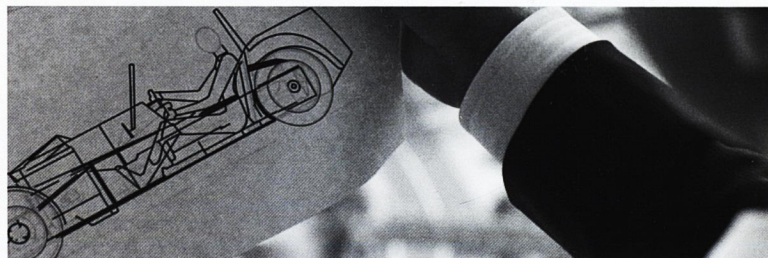
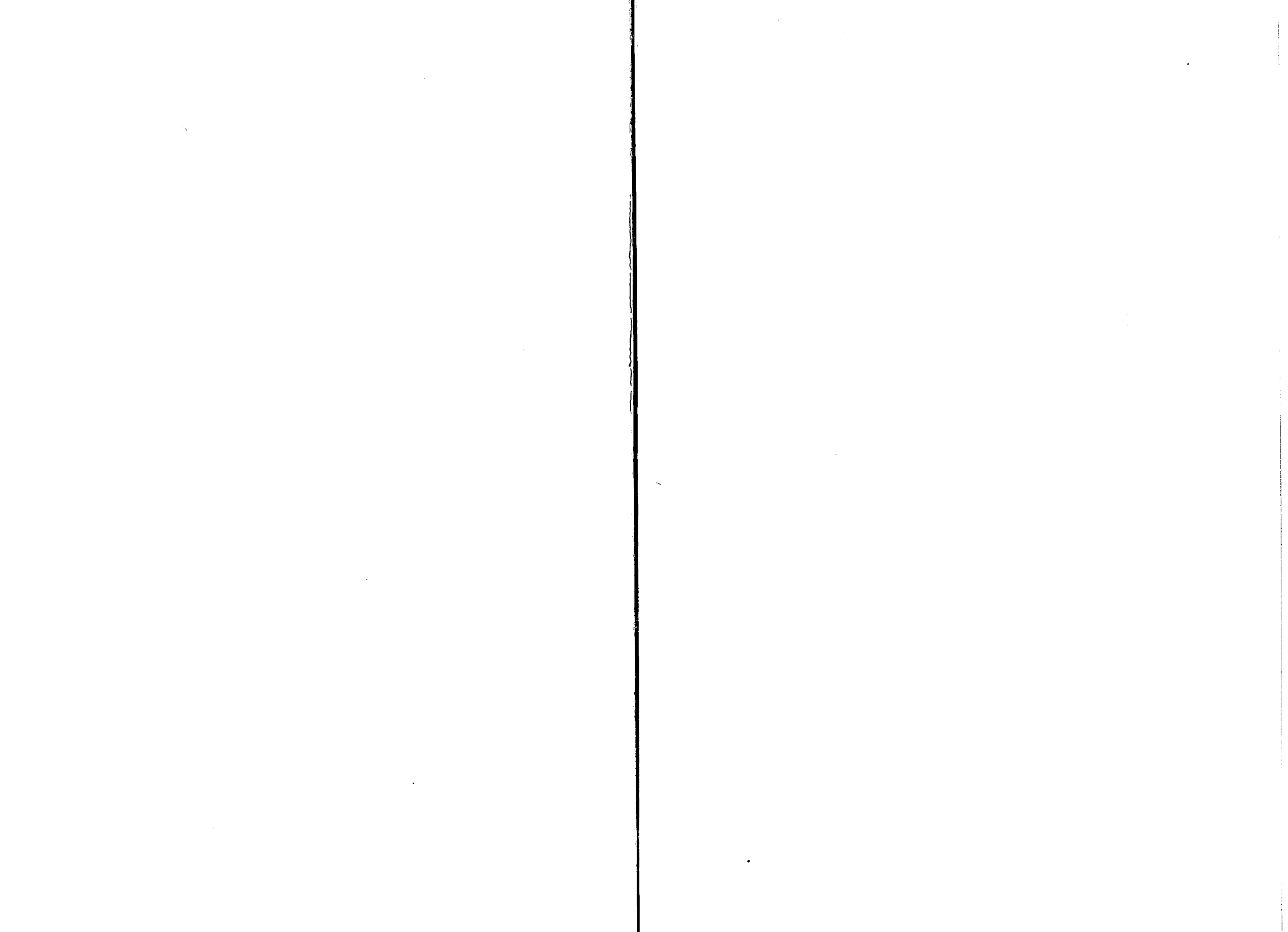


ERGONOMÍA PARA DISEÑADORES

Antonio Bustamante



FUNDACIÓN
MAPFRE



**Ergonomía
para diseñadores**

Ergonomía para diseñadores

Antonio Bustamante

MAPFRE
CENTRO
DE
DOCUMENTACION

Todos los derechos reservados. Esta publicación, o cualquiera de sus partes, no podrá ser reproducida o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, mediante fotocopias o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.

© 2008, Antonio Bustamante
© 2008, FUNDACIÓN MAPFRE. Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente

EDITORIAL MAPFRE, S. A.
Crta. de Pozuelo, 52. 28220 Majadahonda (Madrid)

I.S.B.N.: 978-84-9844-116-1
Depósito legal: M. 47.467-2008

Compuesto e impreso en Fernández Ciudad, S. L.
Impreso en España - Printed in Spain

 **FUNDACIÓN
MAPFRE**

*A Sonia, que no quiere
que se sepa lo mucho
que de ella hay en este libro*

ÍNDICE

Prólogo	XI
Agradecimientos	XIII
Presentación	XV
1. La Ergonomía	1
2. Prevención de riesgos	21
3. Los objetos patógenos	31
4. Diseño ergonómico	37
5. Antropometría e indeterminación	41
5.1. La antropometría.....	41
5.2. La indeterminación	49
5.3. La indeterminación en la antropometría.....	59
6. El cuerpo humano	73
6.1. Anatomía del usuario	73
6.2. La mano.....	89
6.3. El refuerzo dorsal vertebrado.....	102
6.4. El pie.....	119
7. La postura	131
8. El equilibrio	145
9. Posturología	155
10. La definición del asunto	181

PRÓLOGO

En el año 1995 vio la luz la primera edición del *Manual de Ergonomía*, editado por FUNDACIÓN MAPFRE. En este manual se abordaba la materia desde una visión multidisciplinar e integrada con el resto de disciplinas preventivas, dividiéndose la obra en varios capítulos que desarrollan las ya tradicionales áreas de la ergonomía: biomecánica ocupacional, ambiente físico, carga mental y factores organizacionales. Dentro del apartado dedicado a la biomecánica, se trataban aspectos relacionados con el diseño postural y de herramientas.

Desde el año de promulgación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se ha avanzado en las áreas ya consolidadas de Seguridad e Higiene, con un importante avance en la implantación de la ergonomía y psicología aplicada. No obstante, la prevención en el diseño de instalaciones y equipos sigue siendo una de las asignaturas pendientes, no ya de los técnicos de prevención, que en general ejercen un papel correctivo, sino de los arquitectos, ingenieros y diseñadores; es necesario integrar estos aspectos en la formación de estos profesionales, como bien marca la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo para los años 2007-2011.

Dentro de este ámbito, nada mejor que contar con uno de los ergonomistas diseñadores (o diseñadores ergónomos) más activos en la actualidad, como es Antonio Bustamante, para la elaboración de esta obra. Ya tuvimos el placer de publicar con Antonio el libro *Mobiliario Escolar Sano*, que recibió una gran acogida entre los colectivos objeto del estudio.

Esta obra constituye una excelente introducción a la materia, no sólo por su rigor técnico y contenido sino por la forma (su *diseño* podríamos decir), ya que el autor es un excelente escritor capaz de plasmar de forma muy amena para el lector materias que de otra forma podrían resultar incluso áridas para los no iniciados.

Esperamos que ERGONOMÍA PARA DISEÑADORES constituya una referencia para todos aquellos que abordan la prevención desde su origen, incorporando parámetros de salud (evitando los objetos patógenos) en la forma y función de sus creaciones.

FUNDACIÓN MAPFRE
Instituto de Prevención, Salud
y Medio Ambiente

AGRADECIMIENTOS

No todas las ilustraciones de este libro son del autor, ni de libre circulación; agradecemos a los autores anónimos, a los históricos, y también a los conocidos que amablemente nos han cedido sus imágenes; éstos son:

Sonia Barroso, ergónoma, autora de muchas fotos, comentarios e ilustraciones a lo largo de todo el libro, Fabienne Kern, fisioterapeuta y ergónoma, co-autora del capítulo 6.3, que le debe las imágenes que lo ilustran, Luc Blecha, doctor en biomecánica, por las imágenes del capítulo 6.1, extraídas de su tesis doctoral sobre generación artificial de tejido óseo, y Àngels López, ergónoma, por sus fotos que ilustran el capítulo 10.

PRESENTACIÓN

Tenemos en nuestras manos una nueva obra de Antonio Bustamante. Para los que ya hemos leído las anteriores es motivo de alegría por el estímulo intelectual que todas ellas suponen. Para los que sea la primera vez que disfrutarán de su trabajo, un estímulo para conocer más de este autor, y no sólo en el campo literario: entren en su web y admiren.

A su excelente estilo de redacción, se unen los innovadores planteamientos que siempre propone y las múltiples interconexiones entre diversos campos científicos que nos señalan sus desarrollos, eminentemente aplicados.

Inicia el texto con una definición de ergonomía, que nunca está de más repasar, ampliar y contrastar (un poco “atrancada” en este caso, como podrán comprobar en breves minutos). En esta ocasión se aborda la definición desde el punto de vista de la comunicación, aspecto que demuestra merecer más importancia que la escasa que ha recibido hasta ahora. A continuación diserta sobre la relación entre ergonomía y prevención de riesgos laborales, un binomio tan unido y a la vez limitado por el marco legal en nuestro entorno desde hace poco más de un decenio, que le lleva a mostrarnos diversos ejemplos de objetos patógenos. Anímese quién lea esas líneas, y descubra cuantos objetos patógenos o simplemente mal diseñados tiene a su alcance, quitándose de encima la supuesta torpeza con la que nos adjetivamos cuando entramos en interacción con estas trampas del supuesto, y a veces premiado, diseño vanguardista.

El libro alcanza su clímax, si es que a los libros puede atribuirse tal estado, y si no será a quién los lea, con los capítulos centrados en la antropometría y la biomecánica, apartados clásicos y estelares de muchos de sus textos. La originalidad del autor, unida a su profundo conocimiento en este campo, se muestra en toda su plenitud: desde una perspectiva histórica y acertadamente crítica, demostrando la importancia de considerar el principio de indeterminación, de nuevo mediante múltiples y variados ejemplos.

La lección de anatomía ósea y muscular que sigue, es muy útil para todo aquel que no haya estudiado o repasado a fondo nuestro armazón, así como su relación con el equilibrio y la posturología. Esta introducción a la posturología es innovadora en nuestro entorno y abre un nuevo campo de trabajo para la aplicación de los conocimientos desarrollados hasta este punto en el texto.

Finalmente, la consideración de la usabilidad con la que finaliza el libro, y que reincide en el tema de su inicio, es un elemento que debería estar presente en cualquier evaluación o diseño que considere la ergonomía, y debe matizar o modificar en su caso las propuestas que plantee quien se dedique al diseño de objetos que interactuarán con la actividad de las personas. La información que puede aportar el futuro usuario del objeto en cuestión es un valor añadido fundamental para el éxito de la propuesta, aunque no sea considerado en muchas ocasiones a la hora de otorgar premios a diseños que se han demostrado patógenos. Y además, fíjense en la edad de los usuarios ejemplificados: ya desde la más tierna infancia, todos somos algo ergónomos, al menos en cuanto a la observación crítica de los utensilios se refiere, y no deberíamos perder esa cualidad cuando crecemos y seleccionamos los objetos con los que vamos a interactuar, aunque sean carísimos premios de diseño.

No es un libro, pues, sólo para personas del mundo del diseño; ni sólo para personas del mundo de la ergonomía. Es un libro para personas del mundo.

RAMÓN FERRER

1.

LA ERGONOMÍA

Qué es la Ergonomía

La Ergonomía es una disciplina cuya finalidad es adaptar el entorno habitable al habitante del entorno. Esta adaptación ha entenderse en el sentido más amplio, debe abarcar desde lo físico a lo psíquico, pues sería acientífico considerar al habitante del entorno solamente en su aspecto físico y fisiológico; las cosas son como son y el habitante es un ser humano, mientras que el entorno lo forman un conjunto de objetos de diverso tamaño, algunos de los cuales han sido construidos por el propio habitante o por otros seres humanos. La Ergonomía que hagamos será tanto mejor cuanto mayor sea nuestro conocimiento del ser humano y de las técnicas de fabricación de los objetos con los que intentamos mejorar el entorno. Uno de los aspectos del hombre que conviene considerar es el de su capacidad de comunicación. En efecto, el habitante utiliza diversos sistemas para comunicarse, y alguno de estos sistemas deberá servirnos para comunicarle al habitante la materia que forma la Ergonomía. Las personas que ejercen la Ergonomía suelen tener una formación previa en ciencias, humanidades o ingenierías y es algo natural el que conserven el talante comunicativo que han aprendido en sus respectivas ciencias, humanidades o ingenierías para comunicar lo que saben de Ergonomía; pero también es natural que encuentren dificultades al hablar a habitantes del entorno que no son científicos, ni humanistas, ni ingenieros, son gentes que se perciben a sí mismos como gente normal y cuyo trabajo suele tener como

finalidad la producción y no el estudio de la adaptación de su entorno a ellos mismos.

Así pues, el primer problema con que nos encontramos cuando tenemos algo que decir es el de cómo decirlo. Hace falta creatividad para encontrar un buen vehículo de comunicación y, como se verá más adelante, uno de los métodos de la creatividad puede ser —paradójicamente— la copia. Si encontramos un buen modelo de comunicación que ya exista para otra disciplina y que pueda servirnos para comunicar la Ergonomía, seremos muy creativos si somos capaces de comunicar la Ergonomía con el mismo éxito con que hasta hoy ha venido empleándose el método copiado. El método que propongo es el que sirvió a Cervantes para hacer *El Quijote*, y creo que es un buen método porque *El Ingenioso Hidalgo* lo lee cualquiera que sepa leer y —sin necesidad de ser literato— aprende y se entretiene. Cuando un filósofo, o un psicólogo, o un sociólogo escriben sobre *El Quijote*, ya no es lo mismo: los lectores se entretienen menos y, a veces, abandonan la lectura y no aprovechan los conocimientos que el autor trataba de transmitirles. Si aplicamos la Ergonomía a la comunicación de temas ergonómicos, deberemos adaptar el medio de comunicación al usuario, tratando de evitar todo aquello que le cause tensiones innecesarias en el acto de aprender.

La protoergonomía empezó en las fábricas y los primeros ergónomos fueron ingenieros y capataces que se interesaron por optimizar la relación del trabajador con su entorno de trabajo, en unos tiempos en que los sistemas de producción empezaban a cambiar a una velocidad que hacía difícil la asimilación de tanto cambio en tan poco tiempo. A los ingenieros-ergónomos se sumaron los médicos en cuanto los empresarios se dieron cuenta de que para producir había que estar sano; más tarde aparecieron los psicólogos, cuando se entendió que la motivación y las aptitudes personales tenían que ver con el rendimiento, pero los más recién llegados son los pedagogos, que nos enseñan a enseñar. Los arquitectos, diseñadores y proyectistas de muebles y extenso surtido de objetos, hemos estado toda la vida haciendo Ergonomía —buena o mala— sin saberlo, y tenemos la sensación de no saber a ciencia cierta si todavía no hemos llegado o si estábamos en ello desde siempre.

Saber —lo que se dice saber— sólo se sabe aquello que no se sabe desde cuándo se sabe, como lo es el conocimiento que tenemos de nuestra lengua materna. La Ergonomía, para ser coherente consigo misma, debe estar explicada para que la entienda el usuario del medio habitable que tratamos de mejorar, amén de los ergónomos. Y, aunque no seamos Cervantes, creo que es bueno que procuremos serlo, que comuniquemos lo mejor posible y que, aunque nos conste que un buen narrador lo hubiera hecho mejor que nosotros, nuestra conciencia de comunicadores quede tranquila si, en nuestra modestia, hemos apuntado a una narrativa digna de Cervantes, aunque a duras penas alcancemos el nivel de escritor de novelas rosas.

La trucada etimología de la palabra Ergonomía

El ergio es una unidad de medida del trabajo considerado desde un punto de vista mecánico. “Ergon” es palabra de origen griego que significa trabajo o actividad. Una Ergonomía del “trabajo” tendría un aroma de fábrica, de OCT¹ que no tiene la Ergonomía de la “actividad”; este concepto incluye al de trabajo como caso particular y, según la definición propuesta, consideramos que la ergonomía se ocupa de adaptar el medio al habitante, lo que incluye la adaptación del puesto de trabajo a la persona que trabaja.

Cuando en 1857 el polaco Jastrzeboski inventa la palabra “ergonómice”, lo hace partiendo de la voz griega “ergon” y, por lo que se ve, la nueva palabra tuvo éxito y se impuso, como también se han impuesto otras palabras con la misma raíz: ergoterapia, sinergia, ergastenia... El nombre de nuestra disciplina es, pues, de cuño artesano, de la voz de un solo hombre y no de una lengua cuyo origen se desvanece en el pasado remoto.

¹ OCT: siglas de la *Organización Científica del Trabajo*, movimiento del que se habla a continuación.

Clasificación de temas de Ergonomía

Cuenta la leyenda que en 1619 Descartes tuvo un sueño, casi una experiencia mística, en la que le fue revelado el orden de las ciencias en forma de árbol. La estructura geométrica llamada “árbol” puede entenderse como un fractal generado por la bifurcación, trifurcación o n-furcación de un rama en dos, tres o n ramas, cada una de las cuales, a su vez, se bifurca, trifurca o n-furca. Cualquier rama del árbol pertenece a un nivel y cada una tiene, pues, una jerarquía. Cuanto más ordenada y clara sea una clasificación, más manejable será y más parecerá creíble su contenido. La Medicina, que se sirve de distintas ciencias para intentar conservar o mejorar la salud de los humanos, agrupa sus conocimientos en materias (Anatomía, Fisiología, etc.) que tienen como factor común el pertenecer al conjunto de conocimientos que pueda tener un médico. Las diversas materias, ordenadas según rangos y similitudes pueden representarse en forma de árbol en el que la Medicina sería el tronco, la Fisiología una rama, la Anatomía otra rama. Este tipo de representaciones puede mostrar el estado de la Medicina en un momento preciso, pero sería acientífico pretender que esta representación es inamovible, pues el árbol no cesa de crecer y cuanto más crece, más problemas plantea, más preguntas descubre. La representación del árbol tiene la ventaja de orientar al estudioso y de aclararle dónde está cuando se ocupa de Fisiología; eso está muy bien, pero no olvidemos que el estudioso de la medicina se interesa por la Fisiología porque es un medio para conservar o mejorar la salud de los humanos, que es a lo que va el médico. El ergónomo debería ir a adaptar el entorno habitable al habitante del entorno, lo que supone un campo de actuación, si no más complejo, sí más amplio que el de la Medicina y por eso deberá tratar con especialistas de muchas ramas de la ciencia, el arte y la técnica; estos especialistas no sólo tienen conocimientos específicos, sino también jerga propia de su oficio y actitudes profesionales que no coinciden, las de una especialidad con las de otras. Es natural que el especialista valore su especialidad y es comprensible que, a veces, anteponga su parte al todo y que no sea consciente de que su papel sólo tiene sentido dentro de una globalidad en la que el objetivo es adaptar el entorno habitable al habitante del entorno. Todo ello crea problemas de

colaboración entre los componentes de un equipo multidisciplinar de ergónomos y de ahí que sea tan importante la comunicación, no sólo para explicarnos correctamente a nuestros clientes, sino también para entendernos entre nosotros. El ergónomo que proviene de las Ciencias no debe olvidar que el objetivo de éstas es medir, comparar o clasificar, utilizando la lógica como instrumento. El fin de la Ergonomía es la óptima adaptación del objeto a la persona que lo utiliza y para ello se valdrá de las ciencias y de sus aplicaciones, como medio y no como fin.

Todo ergónomo debe saber por qué existe su profesión, cuál es su origen, y la respuesta a esta pregunta formará una tranca de esta Introducción a la Ergonomía. Para ordenar los conocimientos que forman la Ergonomía, prefiero la tranca a la rama. La rama forma parte de la estructura del árbol, que es una ordenación jerárquica y muy clara, y no estoy seguro de que las materias que se relacionan con la Ergonomía tengan entre sí una estructura tan clara; una tranca, en cambio, puede pertenecer, a lo sumo, a un montón, que es un conjunto desordenado o con un orden que se puede variar sin dejar de ser un montón. Una tranca pertenece a un montón independientemente de su posición en el mismo; una rama pertenece al árbol en un nivel de jerarquía que depende de su situación con respecto al tronco.

La estructura de las cartas de una baraja puede darnos también una idea interesante: la de un orden parcialmente jerárquico. En efecto, dentro de cada palo, cada carta ocupa un lugar por encima o por debajo de las demás, pero los palos no tienen jerarquía unos respecto a otros. Podríamos asociar los palos de una baraja interminable a las ciencias y saberes de que se vale la Ergonomía para sus fines. La propia Ergonomía podría asociarse al póker y la pericia del ergónomo a la del tahúr que liga jugadas brillantes una tras otra.

Así, considerando la Ergonomía como un contenedor a medio llenar de trancas, o palos —que son los saberes de que se sirve— podemos cambiar el orden e incluso añadir otras disciplinas al contenedor, en el momento que lo necesitemos. La ordenación que sigue es, pues, una de tantas posibles y —por descontado— incompleta.

TRANCA DEL ORIGEN DE LA ERGONOMÍA

Cuando sepamos por qué nuestro oficio es hoy posible, nos es imprescindible la comunicación para ser coherentes con nosotros mismos, con nuestros compañeros de equipo y con lo que creemos que nuestros clientes esperan de nosotros.

TRANCA DE LA COMUNICACIÓN

Una vez sepamos cómo hablar, estaremos en disposición de plantearnos de qué vamos a hablar. Empezaremos por los aspectos geométricos y físicos de nuestro cliente:

- TRANCA DE LA ANTROPOMETRÍA.
- TRANCA DE LA ANATOMÍA.
- TRANCA DE LA BIOMECÁNICA.

Como nuestro cliente tiene una psique estudiaremos a continuación la TRANCA DE LA PSICOLOGÍA.

