo funciona la mente*, Destino, Barcelona, 2001.
—, *The Language Instinct*, William Morrow & Co., Nueva York, 1994; trad. esp.: *El instinto del lenguaje*, Alianza, Madrid, 1996.
Plotkin, Henry, *Darwin Machines and the Nature of Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1993.
—, *Evolution in Mind*, Penguin Books, Ltd., Londres, 1997.
Poizner, H., E. Klima y U. Bellugi, *What the Hands Reveal about the Brain*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1987.
Pramstaller, P. y C. Marsden, «The Basal Ganglia and Apraxia», *Brain* 119 (1996), págs. 319-40.
Radetsky, Peter, «Silence, signs and wonder», *Discovery*, Agosto 1994, págs. 62-68.
Ray, E. y P. Square-Scorer, «Evidence for common expressions of apraxia». En hammond (ed.), *Cerebral Control of Speech and Limb Movements.*
Reynolds, Peter C. «The Complementation Theory of Language and Tool Use». En Gibson e Ingold, eds., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution.*
Roehmann, F. y F. Wison (eds.), *The Biology of Music Making: Proceedings of the 1984 Denver Conference*, MMB Music, St. Louis, 1988.
Rosenbaum, D., *Human Motor Control*, Academic Press, Nueva York, 1991.
Rothwell, J., *Control of Human Voluntary Movement*, Chapman y Hall, Nueva York, 1994.
Roy, Eric y P. Square-Storer, «Evidence of common expressions of apraxia», en Hammond (ed.), *Cerebral Control of Speech and Limb Movements.*
Sacks, Oliver, *Seeing Voices: A Journey into the World of the Deaf*, University of California Press, Berkeley, 1989; trad. esp.: *Veo una voz*, Muchnich, Madrid, 1991.
—, «Neurology and the soul», *New York Review of Books*, 22 noviembre 1990, págs. 44-50.
Sarason, Seymour, *The Challenge of Art to Psychology*, Yale University Press, New Haven, 1990.
Schick, K. y N. Toth, *Making Silent Stones Speak: Human Evolution and the Dawn of Technology*, Simon y Schuster, Nueva York, 1993.

Schieber, M., «Muscular production of individuated finger movements: the roles of extrinsic finger muscles», *Journal of Neuroscience* 15, nº 1 (1995), págs. 284-297.
—, «How might the motor cortex individuate movements?», *Trens in Neuroscience* 13, nº 2 (1990), págs. 440-45.
Schueneman, A. y J. Pickleman, «Neuropsychological analisys of surgical skill», en Starkes y Allard (eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise.*
Seitz, R. y P. Roland, «Learning of sequential finger movements in man: a combined kinematic and positron emission tomography (PET) study», *European Journal of Neuroscience* 4 (1992), págs. 154-65.
«Serge Percelly does not take juggling lightly», *The New Yorker*, 8 noviembre 1993, págs. 50-51.
Sergeant, J., «Mapping the musical brain», *Human Brain Mapping* I (1993), págs. 20-38.
—, «Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance», *Science* 257 (1992), págs. 106-9.
Sherrington, Charles. *The Integrative Action of the Nervous System.* Scribner, Nueva York, 1906.
Shreeve, James, *The Neandertal Enigma: Solving the Mystery of Modern Human Origins*, William Morrow & Co., Nueva York, 1995.
Sicard, Roch-Ambroise, «Course of instruction for a congenitally deaf person», en Lane (ed.), *The Deaf Experience.*
Sloane, D. y L. Sosniak, «The development of accomplished sculptors», en Bloom, *Developing Talent in Young People.*
Sosniak, Lauren, «From tyro to virtuoso: a long-term commitment to learning», en Wilson y Roehmann (eds.), *Music and Child Development.*
—, «Learning to be a concert pianist», en Bloom (ed.), *Developing Talent in Young People.*
Spalteholz, Werner, *Hand Atlas of Human Anatomy*, J.B. Lippincott Company, Filadelfia/Londres, 1923.
Speaight, George, *The History of the English Puppet Theatre*, Southern Illinois University Press, 1990.
Springer, S. y G. Deutsche, *Left Brain, Right Brain*, W.H. Freeman & Co., Nueva York, 1993.
Staden, Heinrich von, *Herophilus: The Art of Medicine in Early Alexandria.*, Cambridge University Press, Nueva York, 1989.
Starkes, J. y F. Allard (eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
Steenhuis, R. y M. Breton, «Different dimensions of hand preference that relate to skilled and unskilled activities», *Cortex* 25 (1989), págs. 289-304.
Steklis, D. y M. Raleigh (eds.), *Neurobiology of Social Communication in Primates: An Evolutionary Perspective*, Academic Press, Nueva York, 1979.
Stern, C. y W. Stern, *Die Kindersprache*, Barh, Leipzig, 1928.

Tattersall, Ian, *Becoming Human: Evolution and Human Uniqueness*, Harcourt Brace & Co., Nueva York1998.
—, *The Fossil Trail: How We Know What We Think We Know about Human Evolution*, Oxford University Press, Nueva York/Oxford, 1995.
Thach, W., H. Goodkin y J. Eating, «The cerebellum and the adaptative coordination of movement», *Annual Review of Neuroscience* 15 (1992), págs. 403-42.
Tubiana, Raoul, «Architecture and functions of the hand», en Tubiana (ed.), *The Hand*, vol. 1.
— (ed.), *The Hand*, vol 1, W.B. Saunders, Filadelfia, 1981.
Tufte, Edward, *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*, Graphics Press, Cheshire, Conn., 1997.
Vygotsky, Lev, traducción revisada y editada por A. Kozulin, *Thought and Language*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1986; publicado originalmente en ruso, 1934.
Wagner, C., «Success and failure in musical performance: biomechanics of the hand», en Roehmann y Wilson (eds.), *The Biology of Music Making: Proceedings of the 1984 Denver Conference*.
Washburn, Sherwood L, «Tools and human evolution», *Scientific American* 203, nº 3 (1960), págs. 63-75.
Wertheim, N. y M. Boetz, «Receptive amusia: a clinical analysis», *Brain* 84 (1961), págs. 19-30.
Wiesendanger, M. *et al.*, «Two hands, one action», en Wing, Haggard, y Flanagan (eds.), *Hand and Brain: The Neurophysiology and Psychology of Hand Movements*.
Wilkins, W. y J. Wakefield, «Brain evolution and neurolinguistic preconditions», *Behavioral and Brain Sciences* 18 (1995), págs. 161-226.
Wilson, Frank R, *Tone Deaf and All Thumbs?* Viking-Penguin, Nueva York, 1986.
— y F. Roehmann (eds.), *Music and Child Development*, MMB Music, Inc., St. Louis, 1990.
Wing, A., P. Haggard y J. Flanagan (eds.), *Hand and Brain: The Neurophysiology and Psychology of Hand Movements*, Academic Press, San Diego, 1996.
Wynn, Thomas G, « The evolution of tools and symbolic behavior», en Lock y Peters (eds.), *Handbook of Human Symbolic Evolution*.
Young, Gerald, «Changes, constancies and continuities in lateralization development», en Young *et al.* (eds.), *Manual Specialization and the Developing Brain*.
— *et al.* (eds.), *Manual Specialization and the Developing Brain*, Academic Press, Nueva York, 1983.
Zeki, S., «The visual image in mind and brain», *Scientific American*, setiembre 1992, págs. 69-76.