Y, dado que es un ser social, atenderemos a la TRANCA DE LA SOCIOLOGÍA.

Para conocer el medio en que se desarrolla el habitante nos informaremos sobre las solicitudes que recibe su cuerpo:

TRANCA DE LAS CONDICIONES EXTERNAS DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Como la mayor parte de nuestra actividad se centrará en el mundo del trabajo, deberemos dedicar una atención responsable a la TRANCA DEL TRABAJO Y LA PERSONA QUE TRABAJA.

Tranca del origen de la Ergonomía

La Ergonomía, entendida como disciplina que pretende optimizar la relación entre el hombre y su entorno, no es más que la formalización de una actitud natural, que se encuentra en cualquier ser vivo, sea cual sea el nivel que ocupe en la escala biológica. Así, el tropismo de las células hacia la luz es un fenómeno “ergonómico” ya que la célula se sitúa en el lugar

más favorable para ella por serle necesaria la energía solar para la realización de sus funciones vitales. Los pájaros elaboran nidos, que son la reorganización de las briznas que más les convienen. El cuervo de Nueva Caledonia saca hormigas del hormiguero cogiendo una brizna de hierba con el pico e introduciéndola en el nido para que sus presas se suban al instrumento de caza del astuto pájaro. El polluelo de cuco, cuando aún no tiene plumas, tira los huevos del nido que parasita y se instala a vivir del trabajo de unos padres que no son los suyos. Los chimpancés utilizan piedras para cascar semillas demasiado duras para su dentadura. Los castores construyen presas en su propio beneficio y, en general, muchos seres vivientes hacen cambios en el medio para adaptarlo al uso que quieren hacer de ese medio. Cuando decimos “adaptar”, queremos decir “mejorar las características para el uso del ser vivo que lo habita”. Lo que llamamos Ergonomía es, pues, la versión humana de un fenómeno biológico; veamos ahora de dónde le viene esta categoría de disciplina a lo que es una disposición de cualquier forma de vida en la Tierra.

Antes de inventar la palabra Ergonomía, todo el mundo era ergónomo

En efecto, si la Ergonomía pretende que los objetos de diverso tamaño que fabrica el hombre se adapten lo mejor posible a la persona que los utiliza, la Ergonomía es consustancial al ser vivo, pues ¿quién ha pretendido nunca hacer objetos que se adapten mal al usuario? Hasta la aparición de la Ergonomía, sólo los inventores de aparatos de tortura habían sido anti-ergónomos. Los demás: pájaros, hormigas, castores, termitas, sastres, canteros, carpinteros, cocineros, labradores, navieros, caldereros y otros artífices de objetos de diverso tamaño, habían intentado hacer sus cosas como Dios manda, a gusto del usuario.

Así que diseñadores, urbanistas, artesanos, ingenieros y arquitectos son los que se han encargado de hacer Ergonomía antes de que el polaco W. B. Jastrzebowski, en 1857, publicara *Un apunte de Ergonomía, o la ciencia del trabajo, basada en las verdades evidentes de las ciencias de la Naturaleza*. Por eso mucha gente sensata se sorprende de la poca aten-

ción que prestan a esta disciplina amplios sectores del colectivo de los diseñadores y casi todos los arquitectos. No es evidente el porqué, ni es fácil tratar de explicarlo, pero se puede conjeturar que la razón de esta falta de interés de los profesionales de la arquitectura del objeto industrial de diversos tamaños, es la especialización excesiva de los oficios que ha tenido lugar después de la primera guerra mundial. Leonardo da Vinci (1452-1519) y Miguel Ángel (1475-1564) son un ejemplo de que una inteligencia muy bien dotada puede abarcar casi toda la cultura del Renacimiento: la Física ni siquiera era newtoniana pues Newton había de nacer en 1642. Con una Ciencia de mucho menor bagaje que la del siglo XXI, Leonardo se plantea su tarea de artista desde lo que hoy llamaríamos un enfoque global.

En el siglo XX, el arquitecto austriaco Adolf Loos todavía se ocupaba de muebles y vestimenta como lo hubiera hecho un renacentista, pero no era un renacentista: ya estaba tocado de taylorismo² y en 1906 escribió *Ornamento y delito*, artículo en el que animaba a eliminar todo ornamento de los objetos utilitarios. Con esto se condenaba a las artes plásticas y a los oficios decorativos a “salir” de la Arquitectura, bella arte que decidía quedarse sola a contemplarse su ombligo: el espacio “puro”.

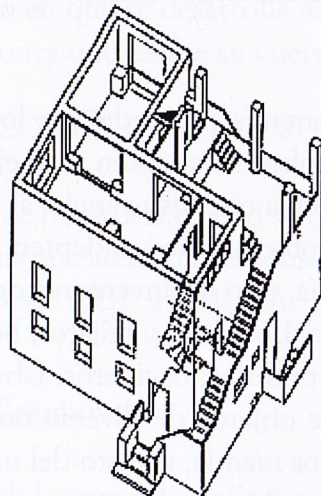


FIGURA 1.1.
Adolf Loos: Villa Moissi.

² Taylorismo: corriente de pensamiento relativa al mundo de la producción, de la que se hablará a continuación.

Hemos de comprender que en esas fechas ya no había mente humana capaz de abarcar todos los conocimientos, tal como pretendiera en el Renacimiento un tal Pico della Mirandola, ilustre pedante italiano del siglo XV, que se jactaba de poder discutir con cualquiera “de todas las cosas que pueda saber el hombre” (de omni re scibili). En 1905 Einstein había publicado ya su teoría de la Relatividad Restringida y en 1869 Mendelejeff ya había expuesto su Tabla Periódica en la sociedad Química Rusa. Cuando en 1906 Loos escribió *Ornamento y delito*, ni el prepotente Pico della Mirandola se hubiera atrevido a discutir con cualquiera *de todas las cosas que pueda saber el hombre*.

Grupos principales																		Grupos principales	
1	2	Metales de transición										13	14	15	16	17	18		
1												5	6	7	8	9	10		
H												B	C	N	O	F	Ne		
3	4											13	14	15	16	17	18		
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112								
Li	Ra	Ac																	
Serie de los lantánidos		58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71																	
		Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Td Dy Ho Er Tm Yb Lu																	
Serie de los actínidos		90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103																	
		Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr																	

FIGURA 1.2.
Tabla periódica de los elementos.

Al huir despavoridos *de todas las cosas que pueda saber el hombre*, los maestros del siglo XX se centran en las pocas cosas que es capaz de entender la mente humana en ese siglo sobrecargado de conocimientos, y así nos parece como si los maestros proto-racionalistas de principios del XX hubieran

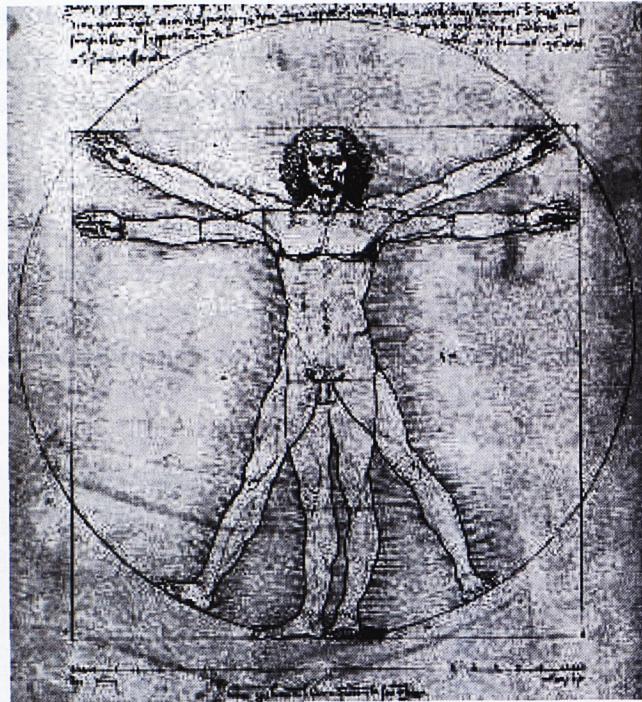


FIGURA 1.3.

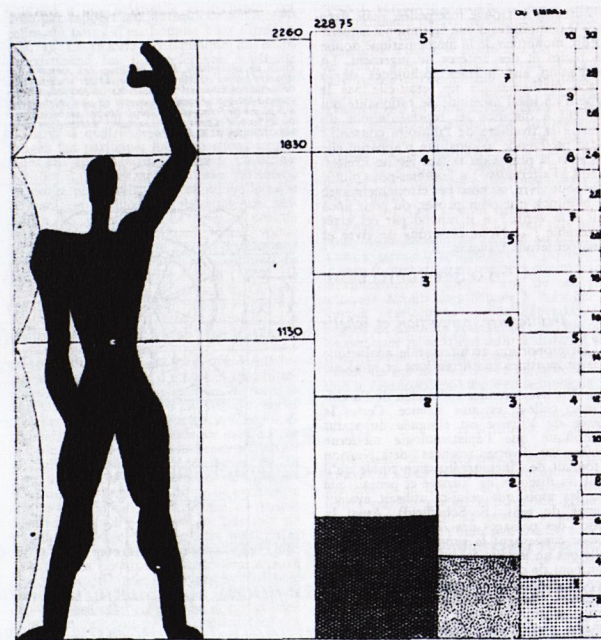


FIGURA 1.4.

descubierto el espacio como protagonista de la Arquitectura, pero el espacio arquitectónico existía desde los dólmenes prehistóricos; la cúpula del Vaticano es tan obviamente espacio que nadie se había parado a comentarlo: aunque muchos hayan comentado la calidad de este espacio, nadie lo ha alabado nunca por el mero hecho de ser un espacio. En cambio Loos nos invita a celebrar que sólo haya espacio en la Arquitectura.

Los maestros del Movimiento Moderno ya no son ergónomos

Le Corbusier, influenciado por Loos, fue tan buen pintor como arquitecto, tal como lo fueran en su época Miguel Ángel o Leonardo, pero éstos renacentistas hicieron además de excelentes ergónomos: estudiaron el cuerpo humano por fuera y por dentro y nos han dejado obras como el mobiliario miguelangelesco de la biblioteca Laurenziana o los aparatos de Leonardo, que denotan un conocimiento del cuerpo humano como máquina biológica, que nunca tuvo el *moderno* Le Corbusier ni los otros maestros del Movimiento Moderno. Ahí empieza la escisión de las artes: cuando comparamos el *Hombre de Vitruvio* de Leonardo con el monigote de Le Corbusier para su *Modulor*, vemos que este último no tiene en cuenta la complejidad del ser humano que se llegó a apreciar en el Renacimiento. Lo moderno no es humanista. Y los arquitectos, a partir de la segunda mitad del XX han de *construir moderno* —como decía un profesor de mis tiempos de estudiante. Construir moderno quería decir hacerlo como Loos y no como Miguel Ángel.

Mientras la Arquitectura se ensimisma más y más en el espacio, son los ingenieros los que vuelven a preocuparse por el cuerpo humano como máquina para trabajar con eficacia y, ahora, con la rentabilidad que la Revolución Industrial preconiza. Frederick Winslow Taylor, paladín de esta corriente era ingeniero. El cuerpo humano, que en el 1500 era objeto de interés de profesionales multidisciplinares como Leonardo, es en el siglo XX el foco de interés de ingenieros *unidimensionales* como Taylor, que persiguen crear una *ciencia del trabajo, basada en las verdades evidentes de las ciencias de la Naturaleza*, siguiendo los pasos del pionero Jastrzebowski de 1857.

La organización científica del trabajo y la Ergonomía

Frederick Winslow Taylor, nacido en 1856 en German Town, en EE UU, ha dado nombre al taylorismo, que es el talante con el que se nos propone hacer frente al trabajo, guiándonos por unas reglas prácticas basadas en principios de extrema sencillez. Taylor empezó de aprendiz, siguió de obrero y se hizo ingeniero. Ejerciendo como tal en las acerías Midvale, en 1884 empezó a estudiar el proceso de trabajo desde un punto de vista científico. No se puede negar que una extensa experiencia y una profunda reflexión sirvieron de base a la promulgación de sus principios, que eran:

- La ciencia en lugar del empirismo.
- La armonía en lugar de la discordia.
- La cooperación en lugar del individualismo.
- El rendimiento máximo en lugar de la baja producción.

Para poner en práctica dichos principios, Taylor experimentó la motivación del trabajador, el control de su rendimiento, la mejora de sus instrumentos de trabajo y la descomposición del proceso de trabajo en unidades simples, en operaciones independientes y separables. Trató de dar una organización científica al trabajo y con esta actitud con pretensiones de rigor se creó la OCT, la Organización Científica del Trabajo, disciplina que tuvo que ver con la Ergonomía que tiene su nacimiento en el siglo XIX y que no para de evolucionar desde entonces, como veremos a continuación.

Como ya se ha dicho, la palabra “Ergonomía” se la debemos al polaco W. B. Jastrzebowski que en 1857, veintisiete años antes de que Taylor se pusiera a hacer taylorismo, publicó “Un apunte de Ergonomía, o la ciencia del trabajo, basada en las verdades evidentes de las ciencias de la Naturaleza”. La frivolidad de emplear el término “científico” para una cosa tan ambigua como “el trabajo” no debe sorprendernos en un hombre de esa época preocupado por la industria: recordemos que más tarde, en 1892, C. Marx publicaba un texto que pretendía dar consistencia científica al “socialismo” que, hasta ese momento sólo habría

sido “utópico”³ y usaba el término “científico” con un brío que actualmente nos parece superficial: la ciencia requiere un rigor que no puede tener la disciplina que trata de mejorar las condiciones de trabajo del personal de la era industrial. Veamos cómo el concepto de “Ergonomía” varía con el tiempo:

Gilbreth —entre otros— continúa con la tradición americana del XIX, de invenciones para la mejora de muebles y utensilios, y publica “Fatigue study” en 1911, presentando modificaciones positivas en sillas y mesas de trabajo y útiles como el portalápices. Propone también una mesa de despacho con la superficie dividida en rectángulos para poner las cosas en su sitio. Estudia posturas de trabajo para albañiles, que permitan un mayor rendimiento con menor fatiga. Se interesa, pues, por todo lo mejorable en la relación hombre-instrumento.

En 1919 se crea la Organización Internacional del Trabajo, la OIT, de corte onusiano, que no ha dejado de crecer en importancia.

El interés por la racionalización del proceso de trabajo es propio de los países desarrollados, y así, a modo de ejemplo, podemos citar al suizo Leon Walther, quien en 1928 escribe “Technopsychologie du travail industriel” y mejora sillas, mesas, martillos, mazas y útiles de trabajo diversos. El propio Walther trabajó como obrero en una relojería suiza durante tres años cuando ya tenía titulación universitaria. Investigaciones de esta índole, así como las de Gilbreth y de Taylor, fueron posibles cuando hombres con una formación científica atendieron a la problemática del trabajo con un talante nuevo, como reconoce Taylor en su obra “Principios de organización en fábricas”: “...la organización científica no comporta ni un gran invento ni el descubrimiento de novedades extraordinarias; consiste en una serie de elementos que todavía no habían sido tenidos en cuenta, en la agrupación de conocimientos analizados y clasificados en forma de reglas y de leyes que forman una ciencia”. No hemos de escandalizarnos por la ligereza con que se da el nombre de ciencia a una disciplina en un estado tan embrionario, pues acabamos de ver como mucho antes ya Marx había hablado del socialismo “científico”. Podría

³ Karl Marx: “Del socialismo utópico al socialismo científico” (edición inglesa de 1892).

emplearse, con más humildad, el adjetivo “racional” que los arquitectos del Movimiento Moderno pusieron en circulación para nombrar al estilo taylorista de la arquitectura, que floreció entre las dos guerras mundiales, pero que llevaba gestándose desde los tiempos del socialismo “utópico”: los arquitectos racionalistas bebieron en las fuentes de la arquitectura promovida por los visionarios *utópicos* del XIX: desde los falansterios a las ciudades obreras creadas alrededor de las fábricas: agrupaciones urbanas con zonificaciones de claro corte racionalista.

No todo fueron éxitos para el taylorismo, y numerosas huelgas y rechazos por parte de los trabajadores fueron la causa de que se ampliara el campo de interdisciplinaridad, entrando la Psicología a formar parte de la OCT con la intención declarada de buscar el máximo rendimiento productivo, dentro del respeto de la realidad psico-fisiológica del trabajador.

La Tecnopsicología o Psicotécnica tiene, pues, en cuenta el factor humano, y el “Human engineering” es la organización del trabajo fabril que parte del obrero como elemento del proceso de producción, considerando sus peculiaridades específicas y su mayor o menor predisposición a unas u otras tareas.

La definición que de la Ergonomía da el diccionario Larousse de 1983 todavía mantiene el concepto de la OCT. Dice así: “Disciplina cuyo objetivo es el estudio cuantitativo y cualitativo de las condiciones de trabajo en la empresa, la mejora de la productividad y la integración del trabajador”. Esta definición, ya rancia, nos pone de manifiesto la rapidez con que evoluciona el concepto de “Ergonomía” antes de que su contenido llegue al diccionario, pues en efecto, parece más bien una réplica de la del psicólogo inglés Murrell de 1969. Murrell fundó en junio de 1949 la primera Sociedad de Ergonomía (Ergonomics Research Society), que daba cabida no sólo a ingenieros, sino también a psicólogos y otros profesionales que pudieran tener relación con el mundo del trabajo. En 1969 publicó⁴ el “estudio científico de las relaciones entre el hombre y su entorno laboral” con el título “Ergonomics”. Observemos que no es lo mismo preconizar que se estudie la relación del hombre con su entorno laboral *con talante científico*, que pretender hacer una *ciencia* de ese estudio.

⁴ Murrell, K. F. H. (1969). “Ergonomics”. Ed.: Chapman and Hall, Inglaterra.

El concepto de “Ergonomía” va haciéndose más amplio y en 1976 McCormick⁵ define esta disciplina como “la toma en consideración de los seres humanos en el diseño de los objetos artificiales, instalaciones, y los ambientes que la gente usa en varios aspectos de sus vidas”. La ambigüedad de la palabra “ambientes” abre puertas a “lugares”, “entornos”, “contextos”...

El concepto todavía se amplía más y el vocablo “sistema” sustituye y engloba a conceptos como “máquina” cuando Grandjean, en 1988 define “los objetivos primarios de Ergonomía” y dice que esta disciplina debe “optimizar el funcionamiento de un sistema por adaptándolo a capacidades y necesidades humanas”.

Cada vez nos acercamos más a la definición que ha de ser más útil a un diseñador: “la Ergonomía es una disciplina cuya finalidad es adaptar el entorno habitable al habitante del entorno” (Bustamante 1999).

La Ergonomía, pues, pese a tener elementos en común con la OCT, no se refiere únicamente al trabajo, no se ciñe a la relación hombre-máquina, sino que se extiende al contexto más amplio de la relación entre el hombre y el medio artificial creado por el propio hombre. No obstante, no debemos olvidar que en la cultura occidental, a partir de la Revolución Industrial, el espacio doméstico, la ciudad y el territorio, se racionalizan a la vez y que sería, por tanto, ingenuo pensar que la Ergonomía aparece sin que esta creciente racionalización del medio tenga nada que ver con el “invento” de Jastrzemboski. Ya Robert Owen (1771-1858) funda las primeras colonias de trabajadores con especial atención a la psicología y al humor del trabajador. Para Carlos Marx (1808-1883), el obrero es protagonista principal en la Historia y su concepto de alienación del trabajo implica aspectos que van más allá de lo puramente económico. En 1856 Cerdá se ocupa del diseño de la ciudad como objeto racionalizable, previendo el transporte moderno y la comodidad de las comunicaciones. En 1882, Arturo Soria y Mata inventa la Ciudad Lineal, que también toma como eje algo nuevo en su época: el transporte moderno por tracción mecánica. Es obvio que estos pioneros tratan de organizar lo mejor que

⁵ McCormick, Ernest J. “Human factors in engineering and design”. En castellano se editó “Ergonomía” McCormick E. 1976. Barcelona. Gustavo Gili.

pueden la actividad del ciudadano. También es evidente que los grandes cambios que preconizan no siempre son recibidos con el respeto y la admiración que merecen, y que una situación nueva puede requerir un periodo de rodaje durante el cual los usuarios y el sistema no se han penetrado lo suficiente como para hacer sentir que el cambio ha valido la pena.

La crítica de las situaciones creadas por la OCT podemos ejemplarizarla en películas como “Los tiempos modernos” o “Metrópolis”, que ponen de manifiesto hasta qué punto la sociedad se sensibiliza ante el problema del hombre, la máquina y los medios de producción.

No está de más atender a lo que se ha podido llamar la “Revolución del Psicoanálisis”. El que, a partir de Freud, empiecen a considerarse “seriamente” aspectos tan poco “racionales” del ser humano como el subconsciente o el inconsciente, hace pensar que no son hechos aislados fenómenos artísticos como el surrealismo o el dadaísmo, el humor de Groucho Marx, Cantinflas, Kalikatres, Tip y Coll o Totó. Estudiosos de la psique como Freud, Jung, Malinowski, Adler y tantos otros “hombres de ciencia” nos han acostumbrado a considerar a la persona que trabaja desde un enfoque mucho más complejo que el que podía tener el más bien intencionado “científico” del trabajo de la época de Taylor. Quizás sean estos nuevos centros de interés de la cultura occidental de la primera mitad del siglo XX los responsables de que la OCT deje paso a la Ergonomía.

La Ergonomía atiende a problemas que no eran objeto de la atención de la OCT, así los instrumentos que se crean para facilitar diferentes acciones a personas con minusvalías, pertenecen al campo de la Ergonomía aunque no se utilicen para trabajar, aunque sirvan para el ocio, como los mandos que permiten accionar con la boca un videojuego y que permiten esa distracción a personas que padecen graves parálisis.

Podríamos decir que la Ergonomía es la OCT que se interesa por las actividades de la persona que trabaja y por las de la que no trabaja, también.

La Ergonomía es siempre cómplice del hombre ante el sistema hombre-máquina, sin plantearse el tamaño, color de piel o coeficiente intelectual del hombre. Así, en una situación como la de la lamentable ac-

tuación de la compañía aérea Air France, en la que se obligó a pagar dos billetes a un pasajero obeso que no cabía en un solo asiento, el ergónomo deberá partir de la base de que el hombre es el protagonista y de que el avión es el servidor de este protagonista; obeso, canijo, alto o bajo es el usuario el que debe utilizar objetos hechos para él, y no deformarse para adaptarse a los objetos que ha de usar. Juzgar la conveniencia o inconveniencia de la obesidad es tarea de la Medicina, no de la Ergonomía. Multar a la obesidad es, en el país de la “égalité”, un acto contra la “fraternité” y contra la “liberté” de los obesos.