Índice onomástico

(Los números de página en *cursiva* indican ilustraciones)

Adrian, Edgar, 93
Albo, Robert J., 264-265, 266-268, *269*, 270, *271*, 293
Alejandro Magno, 300
Allen, David, 313
Allie (chimpancé), *38, 39*
Anaxágoras, 291
Aristóteles, 300
Armstrong, David, 190, 206-207
Art as Experience (Dewey), 281
Austin, Howard, 113, 114, 115, 118, 119-120
Awareness Through Movement (Feldenkrais), 247

Bach, J.S., 226, 226n
Bachleitner, Anton, 24, 100, *101*, 101-103, *102, 104*, 150, 288, 293
BachTur, heurística musical, 214-216, 225-228
Baily, James, 303
Bamberger, Jeanne, 171, 283-286
Baniel, Anat, 248-259, 261
Bébian, Roch-Ambroise, 202, 203
Bell-Magendie, ley, 315
Bell, George, 313
Bell, John, 313
Bell, Sir Charles, 20-21, *45, 80, 82*, 93, 93, 106-107, 261, 291, 313, *314*, 315
Bellow, Alexander, 223
Bellugi, Ursula, 201, 202, 204, 210
Bemin, Margaret, 245
Bernstein, Nicolai, 105
Bersin, David, 245-246, 248
Bizzi, Emilio, 115
Bjørkvold, Jon-Roar, 292-293
Blaking, John, 228
Blau, Barry J., *151*
Bloom, Benjamin, 282
Book of Magic (Malini), 271
Borge, Victor, 219n
Born That Way (O'Connor), 298
Braué, Frederick, 271
Bretzman, Charles F., 177-178
Broca, Paul, 187, 187n, 203-204
Bühler, Karl, 198
Bunraku, títeres, 102n

Calvin, Williams, 157
Celso, 261
César, Julio, 300
Clarke, Arthur C., 232
Coad, Luman, *97*
Cogan, David, 99n
Cognitive Neuroscience of Action, The (Jannerod), 116
Como agua para chocolate (Esquivel), 233
Copperfield, David,
Corballis, Michael, 156
Cosmides, 53n
Challenge of Art to Psychology, The (Sarason), 281
Chelini, Karen, 259
Chimpanzee Material Culture (McGrew),
Chomsky, Noam, 67, 67n, 68, 68n, 169, 192, 194, 196n, 206
Chopin, Frédéric, 220

Damasio, Antonio, 208
Darwin, Charles, 20-21, 30, 41, 217
Darwin Machines and the Nature of Knowledge (Plotkin), 53n, 63-69
Davies, Robertson, 71, 278
Dawkins, Richard, 64n, 135n, 142n, 233n
De Humani Corporis Fabrica (Vesalius), 92n
Deacon, Terrence, 68-69, *188*, 205
Deane, P.D., 207n
Dehaene, Stanislaus, 173n
Dennet, Daniel, 135n, 233n
Derby, Ed, 293-294
Descartes, René, 93, 98
«Development of Excepcional Research Mathematicians, The» (Gustin), 279
Development of Talent Research Project, 282-286
Dewey, John, 280, 281
Dichter, Misha, 213, 220
«Discovery of the Body, The» (Staden), 92n
Donald, Merlin, 199, 231-232, 286, 289
2001 (película), 232
Duchenne, Guillaume, 94, *95*
Dunbar, Robin, 50-53, 60-61, 175, 289

Educated Mind, The (Egan), 279-280
Egan, Kieran, 279-280, 286, 293, 295
«El anillo de los nibelungos» (Wagner), 308
Emile (Rousseau), 280
Ensayo sobre el lenguaje natural y de los sordos, Un (Bébian), 233
Epée, Abbé de l', 202-203
Erasistrato, 92n
Escalando el monte Improbable (Dawkins),142n
Esquivel, Laura, 233
Essays on the Anatomy of Expression in Painting (Bell), 20-21
Evolution in Mind (Plotkin), 69, 173n
Evolution of Brain and Intelligence (Jerison), 52n
Expression of the Emotions in Man and Animals, The (Darwin), 21

Feldenkrais, Moshe, 245, 246-249, 252-253, 255, 257
Feynman, Richard, 271
Fleischer, Leon, 220
Forget, Louis, 74-75
Forssberg, H., 129
Fossil Trail, The (Tattersall), 33n
Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences (Gardner), 229
Further Classic Magic with Apparatus (Albo), *269*