Otro concepto que no se encuentra en la OCT es el de prevención. La Ergonomía preventiva puede considerarse como un instrumento de la Medicina preventiva, que es la aplicación de la Medicina que tiene como objetivo la preservación de la salud, y no la lucha contra la enfermedad. Análogamente, la Ergonomía preventiva se ocupará de prever las consecuencias negativas que pueda tener el uso de un instrumento para la salud del usuario, y modificar ese instrumento para eliminar sus posibilidades patógenas. Pensemos que un instrumento tan aparentemente inofensivo como el violín es causa de enfermedades profesionales que no siempre son imputables a la incompetencia del violinista. Aunque pueda parecer que la Ergonomía haya de ser siempre preventiva, a menudo esta disciplina se aplica para paliar desajustes ocasionados por una falta de adecuación del objeto al usuario.

Lo que en Francia llaman la “nouvelle santé” viene a coincidir con los conceptos de prevención a los que hemos aludido. En nuestro país, el doctor José Antonio Valtueña es un pionero de la medicina para el paciente y en su obra “Contra la Medicina del médico” se encuentran los conceptos que han servido a muchos como guía de lo que pueda ser la conservación de la salud del ciudadano. El doctor Rodríguez Jouvencel es otro abridor de puntos de vista sobre la salud considerada con talante preventivo y sobre la enfermedad como algo que, antes que curar, habría que evitar⁶. El talante de la medicina que propugnan estos investigadores es el más útil para el ergónomo que pretende que el medio que colabora a construir sea lo más sano posible.

⁶ Véase, de Miguel R. Jouvencel, “Salud, educación y violencia”.

Incluso el espíritu de la letra de los Derechos Humanos apoya la idea de que un usuario debe de estar protegido de las agresiones de un medio artificial patógeno. Podemos, pues considerar la Ergonomía como un humanismo de la era industrial.

El talante revolucionario del Movimiento Moderno

Así las cosas, llegamos al siglo XXI con el cisma ya muy consolidado: *el hombre* no es cosa de arquitectos ni de diseñadores, que éstos se ocupan sólo del *espacio* y de la *forma*. Esta actitud purista de los herederos del Leonardo artista, pone el asunto de *el hombre* en manos de los herederos del Leonardo ingeniero; éstos, que también son puristas, no quieren saber nada de arte y se interesan mayormente por mejorar el rendimiento de la máquina humana. Esta zonificación de la cultura me parece inconveniente y no veo razón que se oponga a que intentemos superar el problema de tener que tratar con una cantidad de información que sobrepasa nuestros límites. Para ello se ha inventado el concepto de multidisciplinariedad: disciplina que trata de armonizar los conocimientos de otras disciplinas con un fin determinado. Es posible que el talante revolucionario del Movimiento Moderno tenga que ver con esta zonificación de la cultura.

Los intelectuales y artistas que, entre las dos guerras mundiales del siglo XX, iniciaron el Movimiento Moderno, hubieran suscrito el lema del Che: *El deber de todo revolucionario es hacer la revolución*. Muchos asumieron opciones radicales no sólo artísticas, sino también políticas, y no siempre de izquierda. Y no se explica, sin este ardor rebelde, que estos *insurrectos* se atrevieran a acciones como es la de presentar un cuadrado negro como obra de arte pictórico. El siglo XXI tiene detrás a estos revolucionarios, pero también tiene la herencia de otros innovadores como Gaudí, de los pintores realistas del XIX, del Barroco, del Renacimiento, del Gótico, de Roma, Grecia, Mesopotamia, Egipto; las culturas precolombinas, la China, el Japón, África y algunas fuentes más de información y de formación. Además este siglo está aprendiendo a manejar la Informática y nos ha metido en una globalización que tiene dos caras —o una

cara y una cruz—... Sospecho que si los maestros que, en la primera mitad del XX, crearon el academicismo funcionalista, vivieran en la primera mitad del XXI, harían una crítica de las consecuencias de su revolución en lo cultural y pensarían que, en efecto, el deber de todo revolucionario es hacer la revolución *inteligentemente* y no dejar exclusivamente en manos de la Ingeniería lo que puede ser compartido por la Arquitectura del Objeto industrial: la Ergonomía.

Para hacer de la Ergonomía una herramienta de proyectación, los profesionales de la Arquitectura del Objeto Industrial haremos bien en aprender los rudimentos de otras disciplinas que nos permitan formar parte de un equipo pluridisciplinar, sin desentonar. Anatomía y Fisiología nos servirán para explotar la Mecánica que ya debemos saber y darnos un nivel aceptable en Biomecánica. La Iluminación y la Climatización que ya sabemos no puede ser antiergonómica: bastará que tengamos bien presente que no proyectamos para sacarle fotos al objeto diseñado, sino para solucionar a su usuario un problema sin añadirle otros que no tenía. Proyectar *con* la Ergonomía es, en fin, una cuestión de sensibilidad y de conocimientos; pero más de lo primero que de lo segundo.

Por nuestra formación de origen, somos especialmente responsables de todo lo que tenga que ver con el equilibrio. Y esta misma formación de origen nos hace poco expertos en asuntos como la Sanidad y la Prevención; esta circunstancia puede llevarnos a situaciones de extrema desorientación. Haremos bien en tratar de entender cómo nuestro oficio tiene que ver con la salud de nuestros clientes.

Otros campos de la Ergonomía

Hasta aquí hemos tratado de la Ergonomía de los objetos, que atañe mayormente a los diseñadores: Ergonomía de las herramientas, del medio habitado y de la comunicación entre el usuario y objeto. Pero existen otras maneras de atender a la relación del hombre con su medio: la organización del sistema de trabajo y el diseño —en sentido amplio— del puesto de trabajo, no sólo en su aspecto físico, sino en el más amplio de la “atmósfera” del puesto de trabajo (Llacuna 2001). Tomemos la defini-

ción de la Asociación de Ergonomía Internacional, IEA, (2000). “La Ergonomía de organización se ocupa de la optimización de los sistemas sociales y técnicos, incluyendo la estructura de su organización, su política y sus procesos. Algunos aspectos relevantes de este campo de la Ergonomía son: la comunicación, la dirección de recursos humanos y materiales, el diseño del trabajo, el diseño de tiempos de trabajo y pausas, del trabajo en equipo, de la participación del trabajador en el diseño, la Ergonomía del grupo, el trabajo cooperativo, los nuevos paradigmas de trabajo, la cultura de la organización, las organizaciones virtuales, el trabajo a distancia y la calidad de la dirección”.

2.

PREVENCIÓN DE RIESGOS

Prevención de riesgos y Ergonomía

Conviene tener claras las diferencias entre estos dos conceptos, que tienen en común —sobre todo— el hecho de estar al servicio de la persona que realiza una actividad.

Nos referimos a “Prevención de riesgos” y no a “Prevención de riesgos laborales” porque nuestro cliente no es sólo la persona que trabaja, sino la persona —trabaje o huelga—. Debemos atender al bienestar de los usuarios, sea cual sea su papel en el medio que ocupan, pues el objetivo de la Prevención de riesgos es disminuir éstos, a cualquier ser humano, en cualquier situación. Si las vías de un tranvía aumentan el riesgo de accidentes de bicicletas y motocicletas en la ciudad, la Prevención de riesgos aconsejará trolebuses que no comporten el peligro de los raíles tranviarios. Esa disminución del riesgo atañe al ciclista que no se caerá por culpa de una vía que era necesaria para el tranvía y no lo es para el “trole”, pero el ciclista así beneficiado no es necesariamente alguien que está trabajando con su bicicleta: puede estar de paseo o ir a comprar el periódico. Es culturalmente nefasto confundir la “Prevención de riesgos” con la “Prevención de riesgos laborales”: necesitamos una cultura de la Prevención, una parte de la cual será la Prevención de riesgos en el puesto de trabajo. El día en que sepamos sobre la cultura de la Prevención —y la sintamos— tanto como sabemos —y sentimos— de fútbol, habrá menos accidentes. Por eso parece buena idea —desde un punto de vista

pedagógico— hacer hincapié en la Prevención de riesgos deportivos, posturales y de todo tipo, en la Enseñanza, de manera que el escolar interiorice el sentimiento de que el accidente no sólo se produce en un taller, a causa de una máquina peligrosa; de la misma manera, el diseñador de objetos que no sean máquinas peligrosas deberá atender a la buena Ergonomía de su proyecto.

En cualquier caso, la Ergonomía, como la bondad, la honradez o la virtud, no son cosas malas, sino cosas buenas, y es incongruente emplear la expresión “riesgos ergonómicos” para indicar los riesgos que se corren por falta de Ergonomía. El lenguaje es una base importante de toda comunicación del conocimiento y hemos de esforzarnos en respetar sus reglas y no cambiar arbitrariamente el sentido de las palabras; “riesgos ergonómicos” serían los que se corren a causa de la Ergonomía; vamos a mostrar lo absurdo de esta frase, empezando con un chiste, no muy bueno, algo fácil:

Se lee en el diccionario:

- Urbanidad: Cortesanía, comedimiento, atención y buen modo.
- Urbanismo: Conjunto de conocimientos relativos a la planificación, desarrollo, reforma y ampliación de los edificios y espacios de las ciudades.

La similitud fonética de estas dos palabras las hacen candidatas a chistes como aquel que dice que va una señora que se las da de instruida y le espeta a un muchacho que acaba de birlarle un asiento en el autobús:

— Joven: ¿qué maneras son éstas?... ¡Un poco de “urbanismo”, por favor!—.

Para pedirle al mozo cortesanía, comedimiento, atención y buen modo, la señora verbaliza una petición de planificación, desarrollo, reforma y ampliación de edificios y espacios urbanos. El chico podría corregir su falta de urbanidad levantándose, cediendo el asiento y disculpándose, pero para responder cortésmente, no a lo que cree pedirle la señora, sino a lo que en realidad le pide, el jovencito impertinente debería —sobre la marcha y sin apearse del autobús— planear reformas o am-

pliaciones de espacios de alguna ciudad, real o imaginaria, antes de apearse y separarse de aquella mujer que le exige un poco de “urbanismo” con carácter inmediato.

Los profesionales de la prevención que llaman “edificio enfermo” a un edificio patógeno siembran la misma confusión que la señora del chiste, pero nadie se ríe: esto es grave, como lo sería que los urbanistas llamaran “urbanidad” al urbanismo.

La Ergonomía es una disciplina, no una ciencia, pero para hacer Ergonomía hay que actuar con talante científico, no mágico, ni poético, ni religioso, y mucho menos permitiéndose las jergas que son propias de locos o embaucadores. No: cada palabra ha de tener un significado y éste ha de ser el mismo para todo aquel que la diga, la escriba, la oiga o la lea. Todos los usuarios del idioma le debemos un respeto al diccionario. Cuando Cortázar —ironizando— le llamaba “cementerio” al diccionario, lo hacía sabiendo muy bien qué es un diccionario y qué es un cementerio, y con ello él hacía Literatura, no Ergonomía : para hacer Literatura no se necesita talante científico; para hacer Ergonomía, sí.

La misma señora del chiste, para ventilar su casa dejaba las ventanas “herméticamente” abiertas y, atenta a la salud de sus nietos los llevaba periódicamente al “pederastra”. Cuando tuvo una enfermedad de la piel, el “dermatólogo” le hizo un “engendro”, quitándole de aquí para ponerle allá; fue algo doloroso, pero haciendo “caso omiso” de las recomendaciones de su confesor, esta santa mujer ofreció sus sufrimientos, por amor, a Dios. Etcétera.

Un verdadero riesgo ergonómico, de ciencia-ficción

Ya hemos dicho que la Ergonomía es una disciplina cuya finalidad es adaptar el entorno habitable al habitante del entorno y que se pretende que la adaptación sea conveniente y que el entorno evite al máximo cualquier riesgo a sus usuarios. La práctica de la Ergonomía es siempre bienintencionada y no se concibe que comporte riesgos, salvo en casos muy rebuscados, como sería la siguiente historia breve de ciencia-ficción, escrita por un descendiente del Homo Sapiens en el año 7003 de nuestra era.

Hace unos 4.000 años una parte de la humanidad se preocupó estúpidamente por las relaciones entre el hombre y el medio... !en mala hora! Confundiendo Ergonomía con comodidad y comodidad con molicie, el hombre dejó de andar en cuanto pudo hacerse transportar por máquinas semovientes, dejó de escribir en cuanto pudo transmitir sus pensamientos por telepatía asistida por ordenador, y dejó de comer al descubrirse una alimentación vegetal —no vegetariana: vegetal— que permitía nutrirse directamente a través de raíces de clara influencia agrícola y forestal.



FIGURA 2.1.

El hombre vegetal (a partir de un cuadro de Giuseppe Arcimboldo pintado entre 1590 y 1591 y conservado en el castillo de Skokloster, Suecia).

Y ahora, en pleno siglo LXXI, me encuentro yo viviendo aquí, en esta maceta, muy adaptado al medio, sí, pero apesadumbrado por la gran duda: ¿no será que Ergonomía es una disciplina “contra natura”?

El hombre vegetal autor de este escalofriante relato sería la víctima de riesgos ergonómicos: riesgos producidos por la aplicación de la Ergonomía. Pero el muchacho del siglo XXI que empieza a tener dolor de espalda por culpa de un mobiliario escolar patógeno, es víctima de un riesgo por carencia de Ergonomía del mobiliario: el riesgo es “por carencia de” Ergonomía, no por “efecto de” la Ergonomía, como sería el riesgo ergonómico que podría dar lugar al hombre-vegetal del siglo LXXI.



FIGURA 2.2.

El chusco retrete que corre por la red y que ilustra bien el texto de este capítulo, pese a que no nos sea posible agradecer a sus autores tan chistosa imagen.

Así pues, propongo que no se confunda urbanidad con urbanismo, ni riesgo ergonómico con riesgo por carencias de Ergonomía.

Hablar de “riesgos ergonómicos” es un contrasentido como sería el reflexionar sobre daños benéficos, corrupciones honradas o pecados de la virtud; los riesgos que puedan ser evitados gracias a la aplicación de los conocimientos de la Ergonomía son riesgos de lesa Ergonomía y, si no queremos parecer cursis, llamémosles riesgos por carencia de Ergonomía o por inadecuación ergonómica.

La arquitectura del objeto industrial y la salud

Casi todos los objetos producidos por la civilización occidental han estado proyectados —mejor o peor— por alguien. Lo que con un innecesario anglicismo se llama “design” debería llamarse “arquitectura del objeto industrial”, es decir proceso por el cual se da la dignidad de lo arquitectónico a un producto de la industria, que adquiere así una calidad artística añadida a su utilidad práctica. El aspecto ergonómico de esta arquitectura del objeto industrial no puede olvidarse si se pretende que esta actividad tenga un nivel mínimamente aceptable. Cuando el objeto industrial tiene el tamaño de una casa, es proyectado por profesionales de la arquitectura y, a veces, no sólo los arquitectos, sino sectores más responsables en lo tocante a Salud Pública, hablan de “arquitectura de la salud”.

Hay quien cree de buena fe que la arquitectura de la salud consiste en hacer hospitales y sanatorios. No ha de sorprendernos el que mucha gente esté poco relacionada con conceptos tan importantes como el de prevención y corrección, pero ¿por qué se tiene que confundir la salud con la enfermedad? Creemos que esta confusión pone de manifiesto la endebles del concepto de Salud Pública que tiene el público, y que esta falta de claridad del respetable es consecuencia, en buena parte, de la falta de comunicación horizontal entre profesionales de distintas especialidades y la poca afición de los especialistas a consultar el diccionario, como hacen con aplicación los mejores traductores sin menoscabo de su admirable dominio de la lengua. Si a estas circunstancias se añade el nefasto poder del idioma inglés que, con vocabulario escaso, llama “health” tanto a la salud

como a su recuperación, empezamos a entender que se necesita una revalorización del término “sanitario” como adjetivo que califica de “recuperación de salud” al sustantivo que acompañe. Así, las autoridades sanitarias se cuidarán, desde el ministerio de la Sanidad, de colaborar a corregir la enfermedad del ciudadano. Y si en algún país existiera un ministerio de la Salud, deberíamos suponer que se cuida de promover la salud del pueblo, la vivienda higiénica, promocionando todo aquello que pueda colaborar a promover que las mentes sanas habiten cuerpos sanos: este ministerio se ocuparía, pues, de promover campos de deportes, informaciones sobre la conservación de la salud, entidades en las que el votante pueda desarrollar sus facultades sociales y sentirse partícipe de un grupo social más amplio, y tantas y tantas cosas que nada tienen que ver con un quirófano.

El idioma inglés podría dar más juego a su palabra “sanitary” y dejar a “health” el contenido de nuestra “salud”. Pero como “sanitary” quiere decir también “enfermero” e “higiénico”, mejor es no pedirle más significados a esta voz y buscar otra solución al concepto de lucha contra la enfermedad; este concepto debería englobar, tanto la prevención como la corrección de la enfermedad.

Basándose en las ya existentes HMO, o “health maintenance organizations”, u “organizaciones para el mantenimiento de la salud”, los EE UU podrían llamar a su Ministerio de Sanidad con el honrado nombre de “Ministry of Health Maintenance” o “Ministerio para el mantenimiento de la salud”.

Nos encontramos aquí con que la palabra “sanitario” constituye un caso de ambigüedad del lenguaje debida a la mojigatería de una falsa finura, pues para evitar la palabra “defecación” se utilizan toda suerte de tropos, a cual más cursi; se le llama “aseo” a un cuarto en el que sólo hay un retrete, y al retrete, se le llama “sanitario”. ¿Por qué no llamar aparatos higiénicos a aquellos que nos permiten aliviar al cuerpo, facilitando las deposiciones con un máximo de higiene? Este juicioso convenio permitiría dejar que lo “sanitario” se refiera a la recuperación de la salud perdida, quedando lo higiénico para designar aquello que colabora a crear y mantener una salud conveniente.

Siendo el diseño de objetos de diversos tamaños una disciplina de naturaleza hartamente científica, es deber de los diseñadores el usar de todos

los medios a su alcance para que el rigor sea luz y guía de su quehacer, y para ello no deben darse contenidos equívocos a sus campos de actuación, formalizando lo mejor que se pueda el diseño orientado al mantenimiento de la salud del usuario. Será bueno pues, que los diseñadores de objetos de diverso tamaño atiendan a todas las enseñanzas que la Ergonomía pone a su disposición para prevenir la enfermedad allá donde ésta pudiera ser la consecuencia de una decisión desatinada de la labor del diseñador.

Advertencia sobre el antagonismo existente entre la Prevención y la Sanidad

Una amiga, natural de un pueblo de Sicilia, muy naturista, algo vegetariana y en nada aficionada a fármacos, me confió que la farmacéutica de su pueblo le reconvino por no consumir ninguna medicina nunca, como si la licenciada estuviera preocupada por la salud de mi amiga. Cuando ésta le dijo que jamás consumía medicamentos y que curaba sus males con remedios caseros, a la facultativa, según la naturista, “no le hizo ninguna gracia”. No es éste el lugar para quejarse de que a los comerciantes les mueva el beneficio, pero sí podemos reconocer que todos tratamos de comerciar, sea con objetos fabricados por otros, fabricándolos nosotros o vendiendo nuestros servicios. Si la sociedad no necesita los objetos que fabricamos o nuestros servicios, no nos ganaremos la vida. Y si todo el mundo hace como mi amiga la siciliana naturista, las farmacias dejarán de existir.

Si los médicos ganan más si yo pillo una buena gripe que si no la pillo ¿no será mucho pedirles que recen por mi salud?

La Ergonomía es una disciplina al servicio de la Prevención y sospecho que, por esa razón, la Ergonomía tampoco les hará gracia a los médicos que viven curando enfermedades ni a la farmacéutica siciliana. Todos los accidentes que se evitan gracias a un buen diseño de herramientas, son tantas intervenciones de médicos que no se pueden facturar, por inexistentes. Así que no nos extrañemos si todo aquello que está destinado a mejorar la salud de los usuarios no encuentre en todos los sectores la acogida que podíamos esperar en un mundo sin comercio.

Francisco de Quevedo, que no podía ver a los médicos ni a los sastres, se burló mucho de ambas corporaciones, pero dejó alguna reflexión que no me parece esperpéntica y que creo razonable:

Para que te duren poco las enfermedades:

Llama a tu médico cuando estés bueno y dale dineros porque no estás malo; que si tú le das dineros cuando estás malo, ¿cómo quieres que te dé una salud que no le vale nada, y te quite un tabardillo (enfermedad) que le da de comer?¹

Quevedo, tan excesivo en su literatura, se nos muestra aquí muy razonable, proponiendo una medicina preventiva que tiene como objetivo la ausencia de enfermedad, y no su curación. Cuando una buena Ergonomía juega un papel preventivo, el que se gana la vida ejerciendo de ergónomo está actuando en consonancia con lo que acabamos de leerle a Quevedo.

Como la relación entre equilibrio y postura, el antagonismo entre Prevención y Sanidad es tan evidente que cuesta verlo.

¹ Francisco de Quevedo y Villegas: “El libro de todas las cosas”. Ed. MUSA.

3.

LOS OBJETOS PATÓGENOS

Todos queremos un “haiga”

Sería una lástima que se perdiese la palabra “haiga”, que tan bien designa a un coche lujoso cuya función principal es la de denotar la riqueza envidiable de su propietario.

El origen de la palabra es chusco: cuando un nuevo rico iba a comprarse un automóvil y el vendedor le preguntaba qué modelo deseaba el señor, el señor respondía:

—“Damusté” el más grande que “haiga”. El recién adinerado, obviamente, trataba de comprar un símbolo de su riqueza, algo que comunicara a todo el mundo su elevado nivel económico. El haiga era, pues, en primer lugar un anuncio de poder económico y, en segundo término, un medio de transporte privado.

Lo que no sabía el nuevo rico es que, además de poder económico, el haiga demostraba la falta de elegancia de su dueño y las ridículas ganas que éste tenía de lucir sus caudales. El objeto se prostituía y se transformaba, de automóvil, en blasón de poderío pesetil.

Si imaginamos que el comprador de un haiga era un sinvergüenza enriquecido con el estraperlo, el personaje resulta grotesco y su automóvil un artefacto pomposo, que ofende la sensibilidad de las gentes cultas, honradas y de escaso poder adquisitivo.

Cuando esa gente culta y honrada mejora su poder adquisitivo, si está en condiciones de poder comprarse un haiga, no se lo compra porque sabe que el haiga denota incultura.

La gente culta y honrada, cuando sus medios se lo permiten, se compran un coche que anuncia que ellos no son nuevos ricos y que se les sale la cultura por los descosidos. El coche que se comprarán los honrados cultos será lo diametralmente opuesto a un haiga y, a la vez, será lo mismo que un haiga. Será diametralmente opuesto porque habrá de quedar claro que ellos no son nuevos ricos. Y será lo mismo porque, otra vez, con el coche no buscan solamente un medio de transporte privado, sino un medio de comunicar su posición de adinerados pero cultos.

Sospecho que, salvo Francisco de Asis y unos pocos seres más, gloriosamente anónimos, el deseo de ser reconocido socialmente es una característica del ser humano que se manifiesta en cuanto el hombre ha conseguido un mínimo de seguridad y ha logrado integrarse con éxito en un grupo social. Ya lo dijo Maslow y no vamos a insistir. Todos tenemos nuestros “haigas”, en forma de coche, casa, reloj carísimo o embarcación de recreo.

El encanto traidor de los objetos bellos

Cualquier buen vendedor sabe que lo más importante es adivinar cuánto lleva en el bolsillo el posible cliente. En general, compramos lo que creemos que podemos pagar. El objeto que compramos ha de estar proporcionado a nuestra capacidad de endeudamiento.

De los objetos similares que se nos ofrecen, solemos comprar el que más nos gusta. Y el que más nos gusta es, a menudo de entre los que podemos pagar, el que mejor anuncia nuestro éxito social.

La elección del objeto depende pues, en primer lugar, de su capacidad de “adornarnos”. Si el objeto nos resulta muy nocivo, lo rechazaremos: nunca nos compraremos unos zapatos tres números más pequeños que nuestro pie, por atractivos que nos parezcan. Pero si sólo nos aprietan un poco, estaremos dispuestos, para presumir, a sufrir.

Y así, no es de extrañar que adquiramos objetos que nos gusten, mientras podamos pagarlos y no nos agredan mucho. Pueden agredirnos un poco, o lentamente, pero no de forma violenta. Si nos gustan los compraremos —si podemos costearlos—. La moda está al servicio del “vestir”, no al de “proteger al usuario contra las inclemencias del tiempo”. Una chaqueta pasada de moda no “viste”, pero abriga. Si tenemos una chaqueta “pasada de moda” y nos compramos otra “último modelo”, no es para “abrigarnos” más, sino para “vestir” mejor. Aquí radica el éxito del “diseño”. Entre dos teteras, preferiremos la que tenga más “estilo”.

En resumen: al elegir un objeto adoramos al santo por la peana. Y el que vende santos lo sabe y se esfuerza en elaborar bellísimas peanas que sostienen a santos de pacotilla porque se venden más que los santos milagrosos en peanas de tres al cuarto.

Responsabilidad del usuario

Los objetos que nos agreden poco pueden llegar a perjudicarnos si nos agreden poco, pero a menudo. Hablar por teléfono con las manos ocupadas, sosteniendo el auricular entre la cabeza y el hombro, no es malo si se habla de vez en cuando. Pero cuando nuestro trabajo nos exige el uso continuo del teléfono y precisamos, a la vez, de las dos manos, la postura a que nos obliga un aparato hecho para ser sostenido con una mano es insana y está producida por un objeto —el teléfono— que se ha convertido en patógeno al ser utilizado de forma inadecuada.

Los pantalones que agobian a los genitales. Los muebles puntiagudos que nos atacan a primera sangre. Los automóviles que nos ponen a vibrar en posturas patógenas. Los bordillos inadvertidos que nos hacen tropezar. Los peldaños poco evidentes en los que damos traspies. Las puertas del metro que nos atrapan implacablemente. Las maderas que contienen fenoles que nos dan a respirar. Los aislantes térmicos a base de fibras cancerígenas. Los “walkman” que nos dejan lentamente sordos. Los ordenadores que nos hipnotizan en posturas insanas durante horas. Los libros de letra diminuta que nos apalizan los ojos. Las puertas de cristal contra las que nos estrellamos y las latas de sardinas que no se dejan abrir sin pe-

garle un tajo y hacer sangrar al usuario, son unos pocos ejemplos de objetos que parecen hechos, más contra el hombre que para el hombre.

Sería ingenuo culpar a la industria de fabricar “haigas” que nos resultan patógenos cuando lo que hace la industria es fabricar los objetos que vende. Y los vende porque los compramos. Si deseamos que la industria sólo fabrique objetos salubres, empecemos por no comprar los artefactos patógenos que nos ofrece disfrazados de diseño. El consumidor elige el objeto y tiene el que se merece, de entre los que puede pagar.

El valor simbólico no debe ser un vehículo de formas patógenas

La silla es un caso espectacular de objeto patógeno. Nada hace pensar que este artefacto haya aparecido para facilitar el reposo del ser humano. Todo parece indicar que su función primitiva era la de dar dignidad al sedente: su función fue en principio simbólica. El artesano que esculpía las estatuas de los primeros faraones sentados en tronos, trabajaba en cuclillas o reposando las nalgas en un taburete de escasa altura. Durante mucho tiempo, en las casas de los ricos del Antiguo Egipto, había una silla y muchos taburetes. La gracia de la silla era que situaba la cabeza de su usuario por encima de la de los que estaban en cuclillas o sentados en taburetes. Probablemente la silla fuera un instrumento simbólico para realzar el rango del jefe de la familia. Muchos ejemplos muestran lo bien que la silla vehicula el simbolismo del poder: el trono de los papas y emperadores no es un asiento que pretenda ser cómodo, lo que pretende es comunicar al espectador el poder de su usuario. La silla de San Pedro en el Vaticano, la Santa Sede, se nos presenta vacía, gloriosa y rodeada de obispos y cardenales que la adoran. El santo no está y los cardenales adoran al santo por la peana —es decir, por la silla—.

La capacidad de seducción de este nefasto dispositivo es tal que su valor simbólico nos ha impedido reconocer su función patógena y así, la silla nos induce una postura en la que perdemos la doble curvatura de la columna vertebrada y nos pone la espina dorsal en forma de simple curvatura como la tienen los monos sin necesidad de sillas. Este instrumento sibilino nos retrotrae pues, a etapas arcaicas de nuestra evolución y nos

trata biomecánicamente como a simios, que es algo tan malo como tratar biomecánicamente a los simios como si tuvieran pies y columna vertebrada con doble curvatura. La silla es, pues, un artefacto “contra natura” que se adquiere por su valor simbólico. Como sucede con todos los objetos patógenos, compramos, dentro de nuestras posibilidades, la más elegante que “haiga” y no la que nos resulte más sana. Por eso hay tantas sillas elegantes y tan pocas sillas sanas.

4.

EL DISEÑO ERGONÓMICO

La existencia no es una cualidad

Cuando hablando de algo de cuya conveniencia se duda, alguien dice que ese algo “por lo menos tiene la cualidad de existir”, no hemos de aceptar este razonamiento como válido de forma automática. A veces lo inexistente es más eficaz que lo existente. Existir no es siempre una cualidad para un objeto: la no-silla de Toro Sentado era más sana que la silla Windsor de los *cow-boys*. Cuando Seating Bull compartía su pipa con el general Custer, posiblemente la facha del yankee en cuclillas no tenía la elegancia de la del indio luciendo su legendaria estampa de noble res brava. El indio no sabía qué era una silla; el rostro pálido no sabía sentarse.

Cuando los dos jefes se encontraban en la pradera, a lomo de sus respectivos caballos, la dignidad de la figura del anglosajón no desdecía de la del pielroja. Éste montaba a pelo y el general, que tenía un ramalazo pinturero, lucía una silla de montar que había que verla. Cada uno a su manera, sin silla de montar o con ella, sabían sentarse encima de un caballo.

Una larga Historia separaba al indígena del invasor, pues Toro Sentado era un ser prehistórico y Custer pertenecía a una civilización que había elaborado escritura y mucha tecnología. Si el anglosajón hubiera bautizado al sioux, le hubiera llamado “El que se sienta sin silla”. Y “El que se sienta sin silla” podría haberle llamado a Custer “El que no sabe sentarse

cuando baja del caballo”. La civilización que produjo al yankee había puesto a punto una silla de montar que no degradaba la estampa del jinete que antes montaba a pelo, pero había elaborado unas sillas para uso de peatones que resultaban patógenas. En efecto, los asientos domésticos inducían en el civilizado una postura más insana que la que el primitivo adoptaba cuando se cansaba de estar de pie.

La silla de montar del Séptimo de Caballería puede, pues, considerarse un adelanto, pero la silla Windsor, que forma parte del mobiliario del lejano Oeste, es un artefacto retrógado pues, si bien el palo de trueno del rostro pálido se ha revelado más eficaz que el arco y flechas del pielroja, el asiento inexistente de “El que se sienta sin silla” es mucho más sano que el producido por la civilización de “El que no sabe sentarse cuando baja del caballo”. La intención de la primera parte de este libro es reflexionar sobre qué artefacto reposador podría haber utilizado “El que se sienta sin silla” para seguir siendo “Toro Sentado” y no transformarse, por culpa de un diseño decadente, en “Simio encorvado”.

Diseñar

Para exponer qué entendemos por diseño ergonómico, explicaremos qué entendemos por diseño.

Diseñar es, en sentido amplio, producir mapas de objetos, situaciones, acciones o sistemas que se desea realizar y que todavía no existen.

Entendemos por mapa cualquier imagen de objetos, situaciones, acciones o sistemas que, sin ser los objetos, situaciones, acciones o sistemas mismos, contenga información sobre ellos y sobre los factores que les atañen.

Una novela es el mapa de una historia de ficción.

La retransmisión de un partido de fútbol es un mapa sincrónico del encuentro.

La maqueta de arcilla que representa un teléfono, es un mapa del teléfono que podría ser.

Mientras producimos mapas de un objeto, estamos diseñándolo; cuando producimos el objeto, lo estamos fabricando.

Teniendo claro para qué nos hace falta un objeto futuro podemos criticar cualquier mapa de dicho objeto futuro. Cuanto más burdo sea el mapa del objeto futuro, más imaginación necesitaremos para simular su utilización y comprobar su idoneidad.

Para diseñar deberemos producir modelos cada vez más parecidos al objeto que cumple todas las condiciones que nos hacen falta.

A las condiciones que nos hacen falta las llamaremos “programa de necesidades”. Al último modelo que producimos antes de, y para la fabricación, lo llamaremos “proyecto”.

Nos hemos acostumbrado a llamar “prototipo” a un modelo de prueba de un objeto que deseamos producir en serie. Si lo que deseamos es experimentar el objeto que vamos a producir en un futuro, sería mejor llamar “modelo de prueba” a este útil y dejar la denominación “prototipo” para designar al primer tipo o modelo en orden cronológico, de la misma forma que “protomártir” designa al primer mártir y sólo a él.

Así pues, el concepto de proyecto es relativo y puede designar al mapa de un modelo de prueba que esté todavía lejos del prototipo o primer modelo de un objeto fabricado en serie.

El diseño ergonómico

La Declaración Universal de los Derechos Humanos habla del derecho que toda persona tiene a un nivel de vida adecuado que le asegure la salud y el bienestar, ..., el vestido, la vivienda... Es decir que se reclaman no sólo cosas abstractas y naturales —la salud y el bienestar— sino objetos diseñados y fabricados, no naturales —el vestido, la vivienda—.

También habla del ejercicio de ese derecho sin sometimiento a esclavitud ni a servidumbre, y hay que entender que la servidumbre a que se refiere no es sólo dependencia servil de otros hombres, sino de los objetos y el medio creados por otros hombres. Y como no todos los objetos creados por el hombre potencian los valores humanos y colaboran al bienestar, es conveniente profundizar en todos los conocimientos que nos permitan mejorar la calidad de esos objetos y de ese medio, no sólo desde un punto de vista técnico, artístico o económico, sino también humano.

Y este criterio ha de aplicarse también a los métodos de trabajo con los que se producen los objetos y con los que se modifica el medio, ya que es el mismo Hombre el que ejecuta el trabajo y el que se beneficia de sus productos.

No caigamos en la puerilidad de pretender “educar” al consumidor mediante objetos “de diseño”; por el contrario, intentemos que el usuario nos “deseduque” a los diseñadores de todos aquellos tics que sólo se justifican como expresión de nuestro narcisismo ensimismado. Hagamos como los buenos literatos: narremos una historia magnífica a partir de palabras que todo el mundo pueda entender. Y si hemos de inventar nuevos vocablos porque no hay palabras en el diccionario para narrar nuestra historia, aseguremos de que se trata de una historia interesante; si inventamos la pólvora, que arda.

El diseño ergonómico no debe necesariamente olvidar los factores simbólicos, pues el usuario es un ser que funciona con símbolos, pero tampoco debe prescindir de las características biológicas de ese ser al que destina el diseño. Como decía el catecismo de la doctrina cristiana, “el hombre es un ser racional provisto de alma y cuerpo”. Con el mismo talante catequista, podríamos decir que el diseño ergonómico ha de ser racional y tener en cuenta al cuerpo y al alma del usuario.

5.

ANTROPOMETRÍA E INDETERMINACIÓN

5.1. LA ANTROPOMETRÍA

Qué es la antropometría

La Antropometría es el tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano.

Como la Ergonomía es una disciplina que pretende adaptar el medio habitable al habitante, las medidas de éste serán de mucho interés para el diseñador, que deberá conocer lo mejor posible las hechuras de su cliente para asegurarle la buena forma de los objetos que conforman el medio, objetos que podrían ser inconvenientes a causa de su configuración, tamaño o proporciones.

El cuerpo humano es una masa blanda y elástica, armada de elementos duros muy rígidos: es, pues, muy difícil establecer sus medidas con la exactitud del relojero que trabaja con piezas rígidas y poco deformables. Los cuerpos sólidos y rígidos varían sus dimensiones con la temperatura y el grado de humedad, pero si éstas permanecen constantes o varían muy poco, suelen medir casi lo mismo por la mañana que al anochecer; el cuerpo humano no: mengua desde que se levanta por la mañana hasta que se acuesta por la noche. Así que no es posible medir a la gente con las exigencias de exactitud que gastan otros profesionales que trabajan sobre objetos de dimensiones más constantes que las del cuerpo humano. Veamos qué precisión es necesaria para medir la imagen de un cuerpo humano hecha de piedra:

El grado de finura que se precisa para medir una estatua de la Grecia clásica y reproducirla en periodo neoclásico podemos encontrarlo en la “Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers” de Diderot y d’Alembert elaborada entre 1751 y 1780. En ella se define como unidad de medida del cuerpo pétreo de la escultura, la longitud de su nariz y, así, el Hércules Farnesio mide 28 narices del propio Hércules (figura 5.1).

La nariz consta de 12 “partes” y una parte puede dividirse en dos mitades, en tres tercios o en cuatro cuartos de parte. Uno de los apolos de Fidias, por ejemplo, mide 7 cabezas, 3 narices y 6 partes.

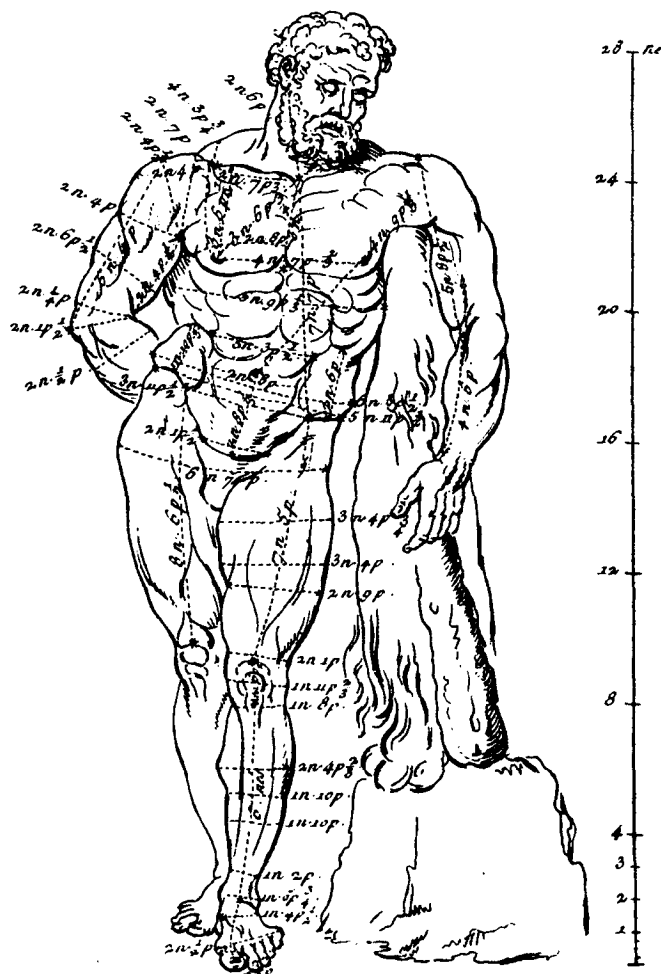


FIGURA 5.1.

Para un sujeto cuya nariz mida 6 cm, su cabeza 4 narices (24 cm) y su cuerpo 7 cabezas (168 cm), la “parte” medirá medio centímetro y el cuarto de parte 1,25 milímetros. De manera que la unidad mínima que propugna esta enciclopedia para medir figuras humanas de piedra es del orden de 1,25 mm, cuando estas figuras miden 3 metros y 17 centímetros. Esto podría inducirnos a pensar que si nos proponemos medir el cuerpo humano, debemos hacerlo con error menor de —aproximadamente— 1mm, y eso estaría muy bien si fuéramos de piedra, pero siendo como somos, no tiene sentido hablar de milímetros cuando la diferencia de talla entre la mañana y la noche puede llegar a medirse en centímetros. Esto es válido para la Ergonomía “de bulto redondo” que trata relaciones dimensionales hombre-objeto; si consideramos que las prótesis que implanta un cirujano para corregir un “genu varo” son una práctica ergonómica, ahí el tamaño de la pieza sí que precisa exactitud de joyero, pero las medidas del paciente antes y después de la operación seguirán siendo de “bulto redondo”.

Observemos que lo que propone la enciclopedia no son medidas sino proporciones y que éstas también son objeto de la Antropometría, de tal manera que al ergónomo le interesan tanto unas como otras, pues no todos los individuos que tienen alguna medida muy semejante (como la talla) tienen necesariamente también muy semejantes sus proporciones, y a dos personas de igual talla no tiene que convenirles necesariamente una misma configuración de trabajo sedente: una puede tener las piernas más largas que la otra, y el tronco más corto.

Orígenes de la Antropometría

Al buscar los orígenes de la Antropometría, siempre se empieza por Vitruvio; quizás sea a causa del “Hombre de Vitruvio”: ese sujeto melnudo que dibujó Leonardo, con cuatro brazos y cuatro piernas, inscrito en un cuadrado y en un círculo y que está hecho tomando como modelo lo que Vitruvio escribió en el Tercero de sus diez Libros sobre Arquitectura. Acaso sea ese tratado la primera traza —escrita en latín el año 15 de nuestra era— que encontremos en nuestra cultura occidental sobre

las medidas y proporciones del cuerpo humano, pero aunque no nos queden textos anteriores, no podemos dudar de lo mucho que griegos, egipcios y caldeos debían saber sobre las medidas del hombre, a la vista de las esculturas que hicieron.

El que Vitruvio hablara de “medidas recíprocas” entre el hombre y los objetos arquitectónicos que éste creara, nos induce a reconocer a este arquitecto como al proto-ergónomo de Occidente. En efecto, lo que propugna la Ergonomía es que el objeto debe estar hecho para el usuario y que éste no debe deformarse ni autoagredirse para adaptarse al objeto. Al construir un edificio inspirándose en las proporciones del cuerpo del usuario, Vitruvio está poniendo en práctica el espíritu de la Ergonomía diecinueve siglos antes de que se acuñe la palabra “ergonomía”. Pero las proporciones “humanoides” de los elementos arquitectónicos no habían sido un invento de la cultura romana a la que perteneció Vitruvio: venían de la arquitectura griega, y el hecho de que el Partenón lo construyera un artista que hacía de arquitecto, de escultor y —probablemente— de pintor, basando su inspiración en las proporciones del cuerpo humano, nos habla claramente de la vocación “ergonómica” que tuvo la cultura griega antigua en lo tocante a la fabricación de objetos de gran tamaño. Así que Vitruvio, más que proto-ergónomo nos aparece como un gran teórico de la arquitectura del objeto industrial de la época del Imperio Romano, que asimiló la tradición helenística y supo comunicar su enorme oficio con textos y dibujos: el talante ergonómico que nos transmite el romano, venía de Grecia y aún de más atrás. Veamos:

Si comparamos un hacha prehistórica de sílex tallada con el mismo tipo de instrumento de una Prehistoria más reciente, pulimentada, salta a la vista que es menos grave coger la piedra pulimentada y trastear con ella, que hacerlo con el canto tallado, que nos herirá la mano por cortadura: con el tiempo, un mismo utensilio se adapta mejor al usuario humano. Esto es una prueba de que el talante ergonómico es tan antiguo como el hombre. Y podemos extender este proceder al reino animal, pues cuando vemos lo bien hecho que está un nido para las necesidades de sus usuarios, hemos de admitir que el ave constructora tiene unos conocimientos de “pajarometría” que le permiten lograr lo que Vitruvio predicaba para la raza humana: la armonía geométrica del usuario con el medio que habita.

El espíritu de la Ergonomía se encuentra, pues, en el mundo animal y también para el diseñador la Naturaleza es una fuente de inspiración fecunda.

El interés por teorizar sobre las medidas y proporciones del cuerpo humano debió decaer durante la Edad Media, a juzgar por la poca preocupación que por el realismo muestran la pintura y escultura de esta época en Europa. El Renacimiento, al buscar de nuevo las fuentes de la cultura de la Antigüedad Clásica, vuelve a encontrarse con la necesidad de lo que se llamaría por primera vez “antropometría” en 1659, en Alemania. Pero antes de inventar tan sintético nombre: “antropometría”, hubo quien se ocupó de teorizar sobre las “proporciones humanas”, como Alberto Durero (1471-1528), que publicó cuatro libros al respecto.

Leonardo da Vinci (1452-1519), con su “Hombre de Vitruvio” ha dejado un icono que, a pesar de lo que lo desgasta continuamente la cultura del consumo, es una obra de arte de enorme interés para la historia de la Ciencia, pues la geometría que encierra ese hombre vitruviano con el ombligo y el sexo en los centros del círculo y del cuadrado que describiera Vitruvio casi quince siglos antes que Leonardo los dibujara, nos dan una idea del estado de esa ciencia —la Geometría— hacia el 1500 en Italia.