Galeno de Pérgamo, 92
Galvani, Luigi, 93
Gall, Franz Joseph, 187n
Gardner, Howard, 229, 306
Geschwind, Norman, 163n, 208
Gesture and the Nature of Language (Armstrong, Stokoe y Wilcox), 206-207
Gibson, Francis, 93
Gibson, Kathleen, 184-185
Golem (títere), 103, *104*
Gordon-Taylor, Sir Gordon, 315
Gordon, Leonard, 261-262
Gould, Glenn, 217n, 220
Gould, Stephen Jay, 20, 29, 142, 185
Graffman, Gary, 220
Grafton, Scott, 117n
Greenfield, Patricia, 169-171, 172-173, 172n
Grooming, Gossip, and the Evolution of Language (Dunbar), 51-53
Guiard, Yves, 164-165, 166
Gustin, W., 279

Haeckel, Ernst, 174
Halsband, U., 158n
Hall, David, 121, 122-127, 130, 132-133, 150, 290n, 293
Hand Atlas of Human Anatomy (Spalteholz), *79*, *81*, *83*, *85*, *131*, *145*
Hand, The (Bell), 21, *45*, *80*, 313, *314*

Hand, The (Tubiana), *95*, *128*, *144*, *145*
«Handedness and Its Relation to Other Indices of Cerebral Lateralization» (Peters), 155n
Hands (Napier), *34*, 316
Harken, Dwight, *271*
Hart, Jim, 74
Hawkey, Diane, *37*, *44*, *82*
Hearon, Reed, 235-243
Herófilo, 92
Hewlett-Packard, compañía, 258
Holloway Ralph, 52n, 157, 173
Homo erectus, *31*, *32*, 32-33, 60-61, 66, 70, 190, 289
Homo habilis, 32, 32n
Homo Ludens (Huizinga), 292
Homo Sapiens, 32, 32n, 61, 289
Horowitz, Vladimir, 220
Hugard, Jean, *271*
Huizinga, Johan, 292-293
«Human Functional Anatomy of Visually Guided Finger Movements» (Grafton *et al.*), 117n

Idea of a New Anatomy of the Brain (Bell), 313-314
Ingold, Tim, 278, 296
Instinto del lenguaje, El (Pinker), 195, 196n
Instituto Culinario de América, 237

Jay, Ricky, 268
Jeannerod, Marc, 108, 115-116, 128, 129
Jerison, Harry, 52
Johanson, Donald, 20, 136
Jones, Frederick Wood, 136, 291

Keith, Sir Arthur, 30
Kimura, Doreen, 167n
Kite, Barry, 305, *305*
Klima, E., 210
Kubrick, Stanley, 232
Kumin, Maxime, 91

Lakoff, George, 207n
Landowska, Wanda, 218
Lane, Harlan, 190-191, 201-202, 204
Lawrence, D.H., 121
Leakey, familia, 20, 32
«Left Hemisphere Preponderance in Trajectorial Learning» (Halsband), 158n
«Lenguaje, herramientas y cerebro» (Greenfield), 169-170
Lewis O.J., 136
Lieberman, Philip, 68
Life of Primates, The (Schulz), *36*
Liszt, Franz, 217, 219, 220n
Little Dishes of Mexico, The (Hearon), 243
Long, Charles, 129
Lovejoy, Owen, 136-137
LuLu (restaurante), 235-236

Magendie, François, 93
Malini, Max, 271
Marionette Sourcebook (Coad), *97*
Markison, Robert, 262
Marshack, Alexander, 207n
Marzke, Mary, 36-37, *38*, *39*, 40, 42, 137-138, *139*, 140, *141*, 142, 165-166
Mayr, Ernst, 297
Mazziotta, John, 117n
McLean, George, 146-150, *147*, 152, 287
McNeill, David, 50, 190
Meisling, Kris, 258
Miller, Mark, 236-237
Mitton, Mark, 270-276, *275*
Moore, Jill, 294-295
Moore, Richard, 293-294
Muse Within, The (Bjørkvold), 293

Napier, John Russell, *34*, 35, 135
Neandertal Enigma, The (Shreeve), 142
Neigum, Harvey, 75
«Neurology and the Soul» (Sacks), 211