Todos los pintores y escultores del Renacimiento realizaron, como Leonardo, estudios de caras, manos, brazos y cuerpos en posturas diversas, que les sirvieron para preparar sus pinturas, realizando así lo que podríamos llamar estudios antropométricos con finalidad artística; algunos, como Miguel Ángel y el propio Leonardo, dibujaron miembros diseccionados de cadáveres, aprendiendo así Anatomía y yendo más allá de la representación del cuerpo humano, a la comprensión de su biomecánica. En estos años, Europa recuperó muchos de los saberes que tuvo la Antigüedad Clásica y que se perdieron durante la Alta Edad Media para ir reencontrándolos lentamente hasta llegar al gran cambio que representó la Modernidad: el final del Medioevo. El dominio de la representación del cuerpo humano fue una de las habilidades recordadas.

El descubrimiento de pueblos de otras razas, en culturas lejanas de la China o de las Américas, hizo despertar el interés por lo que más tarde

llamaría Linneo (1707-1778) la Antropología Racial. Ya Marco Polo (1254-1324) excitaba a sus contemporáneos venecianos con la simple descripción de las gentes que había visto y de sus costumbres y no es sorprendente que, quinientos años después, el siglo de las luces dedicara una disciplina científica a las particularidades de las distintas razas humanas.

Pero la cuantificación de conceptos abstractos, como la talla de una población, o el intento de catalogar los rasgos antropomórficos de los criminales, no apareció hasta el siglo XIX; de ello es un ejemplo el belga Adolphe Quetelet (1796-1874), que introdujo instrumentos matemáticos en el estudio de la Biología; citemos como ejemplo su definición del concepto “obesidad” de acuerdo con una fórmula aritmética —o índice de Quetelet— que relacionaba el peso y la altura de la persona de la siguiente forma:

$$\text{Índice de Quetelet} = (\text{peso en kilos}) / (\text{altura en metros})^2$$

Si el índice de Quetelet de un sujeto es mayor que 30, se le clasifica de obeso.

Es interesante el interés por cuantificar un concepto tan amorfo como es la obesidad; a este interés por evaluar objetivamente lo que podría ser estimado subjetivamente, se debe el uso de la curva de Gauss que Quetelet introdujo como instrumento matemático de evaluación de fenómenos que sólo pueden ser entendidos desde conceptos estadísticos.

En 1880 Muybridge en EE UU y Marey en Francia realizan fotografías de cuerpos desnudos en movimiento, en los mismos años en que el “padre” de la “Organización Científica del Trabajo”, Taylor, se interesa por el movimiento con miras a optimizar el rendimiento de la persona que trabaja. Para Taylor la Antropometría va unida a la Biomecánica: su fascinación por las medidas del trabajador está focalizada por el rendimiento de éste en su tarea. A partir de aquí crece el interés por la eficacia de los movimientos de los trabajadores y, en 1912 los esposos Gilbreth realizan estudios sobre los desplazamientos del cuerpo del trabajador, basados en las imágenes fotográficas tomadas durante la acción de ejecutar el quehacer de una operación determinada.

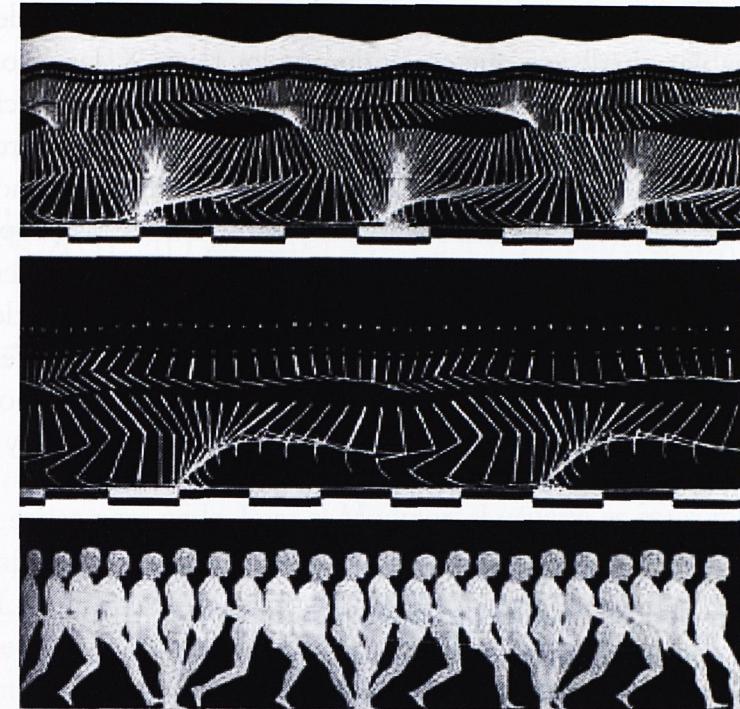


FIGURA 5.2.
Antropometría y movimiento en este estudio de Marey, 1886.

Los problemas de índole militar en la interacción hombre-máquina que se presentaron en las dos guerras mundiales produjeron un avance en el estudio de la ocupación del cuerpo humano en el interior de artefactos de guerra, así como en el del manejo de mandos y señales en los vehículos utilizados por los ejércitos. Las tablas antropométricas realizadas entre la población de soldados con fines que podríamos llamar de “ergonomía militar” partían de unas muestras suficientemente amplias y homogéneas y debían ser, por ello, muy fiables: al final de la segunda guerra mundial ya se hablaba de “Human Engineering”, concepto que deberíamos traducir por “Ingeniería de los factores humanos” o, simplemente, por “Ergonomía”. Y dentro de la práctica de esta “Ergonomía”, veamos en qué puede sernos útil la Antropometría tradicional en la práctica rutinaria del diseño de puestos de trabajo, de ocio, de reposo, de oración... de cualquier configuración, en fin, que tenga como protagonista al ser humano.

El adjetivo de “tradicional” que añadido a la Antropometría de la que vamos a hablar obedece a que entiendo que los rayos X, las resonancias magnéticas y otros métodos recientes y más sofisticados de conocimiento del cuerpo humano, también son Antropometría, pero no son procedentes para la casi totalidad de los análisis hombre-objeto que podamos llevar a cabo. Éstos se realizarán casi siempre a partir de nuestras propias mediciones o de las tablas antropométricas de que dispongamos, y creo que vale la pena reflexionar sobre la fiabilidad de éstas y sobre el grado de indeterminación que conllevan las observaciones que nos conducen al establecimiento y uso de tablas antropométricas. Pero antes debo llamar la atención sobre el intento “vitruviano” de relacionar hombre y objeto, que realizó el arquitecto Le Corbusier a mediados del siglo XX.

El Modulor de Le Corbusier es anti-ergonómico, no es una Antropometría

La ignorancia que de la Ergonomía tuvieron los maestros del Movimiento Moderno de la Arquitectura y Artes Plásticas, y en particular Le Corbusier, contrasta con su pasión por lo nuevo, las máquinas y lo minimalista. En el portal de Internet de la “Académie de Nancy-Metz”, alaban al arquitecto suizo en estos términos:

“(Le Corbusier) ...pensaba que el hombre debe adaptarse a la Arquitectura, y no a la inversa”. (<http://www.ac-nancy-metz.fr/>). No se puede decir nada más anti-ergonómico.

Como ya hicieran los clásicos, Le Corbusier trata de poner en relación las medidas del hombre con las de los objetos construidos; para ello parte de un hombre que midiera 183 cm y que tuviera el ombligo a 113 cm sobre el nivel del suelo; al levantar la mano, este sujeto virtual debería tener la punta del dedo medio 226 cm por encima del nivel del suelo (figura 5.3). A través de una serie de operaciones muy bellas desde el punto de vista aritmético y plástico, deduce unas series de medidas que le sirven para poner orden en los proyectos de construcción, pero que en Ergono-

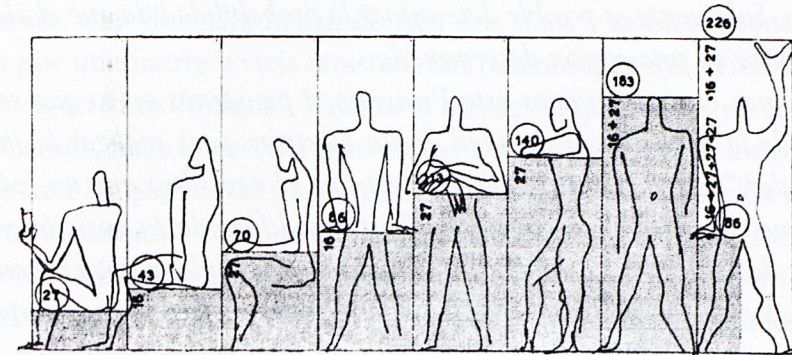


Figura 5.3.
Medidas derivadas del Modulor de Le Corbusier.

mía no sirven para nada. Para el Modulor, el usuario es esa sombra que ha de encajar en la red de medidas hechas a imagen del sujeto virtual que inventa Le Corbusier, y así vemos, en la tercera casilla de la imagen, al hombretón de 183 cm obligado a escribir en una mesa de 70 cm de alto. Las lumbalgias que estas medidas han de proporcionarle al pobre hombre son evidentes. Para sentar al usuario no debemos forzarlo a cuadrarse para entrar en los números de una serie que viene de la Aritmética y no de la Anatomía o la Biomecánica.

Consideremos, pues, este invento del ruidoso Le Corbusier como algo que, si bien quizá pueda ser un buen ejercicio para los alumnos de Arquitectura, es nefasto para la cultura postural del resto de la gente.

5.2. LA INDETERMINACIÓN

Principio de indeterminación de Heisenberg

En un artículo de la Enciclopedia Libre Universal en Español, se explica en qué consiste este principio, en estos términos:

(El principio de indeterminación de Heisenberg) “*establece que es imposible conocer simultáneamente la posición y la velocidad del electrón, y por tanto es imposible determinar su trayectoria. Cuanto mayor sea la exactitud con que se conozca la posición, mayor será el error en la velocidad, y*

viceversa. Solamente es posible determinar la probabilidad de que el electrón se encuentre en una región determinada.

Podemos entender mejor este Principio si pensamos en lo que sería la medida de la posición y velocidad de un electrón: para realizar la medida (para poder “ver” de algún modo el electrón) es necesario que un fotón de luz choque con el electrón, con lo cual está modificando su posición y velocidad; es decir, por el mismo hecho de realizar la medida, el experimentador modifica los datos de algún modo, introduciendo un error que es imposible de reducir a cero, por muy perfectos que sean nuestros instrumentos.

Este Principio, enunciado en 1927, supone un cambio básico en nuestra forma de estudiar la Naturaleza, ya que se pasa de un conocimiento teóricamente exacto (o al menos, que en teoría podría llegar a ser exacto con el tiempo) a un conocimiento basado sólo en probabilidades y en la imposibilidad teórica de superar nunca un cierto nivel de error”.

El último párrafo de esta cita nos dice que la Ciencia ha cambiado su forma de estudiar la Naturaleza a partir de 1927 al enterarse, en esa fecha, de que la observación de un fenómeno modifica la esencia del fenómeno observado, y me parece interesante poner de manifiesto que el Arte ya nos había enseñado lo mismo hace siglos. Si leemos “El curioso impertinente”, en el Quijote de Cervantes, y comparamos la “Ronda nocturna” de Rembrandt con las “Meninas” de Velázquez, creo que podemos entender que es imposible mirar nada que no reaccione a nuestra mirada.

Heisenberg dice en una frase lo que Cervantes narra en los capítulos 33 a 35 de su Quijote o Velázquez pinta en un cuadro de nueve metros cuadrados; frase, novela y cuadro que todos deberíamos ya haber entendido para aplicar sus enseñanzas en cada una de nuestras actividades, como pueda ser —por ejemplo— la utilización práctica de la Antropometría en el ejercicio de la Ergonomía.

El principio de indeterminación en “El curioso impertinente”

Cervantes sitúa en Florencia la acción protagonizada por Anselmo, Lotario y Camila, tres jóvenes sanos, principales y afortunados; Camila

es, además, una doncella hermosa. Los dos ricos y nobles jóvenes están unidos por una fuerte y vieja amistad, tan patente que en la ciudad se los conoce como “Los Amigos”. Cuenta la narración que Anselmo, enamorado de Camila, hace interceder a su amigo Lotario para cerrar los tratos de la boda con los padres de su pretendida. Tras la boda, los recién casados son presentados como una pareja mimada por la fortuna. Lotario es consciente del nuevo estado de su amigo y quiere guardar respeto a la intimidad del nuevo hogar de éste y a la belleza de su esposa, para lo cual se esfuerza en visitar a Anselmo con menos frecuencia que cuando era soltero. Éste le recrimina su delicadeza y lo exhorta a no cambiar en absoluto los hábitos de su vieja amistad, exigiéndole la misma asiduidad de siempre.

Las condiciones objetivas de la felicidad de Anselmo no pueden ser mejores: ningún florentino de su edad puede tener una vida de mayor calidad ni una compañera más bella ni más discreta. Pero en este momento de extrema felicidad de su vida, Anselmo demuestra ser incapaz de gozar de la dicha que se le ofrece: se obsesiona con la idea de la fidelidad de su esposa, a la que sabe perfectamente fiel. Adoptando un papel sólo comparable al Yahvé del Génesis, Anselmo quiere poner a prueba a una Eva interpretada por Camila, su esposa, tentándola, para estar seguro de que le es tan fiel como él desea, es decir: absolutamente fiel. La disparatada fantasía del infeliz marido le hace creer que tendrá asegurada la entrega inquebrantable de la mujer por los siglos de los siglos, si ésta demuestra su fidelidad rechazando una tentación, en una ocasión, una vez. Con la excusa de esta absurda teoría, le propone a su amigo que tiende a Camila. Lotario, turbado por la propuesta, se niega. El otro insiste. Lotario razona sobre el desvarío que representa tal ruego. Anselmo, que está dispuesto a todo para tentar a Camila, amenaza a Lotario con pasar el encargo a otro y cumplir así sus deseos de poner a prueba a su mujer. Lotario se da cuenta de que, si alguien ha de hacer de demonio tentador, él es quien más discretamente puede asumir el satánico papel, pues en caso de que Camila se muestre dispuesta a comer de la fruta prohibida, en tal indeseable caso, la desgracia quedará entre ellos y el escándalo será mínimo. Como el pobre Lotario, en su fuero interno, no comparte la actitud destructiva de su amigo, le dice a éste que bueno, que —en vista de su empeñamiento— acepta el encargo. Pero, en verdad, no trata en absoluto de seducir a Ca-

mila y le miente a Anselmo diciéndole que lo ha intentado y que ha podido comprobar el rechazo de ésta, celosa de su virtud y fiel esposa. No satisfecho con la fidelidad conyugal que le atestigua su amigo, el impertinente Anselmo le propone a su amigo que vuelva a la carga, esta vez con ofrenda de joyas y dinero. Ya no le parece suficiente una sola prueba: ahora necesita otra, más tentadora que la anterior; adivinamos que este mal casado va a pasarse la vida poniendo a prueba a esa infeliz; infeliz porque no es posible que sea feliz junto a quien desconfía de ella. Lotario hace ver que también acepta interpretar esta humillación de la mujer, pero tampoco se presta a representar de verdad un intento de compra de Camila, demostrando que —a pesar de seguirle la corriente a su amigo— tiene más respeto por la esposa de éste que el propio Anselmo.

Las turbias pulsiones de Anselmo tienen aquí un punto de inflexión grave: como si no quisiera creer en la fidelidad de su mujer, ni en la sinceridad de su amigo, da un paso más en su desatinada trayectoria auto-destructiva y espía a Anselmo, comprobando que éste no tienta a su mujer y que, por lo tanto, Camila no ha sido puesta a prueba. El marido se indigna con su amigo porque no ha tentado debidamente a su esposa. Lotario, que se encuentra en falta por haber engañado a su camarada, intenta salirse de esta incómoda situación ofreciéndose a interpretar, de veras, el papel del seductor. Anselmo, para facilitar la actuación del tentador, se va de la ciudad y Lotario acude a casa del ausente a ejercer de conquistador y empieza a interpretar sentidamente el papel que se le ha encomendado. Camila —sorprendida— escribe a su marido, insinuándole el peligro y pidiéndole que vuelva en seguida. Éste, que ya ha podido comprobar la fidelidad de su mujer —pues le pide que vuelva—, en lugar de volver, se excusa y retarda su regreso, colaborando así a que suceda lo que parece haber perseguido desde que se casó: echar a su mujer en los brazos de Lotario, pues éste no es insensible a los encantos de Camila y ha acabado por asumir el papel que interpretaba, ejerciendo así de amante de la mujer de su amigo. A partir de aquí, se ve venir un final trágico; en efecto: Camila se refugia en un convento al que la lleva Lotario y Anselmo muere de vergüenza. Viuda, Camila permanece en el monasterio sin hacerse monja, pero al morir Lotario en una batalla que tiene lugar en Nápoles, a las órdenes del Gran Capitán, ya viuda de su verdadero amor,

profesa en la orden y no tarda en morir consumida por la melancolía. Para captar casi todo lo que Cervantes explica en esta historia contenida en *El Quijote*, es bueno leer el ensayo que Javier García Gisbert ha escrito sobre ella¹. Como muy bien apunta este estudioso, Cervantes critica la sandez de Anselmo al no darse cuenta de que la “verdad es generalmente inaccesible”: lo mismo que dijo Heisenberg hablando del electrón.

Tenía razón la serpiente cuando le dijo a Eva que comiendo del fruto prohibido, serían como dioses: por lo menos Anselmo se ha vuelto tan impertinente con su Camila y su Lotario como lo fue Yahvé con su Eva y su Adán. Y es que la Biblia tiene trozos que parecen escritos por el mismo Cervantes.

El argumento de esta narración es un claro ejemplo de que no se puede observar algo sin transformarlo por efecto de nuestra mirada: de la misma manera que el fotón que nos sirve para ver la partícula, puede modificar la trayectoria de esta, el medio de que se vale Anselmo para observar la fidelidad de su esposa es la causa de la modificación de dicha fidelidad, que se torna infidelidad al recibir la mirada de Anselmo a través del “fotón” Lotario.

Desde un día de diciembre de 1604, fecha en que sale el *Quijote* de las prensas madrileñas de Juan de la Cuesta, el público de habla española ha tenido tiempo de aprender una particularidad del comportamiento humano, que Heisenberg redescubriría en el comportamiento del electrón, 323 años más tarde.

La salida de la compañía del capitán Frans Banning Cocq

En primer plano, la pareja formada por el capitán —de negro— y el teniente —de amarillo—, tras ellos, en el ajetreo de la compañía que se va a poner en marcha, un personaje menudo al que no se le ve la cara, tocado con un casco anacrónico, está a punto de disparar al aire una salva que amenaza con chamuscar el plumaje del sombrero del teniente. La inmi-

¹ Javier García Gisbert, “Cervantes y la Melancolía”. Edicions Alfons el Magnànim -IVEI, 1997. València.

nencia del disparo nos la comunica la mano del personaje que, tras los dos oficiales, hace ademán de apartar de sí el cañón del mosquete del imprudente pequeño tirador de la salva, personaje enigmático que lleva su anticuado casco adornado con hojas de roble, a la usanza de los dioses de la Antigüedad griega, que se las ponían de parra.

El resto de la escena está ocupado por un heteróclito grupo, como un fondo formado por personajes dispares: hombres de diferentes edades ataviados coquetamente y luciendo armas de parada, una niña con una gallina muerta colgando del cinto, y un perro, todos ellos ante una oscura bóveda, entrada de un edificio del que parece salir el bullicioso grupo. El cuadro fue mutilado con ocasión de un traslado, recortándole una franja de su parte alta y otra de su derecha, de manera que el eje vertical del cuadro original ya no debía coincidir con el centro del cuerpo del capitán; éste debía estar ligeramente más desplazado hacia nuestra derecha de lo que lo está ahora en la tela que se conserva. Ocupando, pues, no el centro, pero sí un lugar central, el capitán está diciéndole algo al teniente con la imperativa mano izquierda desnuda dirigida hacia delante, pero sin mirar ni tener en cuenta al espectador del cuadro (figura 5.4).

La interpretación generalmente admitida de lo que presenta la escena es la que entiende que Rembrandt recoge el instante en el que el capitán ordena al teniente que forme la compañía para ponerla en marcha. Pero, por la expresión de la cara del capitán, parece que éste, en vez de pedir que formen sus hombres, se queje de que todavía esté cada cual a su aire; en vez de decir: “Teniente, forme ya la compañía...”, parece decir: “Ya debería estar todo el mundo en marcha”. En su cara hay una exigencia: el capitán Frans Banning Cocq espera que las cosas funcionen por sí solas y que funcionen bien; hay una tensión entre los dos oficiales y ambos son ajenos a nuestra mirada. Puede contestarse —con razón— que en muchos cuadros los protagonistas no tienen en cuenta al espectador, como la joven que lee una carta en el cuadro de Vermeer de 1657, pero en otros cuadros de la misma época y lugar e idéntico tema que *La Ronda*, los personajes adoptan posturas para ser retratados, o sea: poses: están parados como si estuvieran esperando a que salga el pajarito y suelen mostrarse, satisfechos, al retratista o al espectador. En *La Ronda* casi todos los personajes están haciendo algo; sólo dos aparecen en posturas; la postura es



Figura 5.4.

Salida de la compañía del capitán Frans Banning Cocq, por Rembrandt, 1642. Rijksmuseum o Museo Nacional de Ámsterdam, Holanda.

estática y todos los demás protagonistas del cuadro están ocupados: salen del edificio, enarbolan bandera o lanza, manipulan mosquetes, corretean, o están hablando; los dos oficiales están andando, el capitán hace un gesto y el teniente un ademán impasible; los de *La Ronda* parecen sorprendidos por el ojo de un Rembrandt que ha grabado en su memoria una instantánea de la salida de la compañía y que reproducirá en la tela, pacientemente, retratando a sus modelos no como ellos se le presentan en el taller sino como él los recuerda en la realidad de aquella salida nocturna: está tratando de hacernos creer que el observador no altera la escena observada, que los personajes no son objeto de efecto protagonista alguno y que lo que estamos viendo es verdad y no depende de que lo estemos mirando o no: Rembrandt ignora el principio de incertidumbre de Heisenberg, y

pretende se puede retratar a alguien que no posa para el retratista. Parte del mismo principio que esos novelistas que escriben frases del tipo: “a nuestro héroe nunca le pasó por la cabeza la idea de...” ¿Cómo puede saber nadie lo que le pasa por la cabeza a su héroe? El autor de tal frase sólo puede ser Dios Omnisapiente, y el lector que juega a creerse la narración de esa divinidad monoteísta, se sitúa en un universo de ficción que es imposible, tan imposible como pueda ser para el físico atómico saberlo todo sobre la velocidad y —a la vez— la posición de una partícula subatómica. Desde este punto de vista, es más “auténtico” el cuadro que representa a la compañía del capitán Reinier Reael, pintado por Frans Hals y Pieter Codde en 1637. En éste —y en todos los retratos de esas milicias de aficionados holandeses de esa época— los retratados posan mirando al espectador o, como mucho, haciéndose el distraído: el artista es consciente de que, con su mirada, altera la postura del modelo y la convierte en pose: todos los personajes son presa del efecto protagonista e intentan mostrarse como creen que han de ser más admirados.