Neurology of the Ocular Muscles (Cogan), *99*
«Neuromotor Mechanisms in the Evolution of Human Communications» (Kimura), 167n
Number Sense, The (Dehaene), 173
Nureyev, Rudolf, 252

O'Brien, Patrick, 221-225, 288, 293
O'Connor, Johnson, 298
Oldfield, R.C., 162-163
Oppenheimer, Todd, 258
Origins of the Modern Mind, The (Donald), 54, 59, 60, 62, 231
Owen, A.Y., *174*

Parilla, La: The Mexican Grill (Hearon), 243
Pavlick, John J., *275*
Paz, Octavio, 105
Peligrosa Idea de Darwin, La (Dennet), 233n
Pensamiento y habla (Vygotsky), 195, 198-199
Percelly, Serge, 109-111, 111n, 113-115, 117-120, 130-131, 150, 287
Perret, D.J., 207
Peters, M., 155n
Petitto, Laura Ann, 204
Phelps, Michael, 117n
Philip, Frank, 202
Piaget, Jean, 169, 196, 280
Pickleman, Jack, 262, 263-264
Pinker, Steven, 189, 191, 192, 192n, 194, 195, 196n
Platón, 276, 280
Plotkin, Henry, 53n, 58, 63-70, 172n, 173n, 185, 199, 200, 215, 228-229, 289
Poizner, H., 210
Professional Goldsmithing (Revere), *151*

Ransom, David, 298-299
Ravel, Maurice, 227
República, La (Platón), 276
Revere, Alan, 151n
Reynolds, Peter C., 46, 174-177, 206n
Robert-Houdin, Jean-Eugène, 263-264
Rousseau, Jean-Jacques, 280-281
Royal Road to Card Magic, The (Hugard y Braué), *271*

Sachs, Oliver, 210, 211, 309
Salsa, (Hearon), 237, 239
Sarason, Seymour, 279, 281, 282, 287, 292
Schaefer-Simmern, Henry, 281-282
Schafer, Jack, 169, 177-185, *179*, *183*, 293
Schnabel, Artur, 283
Schueneman, Arthur, 262-264
Schulz, A., *36*
Seeing Voices (Sacks), 210
Sergeant, Justine, 213-215
Sherrington, Charles, 93, 96, 107
Shreeve, James, 142
Sicard, Roch-Ambroise, 202-203
Singe et l'Homme A. Le (Trémois), *56*
Skinner, B.F., 67, 201
Slydini (Quintino Marucci), 270, 271, 272, 273, 276
Sosniak, Lauren, 282-283
Spalteholz, Werner, *79*, *81*, *83*, *85*, *131*, *145*
Spire, Mary, 250
Spurzheim, Johann Christoph, 187n
Stableford, Tyler, *123*
Staden, Heinrich von, 92n
Stern, William, 196
Stokoe, William, 190, 202, 203, 206-207
Sullivan, Jim, 272
«Surgery of the Mitral Valve» (Harken), *271*
Symbolic Species, The (Deacon), 68-69, *188*

Tattersall, Ian, *31*, *33*
Taubman, Dorothy, 221, 288
Thomas, Lewis, 267, 276
Titanic (barco), 303

Tolstói, León, 49
Tonkin, Garvin, 181, *183*
Toth, Nicholas, 158, 159, 206n
Trémois, Pierre-Yves, *56*
Tubiana, Raoul, *95*, *128*, 135, *144*, *145*
Tufte, Edward, *271*
Turing, Alan, 194
Tuttle, Russell H., 316

Unger, Richard, 298, 299-301

Vesalius, Andreas, 92n
Visual Explanations (Tufte), *271*
Vygotsky, Lev, 169, 195-196, 196n, 197, 198, 205, 206, 280

Wagner, Richard, 308
Wall Street Journal, 74
Walls, E.W., 315
Washburn, Sheldon, 291
Washburn, Sherwood, 29-30, 32, 46
Wason, 53
Watson, J.B., 196
Watts, Bob, 180
Wernicke, Karl, 187
What's Bred in the Bone (Davies), 71
Wilcox, Sherman, 190, 206-207
Woods, Roger, 117n

Young, Gerald, 153
Young, Richard, 75-76

Últimos Metatemas

51. Las manchas del leopardo
La evolución de la complejidad
Brian Goodwin

52. El progreso
¿Un concepto acabado o emergente?
Edición de Jorge Wagensberg y Jordi Agustí

53. Escalando el monte Improbable
Richard Dawkins

54. Ideas para la imaginación impura
53 reflexiones en su propia sustancia
Jorge Wagensberg

55. ¿Qué es el sexo?
Lynn Margulis y Dorion Sagan

56. La conferencia perdida de Feynman
El movimiento de los planetas alrededor del Sol
Edición de David L. y Judith Goodstein

57. Antes del principio
El cosmos y otros universos
Martin Rees

58. La biología del futuro
*¿Qué es la vida?*cincuenta años después
Edición de M.P. Murphy y L.A.J. O'Neill

59. La lógica de lo viviente
Una historia de la herencia
François Jacob

60. Érase una vez un número
La lógica matemática de las historias
John Allen Paulos

61. Destejiendo el arco iris
Ciencia, ilusión y el deseo de asombro
Richard Dawkins

62. Antes de Lucy
El agujero negro de la evolución humana
Edición de Jordi Agustí

63. Ancas y palancas
Mecánica natural y mecánica humana
Steven Vogel

64. El fin del envejecimiento humano
Ciencia y longevidad
Tom Kirkwood

65. El carácter de la ley física
Richard Feynman

66. La vida en la cuerda floja
Niles Eldredge

67. Ocho hitos en la evolución
Del origen de la vida a la aparición del lenguaje
John Maynard Smith

68. Evolución
Sociedad, ciencia y universo
Edición de Andrew C. Fabian

69. El misterio de los misterios
¿Es la evolución una construcción social?
Michael Ruse

70. Conceptos contrarios
o El oficio de científico
Jean-Marc Lévy-Leblond

71. La disolución de la mente
Una hipótesis sobre cómo siente,
piensa y se comunica el cerebro
Óscar Vilarroya

72. Emoción y conocimiento
La evolución del cerebro y la inteligencia
Edición de Ignacio Morgado Bernal

Fundació "la Caixa"
Museu de la Ciència

LIBROS
PARA PENSAR
LA CIENCIA

TUSQUETS
EDITORES

Como dijo Sir Charles Bell en 1833, «la mano humana está tan bellamente formada, sus acciones son tan poderosas, tan libres y, sin embargo, tan delicadas que no se piensa en su complejidad como instrumento; la utilizamos de la misma manera que respiramos: de manera inconsciente». Precisamente al estudio de la mano se consagra esta documentada investigación de FRANK R. WILSON, donde se formula una hipótesis que cuestiona la visión antropológica tradicional.

Para WILSON, la mano humana —un milagro biomecánico fruto de la adaptación biológica— desempeña un papel decisivo en el aprendizaje. Como demuestran recientes investigaciones en antropología, neurología, lingüística y psicología, nuestras extremidades superiores han configurado nuestro desarrollo como especie diferenciada. ¿De qué manera los cambios estructurales de la mano propiciaron la utilización y el diseño de herramientas? ¿Tiene el lenguaje humano sus raíces en la palabra o tal vez en los gestos que hicieron posibles la caza y la industria comunitarias? Con el contrapunto de las experiencias de virtuosos del trabajo manual (cirujanos, malabaristas, músicos y mecánicos), WILSON nos convence de que la inteligencia, su ejercicio y desarrollo, también está en nuestras manos.

CASA DEL LIBRO
LA MANO: DE COMO SU USO CONFIGU
RA EL CEREBRO, EL LENGUAJE Y LA
9788483108284 00007774 2-09 080
041000 NG43569902
15 NOV
02000 G
2 201028 663583
20,00 Eur
3.328 Pts

Fundació "la Caixa"
Museu de la Ciència

PARA PENSAR
LA CIENCIA

TUSQUETS
EDITORES