Pese a la poca aceptación que tuvo por parte de la crítica de su época, para nosotros La Ronda de Rembrandt, en 1642, acaba con esta farsa de desfiles de modelos en los retratos de milicias de opereta, e intenta dejar su traza realista haciéndonos creer que los del capitán Banning Cocq no se enteran de que los están pintando. Esta novedad, que puede ser alabada como innovación en el realismo pictórico, resulta en cambio nefasta porque divulga la idea errónea de que podemos mirar algo sin ser vistos, como quien utiliza cámaras ocultas para espiar lo que no le permiten ver. Rembrandt es, pues, un precursor de la cámara oculta al que hay que agradecerle su genial aportación al arte de pintar a la gente como si el pintor fuera un espíritu puro e inmaterial que no necesitara fotones para ver. Pero también podemos culparle de haber colaborado con la misma genialidad a convencernos durante mucho tiempo de que es posible —sin cámaras ocultas— ver a una compañía de milicianos verbeneros salir a la calle sin por ello influir en la actitud de sus componentes y hacerles mudar sus posturas y ademanes naturales, en poses: en posturas y ademanes afectados. Recordemos que Cervantes, en 1604 ya había publicado, en el interior de su Quijote, la narración del “Curioso impertinente”, cuyo tema es la observación que descompone al objeto observado.

El principio de indeterminación en “Las Meninas”

Velázquez con Las Meninas, en 1656, sí parece haber entendido el poder de la mirada para cambiar el objeto mirado, al ponerse él en el cuadro que explica una visita de la familia del rey Felipe IV al taller del pintor (figura 5.5).

Este cuadro se llamó, efectivamente, hasta el siglo XIX, “La Familia” y, por los personajes que en él aparecen, sólo puede tratarse de “La Familia de Felipe IV”. El tema es una estampa doméstica tal como podían haberla visto Felipe IV y su esposa Mariana de Austria al entrar en el taller del pintor:



FIGURA 5.5.

Las meninas, por Velázquez, 1656. Museo del Prado, Madrid.

Don Diego está tranquilamente pintando en su taller en compañía de ese perro, ya viejo, que prefiere la calma y campechanía del genio al ajeteo desustanciado de sus amos, cuando la infanta Margarita entra en el estudio seguida de su séquito de meninas, enanos, dueña y guardadama de la dueña. Nicolasito, el niño travieso del cursi séquito, molesta al perro, mientras éste muestra el mismo aire paciente que Velázquez, también molesto por la irrupción de la cuadrilla al mando de una niña mimada, que perturba al pintor en su tarea. Cuando el grupo de visitantes está junto a la tela que está pintando el maestro, entran en la estancia el rey y la reina; en ese instante Velázquez, la infanta, una de sus doncellas, la enana —y quizás también el guardadama de la dueña—, dirigen la vista a la real pareja: éste es el momento que recoge el cuadro. La imagen de los reyes —que se refleja en el espejo— ocupa un lugar central en el cuadro y da fe de que el hecho de estar mirando una escena, modifica esa escena, pues los personajes que están mirando a la pareja real que los mira, están adaptando su actitud corporal a la presencia en el taller de sus majestades los reyes, y estos se ven a sí mismos —en el espejo— como parte de la escena que miran (figura 5.6). Esta obra es un ejemplo ilustrativo de lo que sería el principio de Heisenberg aplicado a la actitud corporal de los personajes que la componen, pues en ella se muestra la mirada que dirige al observador el que es observado, y en las actitudes corporales de los personajes que aparecen puede leerse que al menos cuatro de ellos están mirando a los reyes porque los reyes los están mirando a ellos.



FIGURA 5.6.

La sospecha de que la tela que está pintando Velázquez en el cuadro sea precisamente el cuadro (Las Meninas) nos mete en un bucle de autorreferencias en las que no se delimitan origen y final, ni causa y efecto, como en esos razonamientos de lógica demente al gusto de Lewis Carroll.

5.3. LA INDETERMINACIÓN EN LA ANTROPOMETRÍA

Indeterminaciones en la Antropometría al uso de la Ergonomía

Al tratar de la relación geométrica entre el usuario y el objeto, podemos encontrarnos con que la geometría del cuerpo humano presenta dos tipos de indeterminaciones: las de orden físico y las de orden psicológico. Veamos, mediante algunos ejemplos, lo que pueda ser una de indeterminación de orden físico:

Las medidas de un individuo concreto, posible usuario de un objeto, pueden ser —a lo sumo— probabilísticas (como la velocidad del electrón del que hablaba Heisenberg). Si basamos nuestra medida en las estadísticas, nuestra exactitud estará en función de la de las estadísticas empleadas. Las operaciones estadísticas han de atenerse a un rigor en el procedimiento para asegurar su fiabilidad, y así, para actuar sobre los “grupos de población” que define la norma ISO 7250, debemos aplicar la ISO 15535 que nos da instrucciones sobre cómo manejar las estadísticas.

La norma ISO 7250 también da las definiciones de las medidas de base del cuerpo humano y determina lo que podemos intentar medir, basándose en criterios tomados de la Anatomía, y en la ISO 1126 aparecen otros conceptos —como la “postura del tronco”, “flexión”, “extensión”— que tienen origen en la Medicina y que son muy utilizados por la Ergonomía cuando aplica uno de sus instrumentos de análisis: la Biomecánica.

Veamos algunos aspectos de la Antropometría clásica que nos sugieren “indeterminación”:

Los modernos métodos de medición a base de fotografías digitalizadas ofrecen un grado de exactitud muy satisfactorio en las formas que reproducen, pero no dicen nada de la forma y medidas de la osamenta del sujeto, de manera que, aun considerando que los datos estadísticos que manejemos sean de absoluta fiabilidad, entenderemos que tenemos una buena información estadística sobre la silueta de la población estudiada, pero que no podemos decir que poseamos datos precisos sobre su estructura ósea (estos datos pueden obtenerse por otros métodos, pero resultaría costosísimo establecer estadísticas sobre la posición exacta de los centros de giro de todo lo que puede girar en los sujetos de la muestra).

Pero la silueta de la población estudiada que nos ofrecen las tablas antropométricas, no es cualquiera de las posibles, no: la forma en que se presenta la información sobre las medidas antropométricas suele venir ilustrada por las siluetas lateral y posterior de una mujer y un hombre que aparecen con un brazo que imita un ángulo recto, de pie y sentados en forma de cuatro, con una ortogonalidad tronco-muslos infrecuente en la raza humana (figura 5.7). Cualquier postura que se aleje de este esquema de perpendiculares conlleva un grado no definido de indeterminación.

Es nefasta la influencia de esta imagen, inevitable en las tablas antropométricas clásicas, que reproduce a un sujeto en la poco recomendable

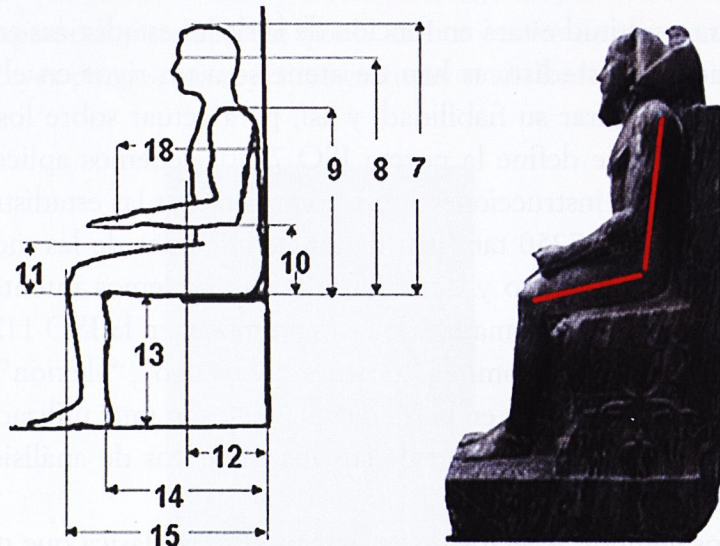


FIGURA 5.7.

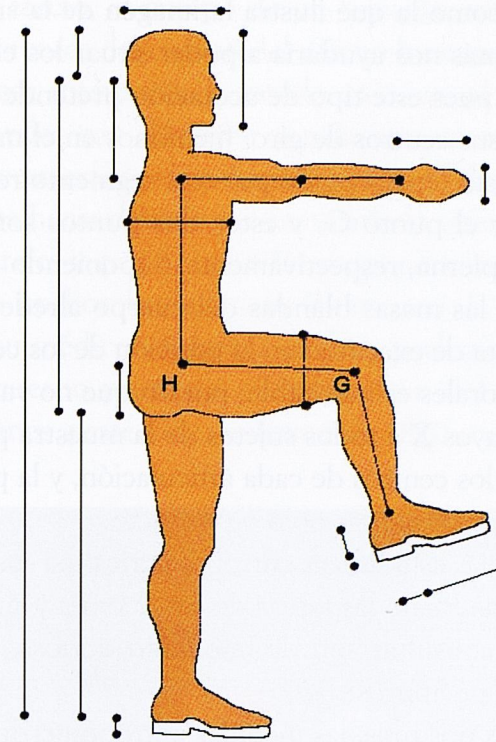


FIGURA 5.8.
Medidas articulares.

postura sedente en forma de cuatro, pues el ángulo recto al que el sujeto representado pliega todos los segmentos corporales que puede, constituye una publicidad de esta postura insana y una contra-publicidad de la saludable postura del faraón —o del astronauta—. Esta imagen, más que indeterminación induce confusión, hasta el punto de que muchos profesionales de la salud asocian —erróneamente— el ángulo recto a lo bueno, a lo conveniente. Esta desgraciada imagen no puede evitar que el que la mira reciba un mensaje que, además de “medidas”, vehicula “postura”.

Si de lo que se trata es de conocer las dimensiones de un sujeto determinado, estas cambiarán, como su peso, a lo largo del día, antes y después de realizar un fuerte ejercicio físico, comer o dormir.

Un sujeto cambia de medidas a lo largo de su vida a una velocidad sensible, sobre todo en los primeros años de su vida; esto nos obliga a tratar sujetos “estadísticos” como los electrones de Heisenberg.

Una medición como la que ilustra la imagen de la silueta de la figura 5.8 sería la que más nos ayudaría a poder situar los elementos corporales en el espacio, pues este tipo de acotación pretende dar las medidas de los elementos y sus centros de giro: fijémonos en el muslo, a modo de ejemplo: el fémur está representado por un segmento rectilíneo acotado entre el punto H y el punto G, y estos dos puntos son los centros de giro del muslo y la pierna, respectivamente. Suponiendo que se conozcan las dimensiones de las masas blandas del cuerpo alrededor de esos elementos duros, la falta de exactitud en la posición de los centros de giro de los segmentos corporales es inevitable, puesto que no vamos a someter a varias sesiones de rayos X a todos sujetos de la muestra para investigar la situación exacta de los centros de cada articulación, y la posición de estos puntos la determina el experto a ojo o por tacto.

Pese a lo dicho, las estadísticas antropométricas, si son fiables, pueden ser de enorme utilidad para las tareas de Ergonomía y, a pesar de que las que yo he podido consultar son de fiabilidad dudosa, debo reconocer que me han sacado de apuros.

Para estudiar las posturas, las medidas antropométricas tomadas considerando las articulaciones de la osamenta, son más sensatas que las de “bulto redondo” reflejadas sobre siluetas de maniquí de pie y sentado en forzada ortogonalidad. En la excelente postura sedente del faraón Ke-frén, el factor más importante que observamos es el sano ángulo entre el tronco y el fémur y, desde el punto de vista de la postura, el grosor de sus muslos es secundario.

Las indeterminaciones de orden psicológico me parecen más propiamente “indeterminaciones” que las de orden físico que acabo de comentar y que pueden considerarse “inexactitudes”.

Las indeterminaciones de orden psicológico y fisiológico

Si hemos quedado en que la antropometría, además de las medidas, se ocupa de las proporciones del cuerpo humano, debemos admitir que factores de orden psicológico puedan influir en la antropometría de un sujeto, si estos factores son capaces de hacer variar sus medidas o sus pro-

porciones. Y, en efecto, el cuerpo de un humano eufórico podrá tener proporciones diferentes del cuerpo del mismo humano con ánimo decaído si, debido a esa diferencia de estado anímico, el sujeto orienta sus segmentos corporales con diferente angulación; en otras palabras: si el sujeto, al pasar de un estado de euforia a un estado depresivo, se encorva e inclina la cabeza hacia delante, ha cambiado la orientación de algunos segmentos corporales y, por lo tanto las proporciones entre sus ángulos. En la imagen de un hombre sentado (Francisco de Goya) ayudado a mantenerse por su médico, el doctor Arrieta, podemos reconocer la angulación de un cuerpo presa del abatimiento o del sufrimiento (figura 5.9). Comparemos a este Goya enfermo de 1820 con el del retrato que

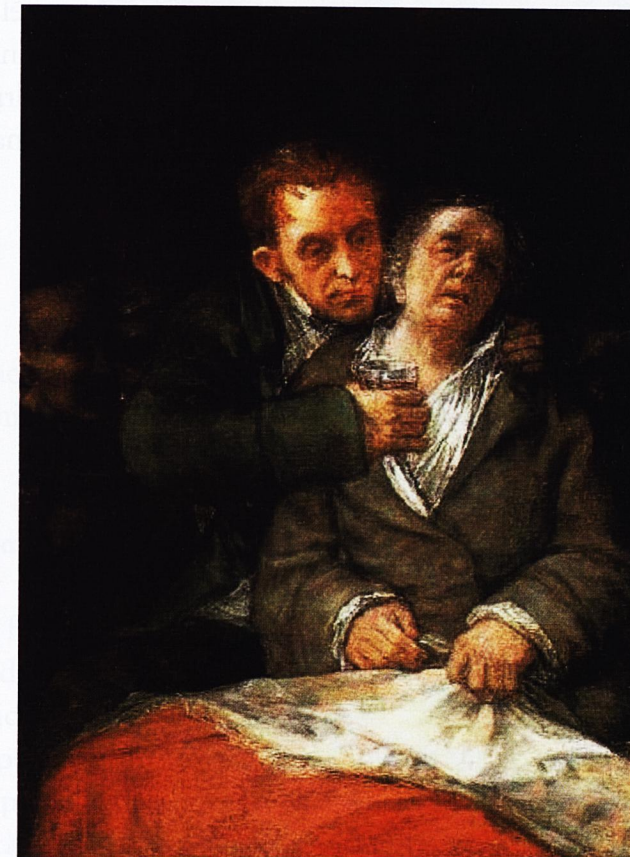


Figura 5.9.
Goya atendido por Arieta. 1820. Minneapolis Institute of Arts.
Minneapolis. USA.

le hizo Vicente López en 1826 (figura 5.10). y veremos que seis años más tarde, don Francisco “mide más” que cuando sufría en brazos de su buen amigo, el doctor Arrieta. Del mismo pintor Vicente López, admiremos ese retrato (figura 5.11). de Félix Máximo López, organista ciego y comparemos la posición relativa de la cabeza sobre los hombros de este músico invidente con la del Goya de ojos penetrantes: el organista no goza del captor postural que es la vista, sólo tiene el oído, donde Goya ve, él oye; tiene cara de ciego y el mismo artista que retrata a un Goya imperativo con postura altiva y cabeza lanzada hacia arriba, nos retrata a don Félix con la cabeza hundida. Si el organista, de repente viera, su cabeza se erigiría y él mediría más de lo que mide.

Los que acabamos de citar son ejemplos de modificación de postura por estado anímico y por carencia de un captor postural como el de la vista, factores que operan desde dentro del sujeto; en Las Meninas hemos visto el efecto de la mirada sobre lo mirado, y de ese efecto podríamos dar gran cantidad de ejemplos de modificación de la postura de una muestra



FIGURA 5.10.
Retrato de Goya por Vicente López, en 1826. Museo del Prado. Madrid.



FIGURA 5.11.
Retrato de Félix Máximo López, por Vicente López.

de población que se sabe observada, modificación que añade un grado de indeterminación a la observación².

Una forma conveniente de tomar las medidas corporales

Una forma conveniente de tomar las medidas corporales de un sujeto para poder representar su caricatura biomecánica es la que se basa en las medidas articulares que ya hemos visto más arriba, según el esquema que proponemos a continuación, teniendo en cuenta que la ocupación del espacio por nuestro sujeto no es la del maniquí de alambre con el que lo hemos caricaturizado (figura 5.12).

² Véase: Antonio Bustamante, “Mobiliario Escolar Sano”. Editorial MAPFRE, Madrid, 2004.

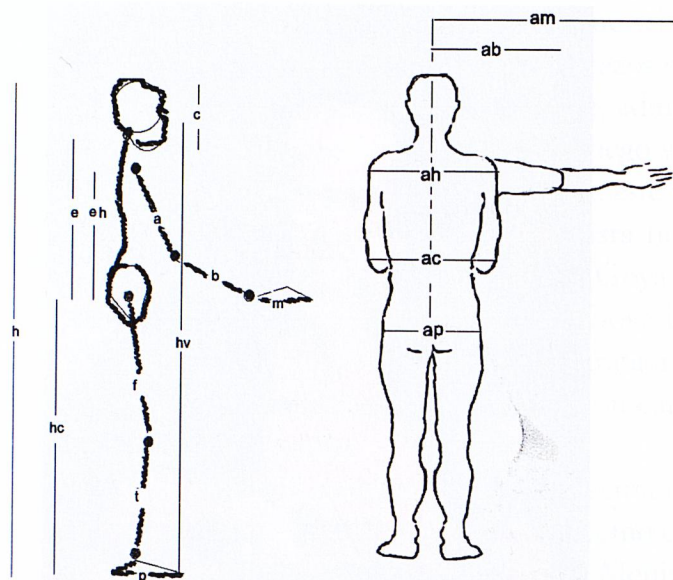


FIGURA 5.12.
Algunas medidas corporales de interés.



FIGURA 5.13.
La Venus anatómica.

En épocas pasadas, cuando la especialización de los conocimientos no era tan exagerada como ahora, la curiosidad era más amplia: esa Venus anatómica de principios del XVII³, que no se conforma con mostrar su belleza exterior, sino que nos habla también de riqueza orgánica interior,

Conociéndome

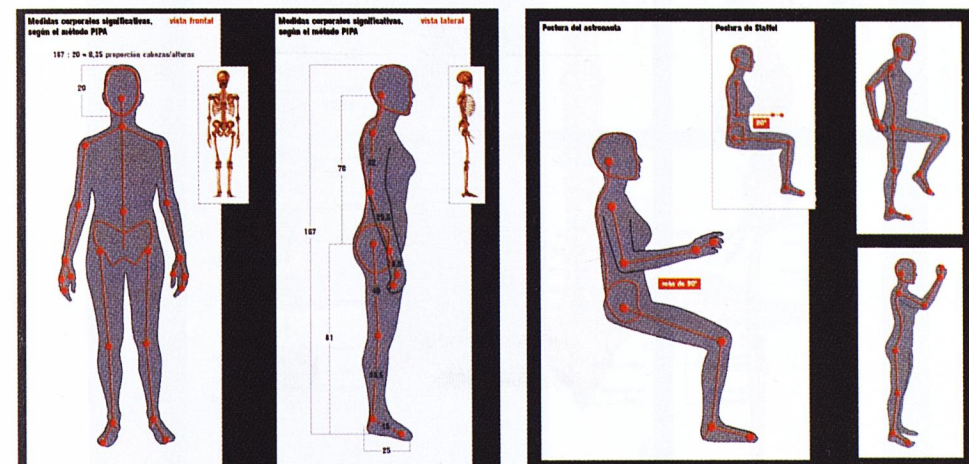
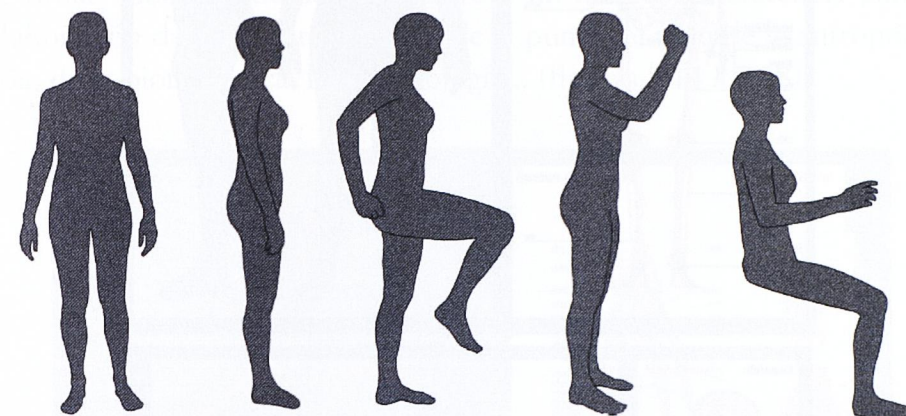


FIGURA 5.14.
Las medidas corporales se ponen en relación con el sistema óseo y con diferentes posturas del sujeto.

³ Del libro "Érasme ou l'éloge de la curiosité à la Renaissance", editado por el "Musée départemental de Saint-Antoine l'Abbaye (Isère) & Les éditions de la lettre volée à la maison d'Érasme (Bruxelles)".

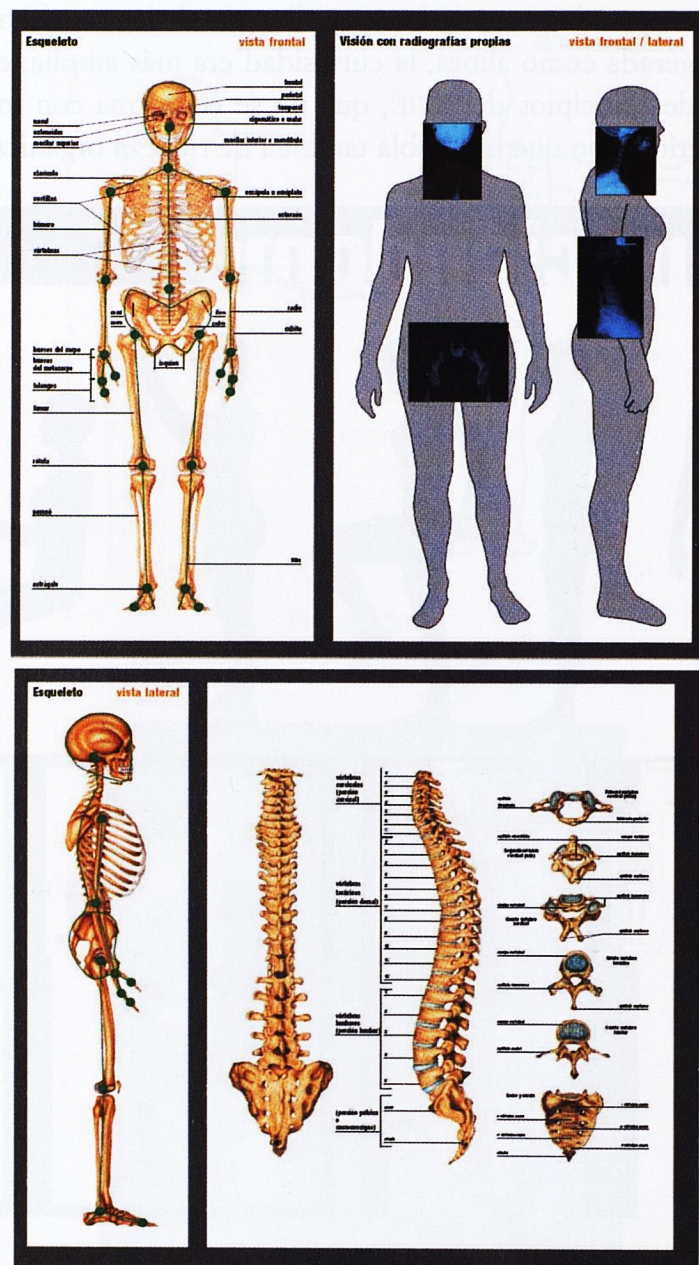


Figura 5.15.

Los rayos X han cambiado la idea que tenemos de nuestro propio cuerpo, haciendo más fácil sentir la relación entre nuestra anatomía y la imagen que los elementos de nuestro cuerpo forman en la cámara fotográfica. La columna vertebrada, cuya complejidad biomecánica hemos de apreciar en próximos capítulos, queda aquí algo detallada a partir del conjunto ordenado de los huesos del cuerpo humano, visto de perfil.

es un buen ejemplo de que el hombre es mucho más que su antropometría. Con los medios hoy al alcance de muchos puede realizarse una medición de un sujeto que va más allá de las medidas corporales; eso es lo que ha hecho Mireia Ibáñez, licenciada en Bellas Artes y diseñadora gráfica, con el retrato biomecánico que reproducimos como ejemplo de lo mucho que se puede decir sobre el cuerpo de un sujeto, con los instrumentos de comunicación propios de un diseñador⁴. El trabajo en cuestión se titula “Conociéndome” y constituye un marco de referencia para la elaboración de un autorretrato desde el punto de vista de la antropometría, de la biomecánica, la posturología... (figuras 5.14 a 5.18).



Figura 5.16.

Forma, medidas, armazón y musculatura de pies y manos, en un solo cuadro.

⁴ Puede verse el trabajo completo en <http://antoniobustamante.com/p6.htm>

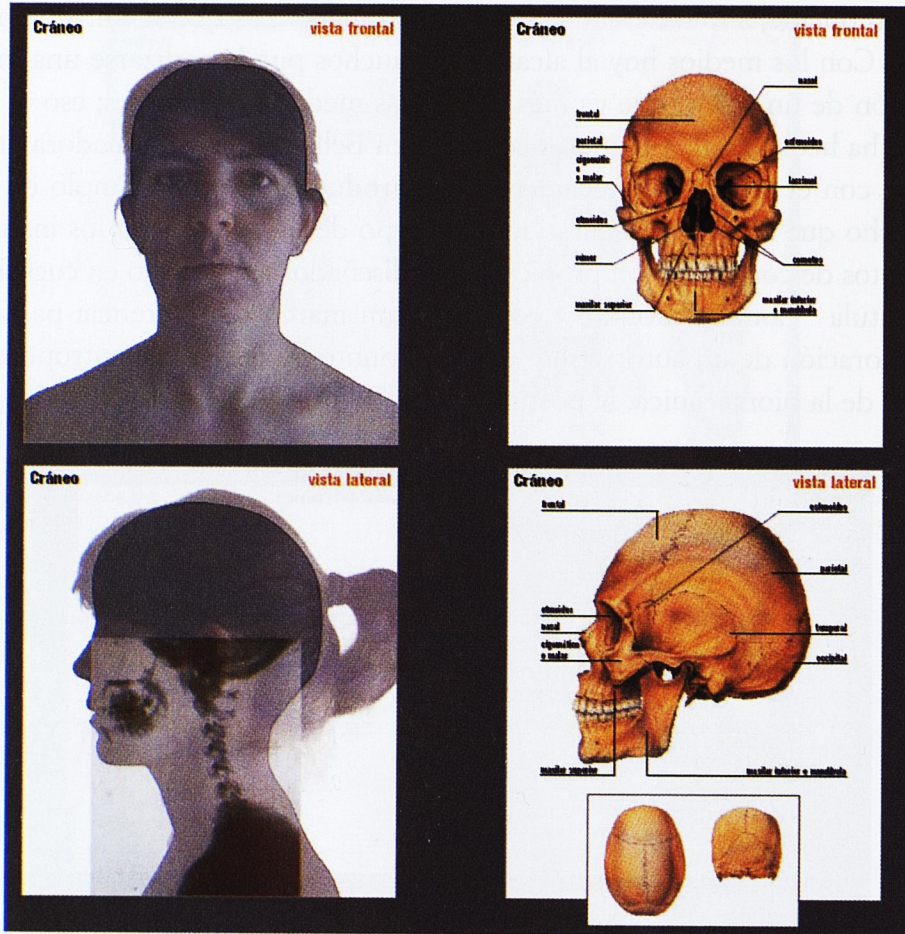


Figura 5.17.

La “Venus anatómica” del siglo XVII, en el XXI podría ser la “Venus antropométrico-biomecánica”, a partir de los instrumentos empleados por Mireia Ibáñez en este trabajo.

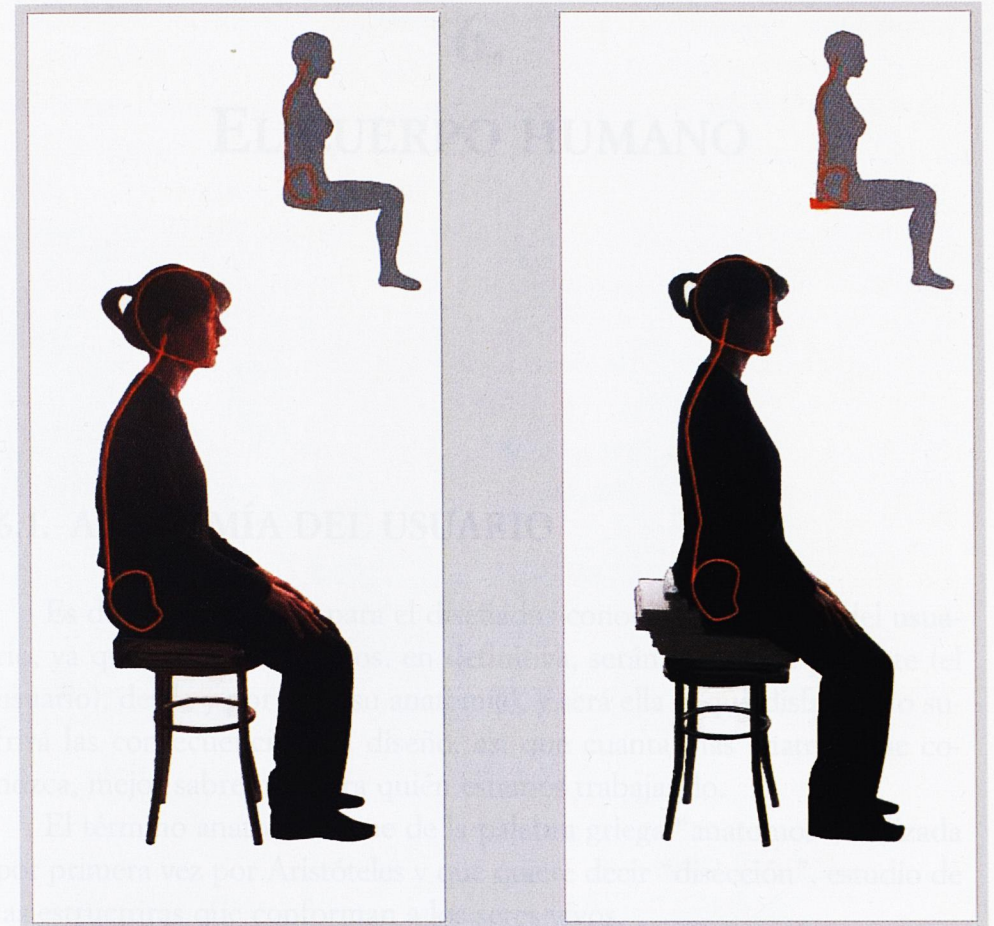


Figura 5.18.

La diseñadora se autorretrata en la postura inconveniente que induce un asiento clásico y en la postura del faraón-astronauta inducida por el “asiento Bustamante”.

6. EL CUERPO HUMANO

6.1. ANATOMÍA DEL USUARIO

Es de mucho interés para el diseñador conocer la anatomía del usuario, ya que todos los diseños, en definitiva, serán utilizados por éste (el usuario), desde y por ésta (su anatomía), y será ella la que disfrutará o sufrirá las consecuencias del diseño, así que cuanto más anatomía se conozca, mejor sabremos para quién estamos trabajando.

El término anatomía viene de la palabra griega “anatomos”, utilizada por primera vez por Aristóteles y que quiere decir “disección”, estudio de las estructuras que conforman a los seres vivos.

Para organizar este estudio es habitual, en el ámbito de la medicina convencional, hablar de los diferentes sistemas, entendiendo como tales un conjunto de órganos o tejidos que se relacionan de manera ordenada para realizar una función. Por ejemplo, el sistema digestivo, sistema circulatorio, etc.

En relación al diseño de objetos, hay sistemas que se deben tener especialmente en cuenta ya que están directamente relacionados, éstos son: el sistema esquelético, el sistema circulatorio, el sistema muscular, el sistema nervioso y los órganos de los sentidos.

La posición anatómica

Para hablar del cuerpo humano con precisión, se utilizan unas coordenadas definidas a partir de una posición que llamamos anatómica. La posición anatómica es la que adopta un sujeto en bipedestación, es decir: parado sobre los dos pies, mirando al frente, con los pies ligeramente separados y los brazos relajados a lo largo del cuerpo, las palmas de las manos mirando hacia delante. Las referencias que se utilizan son siempre las del sujeto observado, es decir, la derecha es su derecha y no la del observador que pueda estar frente a él.

Podemos referir el cuerpo humano a estos tres ejes ortogonales, ejemplificados aquí sobre la imagen de la venus de Willendorf (figura 6.1):

- El eje sagital, que va de atrás hacia delante, es el anteroposterior o ventral-dorsal.
- El eje transversal: va de un lado a otro, es el medial-central.
- El eje longitudinal o vertical: de arriba hacia abajo, superior inferior.

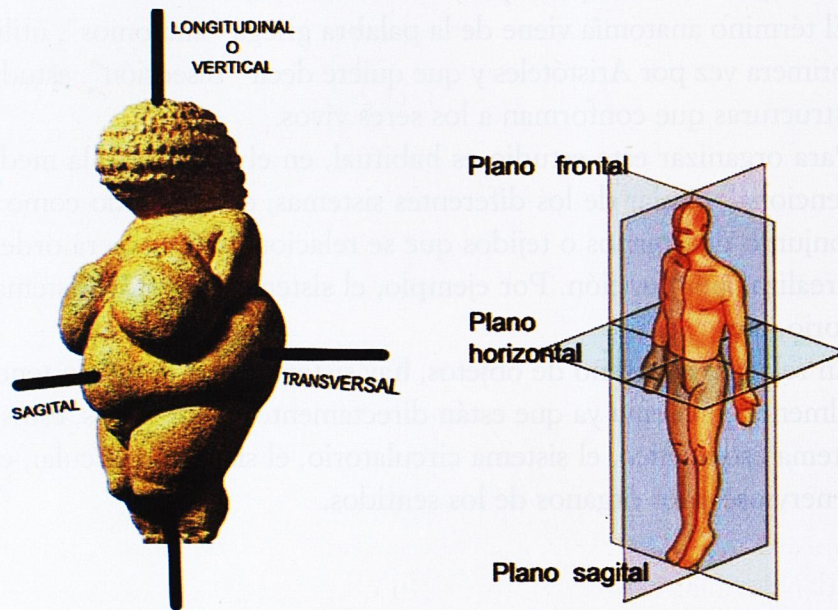
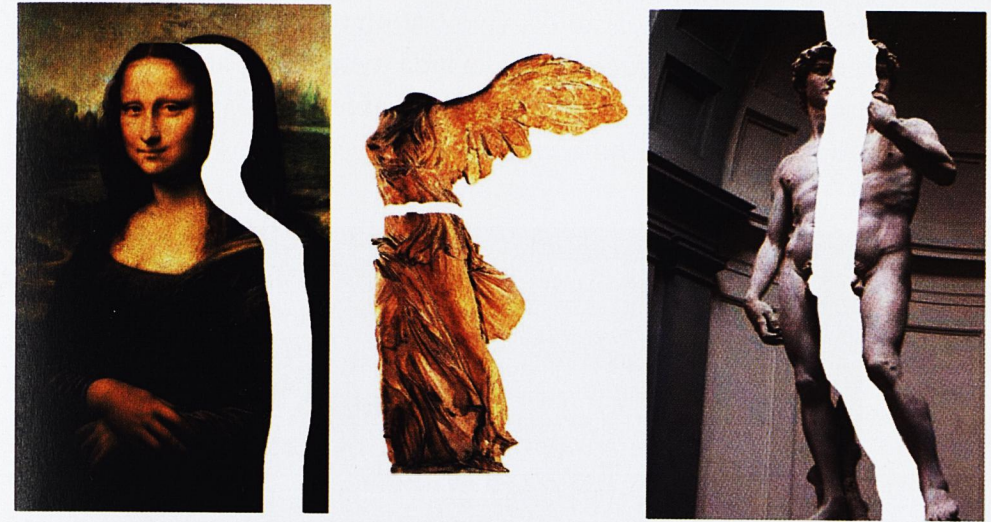


FIGURA 6.1.
Ejes y planos anatómicos.

También podemos referir el cuerpo humano a tres planos del espacio: Frontal, transversal y sagital, que se han representado partiendo en dos a la Gioconda, la Victoria de Samotracia y al David de Miguel Ángel, respectivamente figuras 6.2, 6.3 y 6.4.



FIGURAS 6.2, 6.3 y 6.4.
Gioconda frontalmente, Victoria transversalmente
y David sagitalmente divididos.

Movimiento de abducción es el que provoca la separación de un segmento corporal respecto al plano sagital del cuerpo; los músculos que colaboran se llaman abductores. Si el movimiento provoca un acercamiento del segmento corporal a dicho plano sagital, el movimiento se llama de aducción y los músculos correspondientes, aductores.

El sistema óseo

Está compuesto por los diferentes huesos, que se relacionan mecánicamente entre sí a través de las articulaciones. Los huesos son las partes duras del sistema; forman el esqueleto que guarda una fuerte simetría entre el lado derecho y el izquierdo. Tenemos 208 huesos aunque la cifra no es constante en todos los seres humanos.

Los huesos tienen función de sostén: hacen de armazón en el interior de nuestro organismo y constituyen el esqueleto que colabora a dar forma y dimensión a nuestro cuerpo; permiten, con ayuda de otras estructuras, la marcha y el movimiento; protegen órganos delicados (huesos planos de la cabeza) y representan una reserva de minerales.

El hueso es un tejido orgánico, vivo (figura 6.5) que se renueva constantemente y varía a lo largo de toda la vida, tiene la capacidad de crecer y de regenerarse. El hueso está inervado y vascularizado por venas y arterias tanto en el interior como en el exterior.

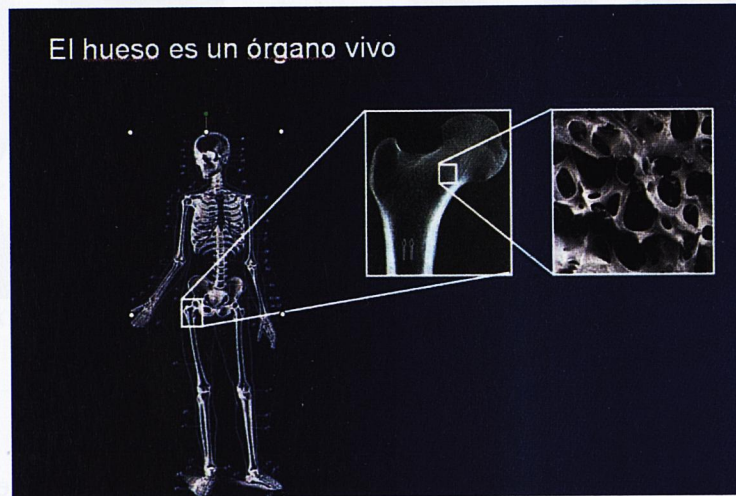


FIGURA 6.5.

El tejido de los huesos, a nivel microscópico, se compone de células especializadas denominadas osteoblastos, responsables de generar más tejido óseo para favorecer el crecimiento y reparar posibles fisuras. Los osteoblastos (figura 6.6) generan una matriz de fibras de colágeno y material amorfo que constituye la sustancia osteoide. En ésta, se van depositando minerales de calcio y fósforo que se van distribuyendo alrededor del osteoblasto hasta “atraparlo” y volverlo inactivo, pasando a llamarse osteocito. La sustancia osteoide se dispone en láminas concéntricas alrededor de un conducto llamado canal harvesiano por el que, en la envoltura compacta del hueso, pasan vasos sanguíneos y nervios. Llamamos la atención sobre la existencia de células nerviosas en el interior del hueso: esta

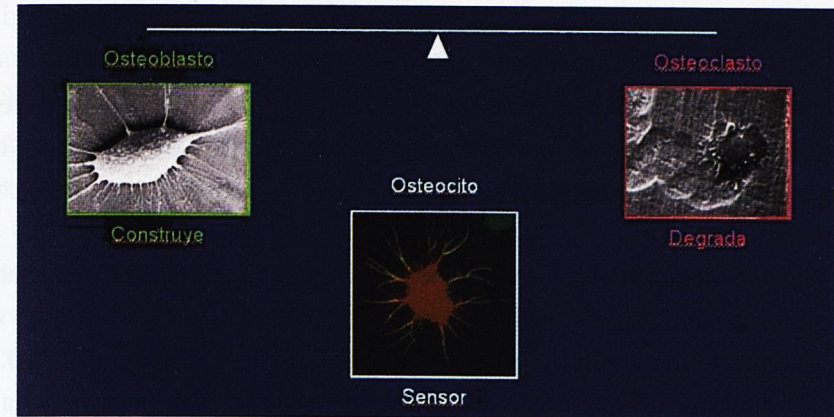


FIGURA 6.6.

“sensibilidad” de la materia que forma el cuerpo humano será tenida en cuenta por la moderna posturología.

Además de los nervios que pasan por el canal harvesiano, en el hueso existen células sensibles que, sin formar parte del tejido nervioso, reaccionan según la carga que soporta el tejido óseo: los llamados osteocitos. Cuando un sujeto se encuentra en estado de ingravidez, son los osteocitos los encargados de parar la acción regeneradora de los osteoblastos.

Morfologías óseas

Existen varios tipos de hueso, con formas características que corresponden a diferentes funciones:

- Huesos largos: su parte central recibe el nombre de diáfisis y sus extremos epífisis. Su capa más externa y dura es el periostio.
- Huesos cortos: su forma es variada aunque tienden a conformaciones cúbicas o cilíndricas, son de tejido esponjoso rodeado de una fina capa de tejido compacto; el calcáneo es uno de ellos.
- Huesos planos: suelen ser anchos, formados por dos capas de tejido compacto que rodean tejido esponjoso. La mayoría tiene función de protección de estructuras blandas, como el cráneo que envuelve al cerebro, frente a contusiones o agresiones externas.

Articulaciones

Las articulaciones son partes blandas del sistema músculo-esquelético que, situadas entre los diferentes huesos como puntos de contacto, confieren movimiento y flexibilidad, en unos casos, y en otros, actúan como puntos de unión.

El cuerpo humano tiene más de 200 articulaciones que se agrupan en varios tipos, desde la “bisagra” del codo a la “silla de montar” que articula el primer metacarpiano con su correspondiente hueso del carpo. Algunas sólo permiten desplazamientos sobre superficies articulares planas: son las articulaciones móviles, que suavizan el contacto de dos huesos para facilitar el movimiento. Para mejorar esta función, los extremos de



Figura 6.7.

Andrea Vesalio, *De Humani Corporis Fabrica*, 1543.

los huesos tienen una delgada capa de tejido elástico denominada cartílago articular, que evita el roce directo y por tanto el desgaste.

Para reforzar el conjunto de elementos que permiten la articulación existe una cápsula articular, que evita que los huesos se desplacen ante la fuerza ejercida, y un ligamento que confiere aún mayor resistencia. Algunas articulaciones móviles, están sometidas a fuerzas tan importantes, como es el caso de la rodilla, que necesitan de cartílagos para crear una mayor superficie de contacto; estos cartílagos reciben el nombre de meniscos.

Sistema muscular

Está compuesto por músculos de diferentes formas y tamaños que tienen diversas funciones relacionadas con el movimiento. Pueden ser de tres tipos: esqueléticos o voluntarios, lisos o involuntarios, y cardíaco.

Los músculos que funcionan según nuestra voluntad nos permiten movernos, mantener posturas y contribuir a la producción del calor que precisa nuestro cuerpo; son estriados.

Los involuntarios trabajan automáticamente, como son los que accionan sobre estómago e intestinos.

Algunos músculos esqueléticos funcionan sin que tengamos conciencia de su actividad, por ejemplo, los que mantienen nuestra cabeza erguida; aunque sean voluntarios no precisan de la orden consciente que reciben los que se encargan de levantar nuestro brazo. Cuanto más alejado está el músculo del eje del cuerpo, más consciente es su funcionamiento.

No se puede obviar un comentario sobre la buena relación existente entre la forma y la función de los elementos que entran a formar parte de la articulación: el sistema muscular distribuye tensiones al sistema óseo, con admirable armonía, para mover los segmentos corporales o mantenerlos en una postura determinada. Esta operación, que se realiza a las órdenes del sistema nervioso, necesita de una energía que le llega a través del sistema circulatorio.

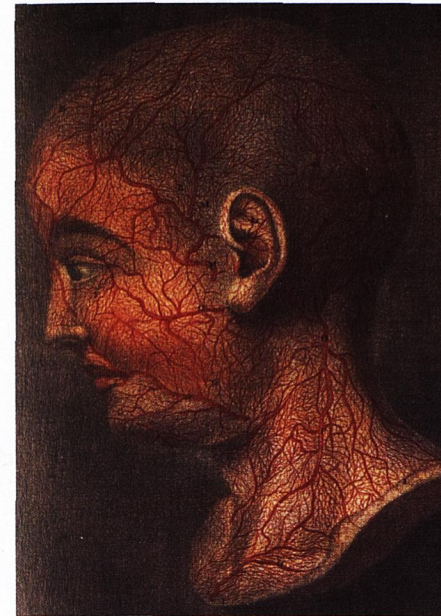
Sistema circulatorio

El sistema circulatorio forma un circuito de transporte y recogida de elementos vitales para las células, que es activado por un mecanismo de bombeo denominado miocardio. Desde el miocardio, que se contrae involuntariamente, se impulsa hasta cada unidad celular, mediante presión —que los expertos llaman positiva— a través de las arterias, sangre oxigenada que contiene nutrientes. Una vez consumidos estos aportes, las células devuelven los restos y desechos del metabolismo a las venas que retornan al corazón gracias a la presión —que los expertos llaman negativa— que se genera en el bombeo.

El miocardio (figura 6.9)¹ es el músculo que forma el corazón; este órgano es el motor del sistema, tiene el tamaño de un puño y bombea rítmicamente. En su interior existen cuatro cámaras separadas por válvulas, las superiores se llaman aurículas y las inferiores, ventrículos. La sangre circula en el interior del corazón, en un único sentido, de manera que en la contracción la sangre sale únicamente hacia la arteria aorta y no refluye gracias a las válvulas que separan cada cavidad.

Las arterias transportan la sangre oxigenada desde el corazón a las células. Son conductos que deben soportar la presión positiva del bombeo y conservarla para favorecer el transporte sanguíneo, por ello estos conductos tienen gran rigidez. Las arterias están situadas en capas más profundas que las venas, ya que necesitan mayor protección ante cortes que, si llegan a interesar una arteria, producen una pérdida de sangre rápida a causa de la presión positiva a la que están sometidas.

Las venas devuelven la sangre “usada” al corazón. Para ello, se constituyen como conductos flexibles dotados de válvulas que impiden el retorno. Las venas son más superficiales que las arterias, y su rotura no provocaría una pérdida de volumen de sangre tan rápida como en el caso de la arteria. La imagen de Jacques Fabien Gautier (figura 6.8) es de



FIGURAS 6.8 y 6.9.

1748 y ya muestra la extraordinaria ramificación de los vasos sanguíneos en la cabeza, si bien en realidad, la red venosa es todavía más espesa que lo que muestra este admirable grabado.

Sistema nervioso

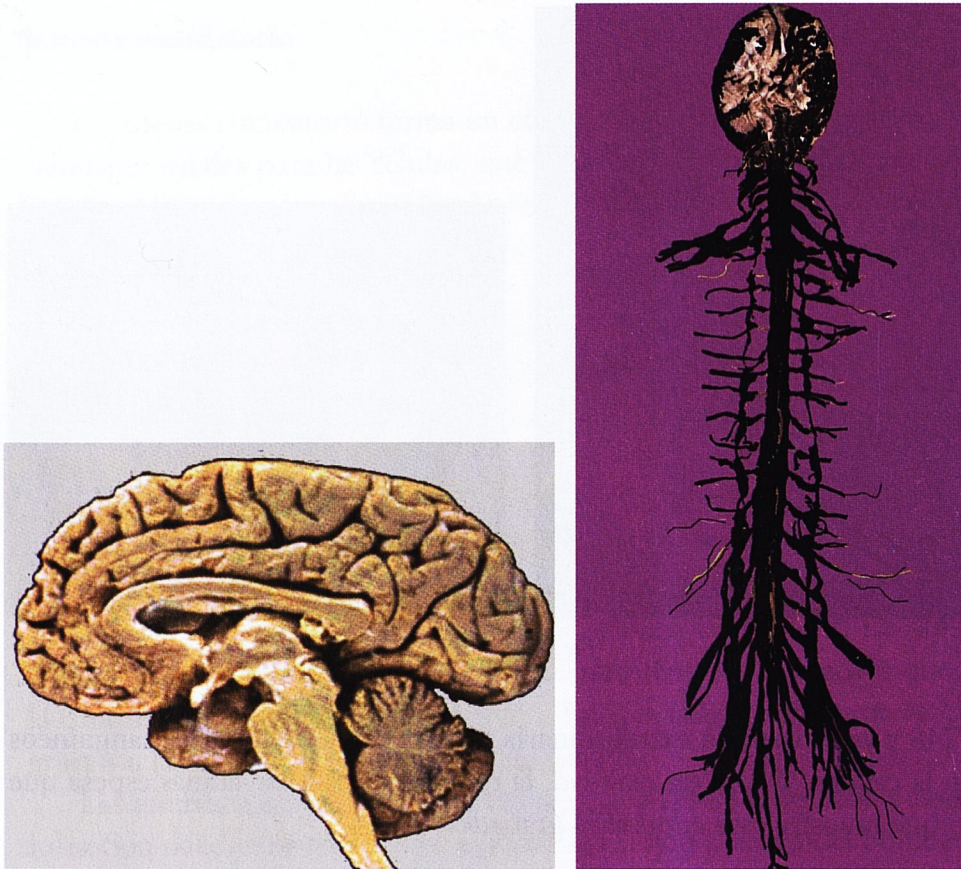
Rige nuestras actividades voluntarias y también las automáticas, es responsable de las relaciones que mantenemos con el entorno y de la percepción de nosotros mismos.

Las células nerviosas son las responsables de que sintamos las sensaciones.

Distinguimos tres partes del sistema nervioso: central, periférico y autónomo o vegetativo.

El sistema nervioso central está formado por el encéfalo (figura 6.10) y la médula espinal (figura 6.11). En él residen todas las funciones superiores del ser humano, tanto las cognitivas como las emocionales. Está protegido en su parte superior por el cráneo y en su parte inferior por la

¹ Esta estampa en color, realizada probablemente hacia 1720 ha sido atribuida a Le Blon, si bien algunos expertos reconocen la técnica de Jan L'Admiral. Véase “Anatomie de la couleur”, editado por la Bibliothèque Nationale de France y el Musée Olympique de Lausanne, bajo la dirección de Florian Rodari, en 1996.



FIGURAS 6.10 y 6.11.

columna vertebral. El encéfalo está constituido por lo que hay “dentro de la cabeza” según la etimología griega de la palabra. El cerebro es una de las partes del encéfalo.

El sistema nervioso periférico constituye el tejido nervioso que se encuentra fuera del sistema nervioso central, como son los nervios periféricos que inervan los músculos y los órganos.

El sistema nervioso periférico comprende el sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo o vegetativo.

El sistema nervioso somático está compuesto por nervios espinales y nervios craneales. Los primeros salen de la médula espinal (figura 6.11). Son importantes para el control del sistema músculo-esquelético y, por lo tanto, para la postura.

Los craneales envían al sistema nervioso central información de la musculatura del cuello y la cabeza, que es musculatura esquelética o responsable del mantenimiento de la postura. De los doce pares de nervios craneales, la posturología moderna presta especial atención al trigémino, que concentra funciones motoras del ojo, del maxilar superior, del maxilar inferior y de la lengua.

El sistema nervioso autónomo o vegetativo es el encargado de regular las funciones internas del organismo con objeto de mantener el equilibrio fisiológico. Controla la mayor parte de la actividad involuntaria de los órganos y glándulas, tales como el ritmo cardíaco, la digestión o la secreción de hormonas. La función del sistema nervioso autónomo es de capital importancia para la postura, pues muchos músculos trabajan para mantener una postura sin que el sujeto sea consciente de este trabajo muscular.

Evolución del encéfalo

Paul Mac Lean, en la segunda mitad del siglo pasado, desarrolló una clasificación de las partes del cerebro que pone orden en las funciones de este complejo órgano. El cerebro propuesto por MacLean es uno y trino: lo divide en tres partes, según su orden de aparición en el encéfalo.

El primero es el cerebro reptil, hecho para actuar. No sabe pensar, reflexionar, clasificar ni analizar, pero brilla en la acción, la agresividad, el sexo y la violencia. Es útil para la defensa del territorio y los bienes personales.

El cerebro aparecido inmediatamente después es el límpico o paleomamífero. Desde un punto de vista filogenético, es más joven que el reptil y lo envuelve. Es un cerebro propio de los mamíferos, de ahí su nombre. Es la casa de las emociones, tristezas y alegrías, amores y miedos: es el cerebro afectivo de los mamíferos, que caen en depresiones, melancolías y miedos cuando algo falla en este órgano de gestión afectiva que funciona tanto para el perro como para su amo. Hay aves de compañía que también caen en depresión a la muerte de su amo; hay que suponer que también estos no-mamíferos disfrutaban de su cerebro paleomamífero en mayor o menor grado.

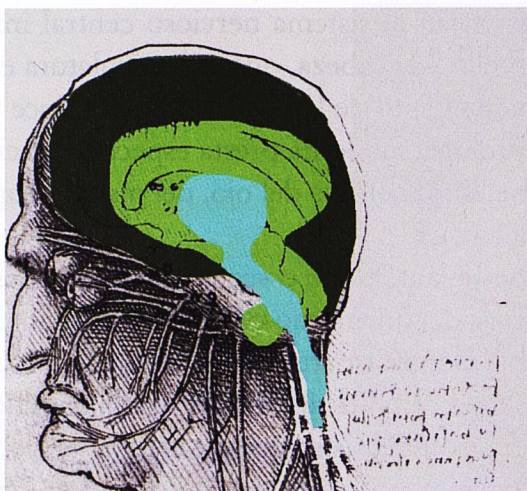


FIGURA 6.12.

La última capa del cerebro, su corteza más reciente, se llama neocorteza y es la que ha permitido la aparición del *homo sapiens*. Es la que produce los procesos intelectuales superiores: el lenguaje simbólico, la lectura, la escritura, la capacidad de abstracción que podemos observar en otros mamíferos superiores, aunque posiblemente con menos capacidad que en el *sapiens*, si bien el enorme tamaño de cerebros como el del delfín, animal inteligente, invitan a pensar que sin manos ni fonación no se llega muy lejos en la filogénesis.

Sobre un dibujo de Leonardo se han croquizado los perfiles de cada uno de estos tres cerebros. Obsérvese cómo Leonardo ya veía las ramificaciones del sistema nervioso, dirigidas en todas direcciones y centralizadas en el encéfalo. Puede observarse la atención que ya Leonardo prestaba a la relación de los dientes y el sistema nervioso; esta relación ha sido fuertemente puesta de manifiesto por la moderna posturología.

Las cadenas musculares

El concepto de cadena muscular es funcional y tiene su origen en la observación de cómo trabajan los músculos, formando parte de una estructura músculo-esquelética que, a su vez, se combina con el sistema

circulatorio y que funciona a las órdenes del sistema nervioso. La complejidad es patente.

Los estudiosos de la postura han distinguido diversas cadenas musculares, más o menos largas; nosotros presentaremos las cinco cadenas propuestas por Clauzade, Marty y Castaing².

Las asociaremos a los elementos de un objeto con aspecto de marioneta, imaginando que tuviéramos que construirlo con dos materiales: uno de consistencia y elasticidad parecidas a las de los huesos y otro con las características semejantes a las de los músculos: uno duro y resistente a la compresión y el otro blando, fibroso, capaz de contraerse y, por lo tanto, resistente a la tracción. Este último, de color amarillo, se colorea de rojo cuando está sometido a tracción y de azul cuando está sometido a compresión. El material duro, de color negro, se nos presenta en trozos de tamaño variado —como los huesos a los que imita—; con ellos componemos un elemento lineal enganchando los elementos duros con el material de características análogas a las de los músculos. Resulta un objeto alargado y esbelto en esta primera etapa. Este objeto lo mantenemos en vertical anclándolo en unos pies hechos a tal efecto. También le añadimos un a modo de cabeza vacía.

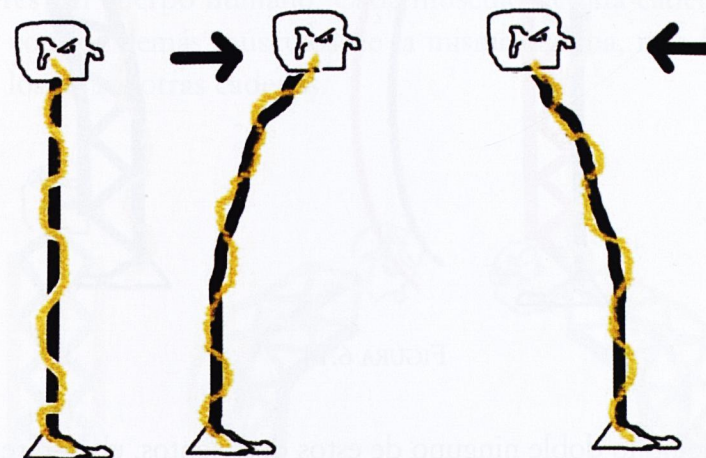


FIGURA 6.13.

² Clauzade, M.A., Marty, J.P., Castaing, Y., 1996 "L'homme debout" (Eds. M. Lacour, P.M. Gagey & B Weber) Vidéo cassette VHS.

Supongamos que este extraño objeto sólo puede deformarse en el plano del papel: su equilibrio será precario y, si sopla el viento, se curvará fácilmente. Para que no se deforme bajo la acción del viento de frente, con el material amarillo blando fabricamos una cuerda que hacemos solidaria con el elemento lineal que se doblaba bajo la presión del viento de frente; el objeto así resultante no se dobla ante este viento frontal porque la capa de materia de tipo muscular resiste porque ha entrado en tracción (y al hacerlo se ha vuelto de color rojo). Mientras sopla ese viento, la parte ósea estará comprimida y la parte elástica, traccionada.

Pero si el viento cambia de dirección y viene de espaldas, el maniquí se doblará hacia adelante y la última capa blanda añadida se verá solicitada a compresión: para esa sollicitación el material blando no tiene resistencia y se doblará volviéndose azul. El maniquí, en esta segunda etapa, sólo resiste a uno de los dos vientos.

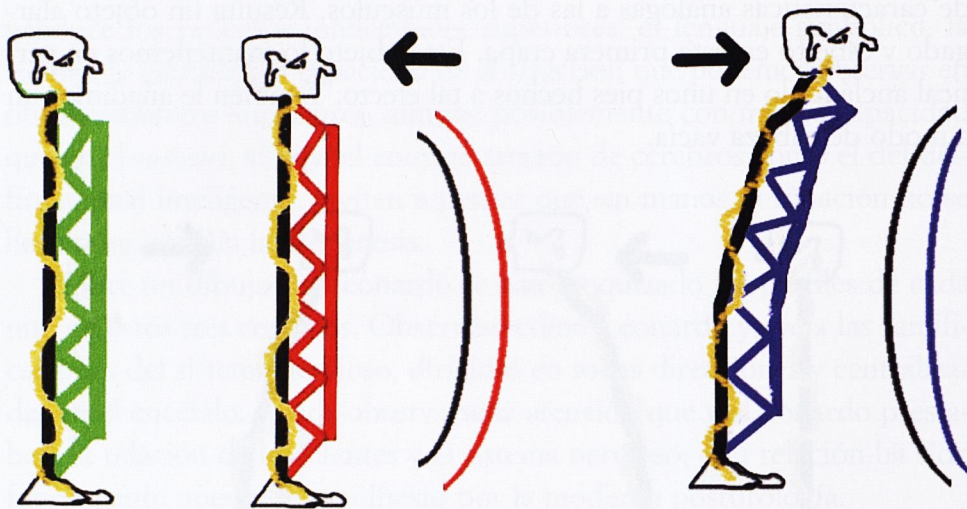


FIGURA 6.14.

Para que no lo doble ninguno de estos dos vientos, elaboraremos otra capa de material “muscular”, simétrica a la anterior con relación al eje de la primera etapa. En estas condiciones, el maniquí no se curvará bajo ninguno de los dos vientos, al trabajar a tracción una u otra de las capas “musculares” anterior y posterior que le hemos fabricado.

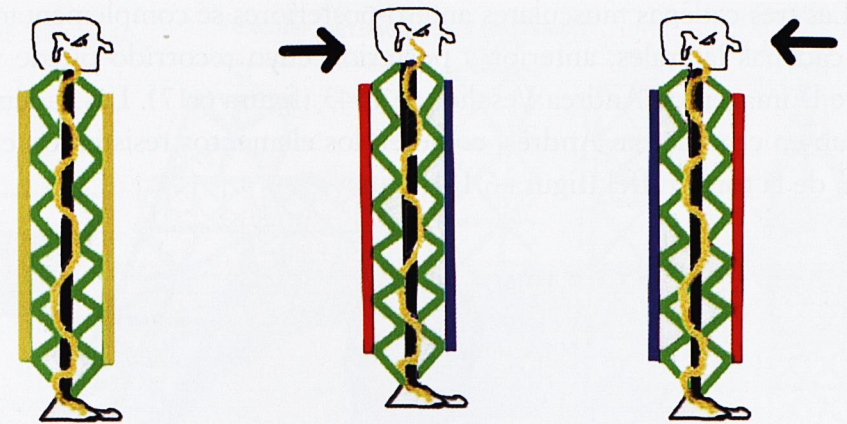


FIGURA 6.15.

Si en esta fase le añadimos a la marioneta un sistema nervioso que le permita decidir por sí misma cuándo desea inclinarse hacia delante (flexión) o hacia detrás (extensión), sin vientos que la fuercen, ésta podrá hacerlo con sólo contraer la “musculatura” anterior o la posterior.

Si a estas tres capas de materia muscular las llamamos cadena posterior, cadena central y cadena anterior, podemos admitir que sus funciones son groseramente parecidas a las que realizan las respectivas cadenas musculares del cuerpo humano. Cada músculo de una cadena está relacionado con los demás músculos de la misma cadena, más fuertemente que con los de las otras cadenas.

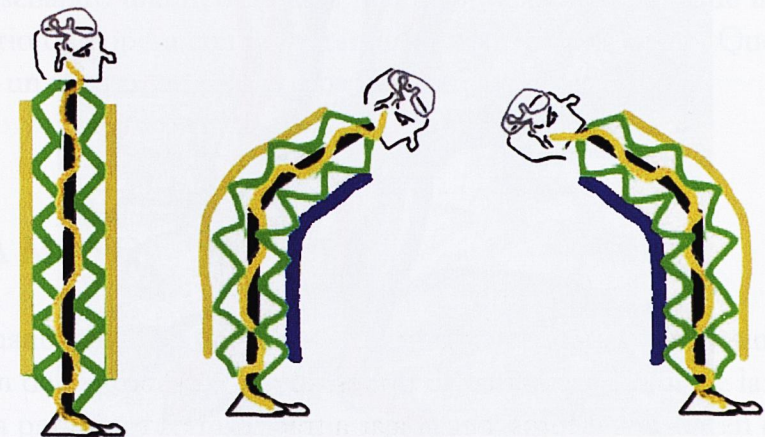


FIGURA 6.16.

Las tres cadenas musculares antero-posteriores se complementan con dos cadenas laterales, anterior y posterior, cuyo recorrido puede verse sobre la imagen de Andrea Vesalio, de 1543 (figura 6.17). Las cadenas se cruzan en cruz de san Andrés, como en los elementos resistentes, en celosía, de la torre Eiffel (figura 6.18).

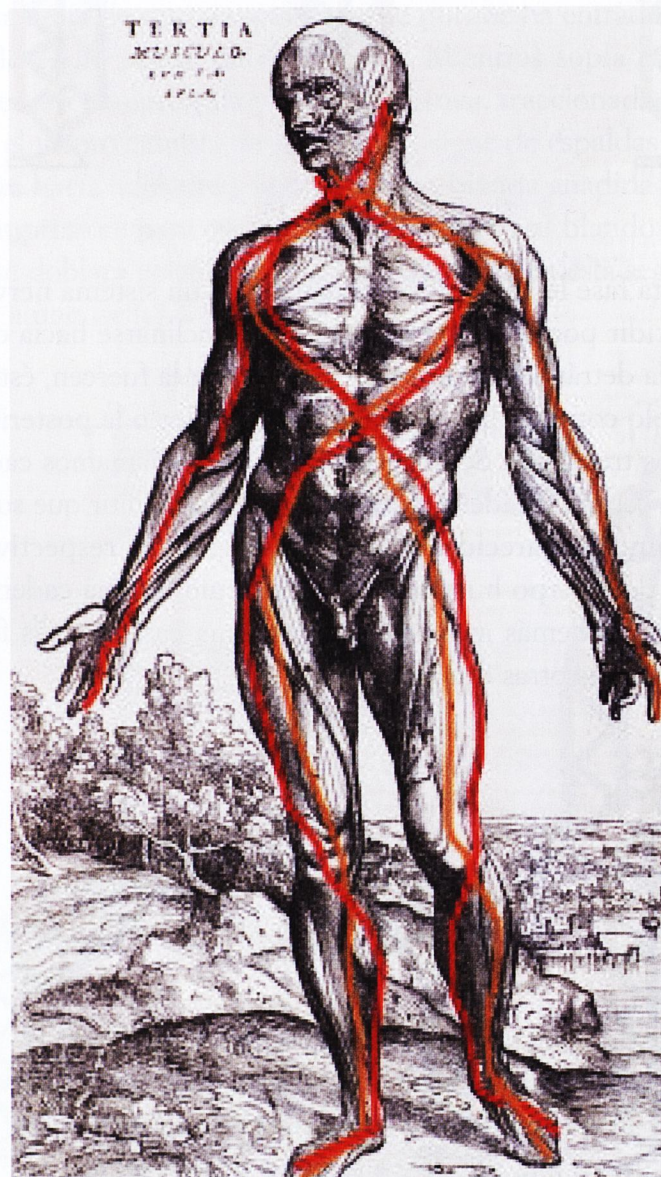


FIGURA 6.17.

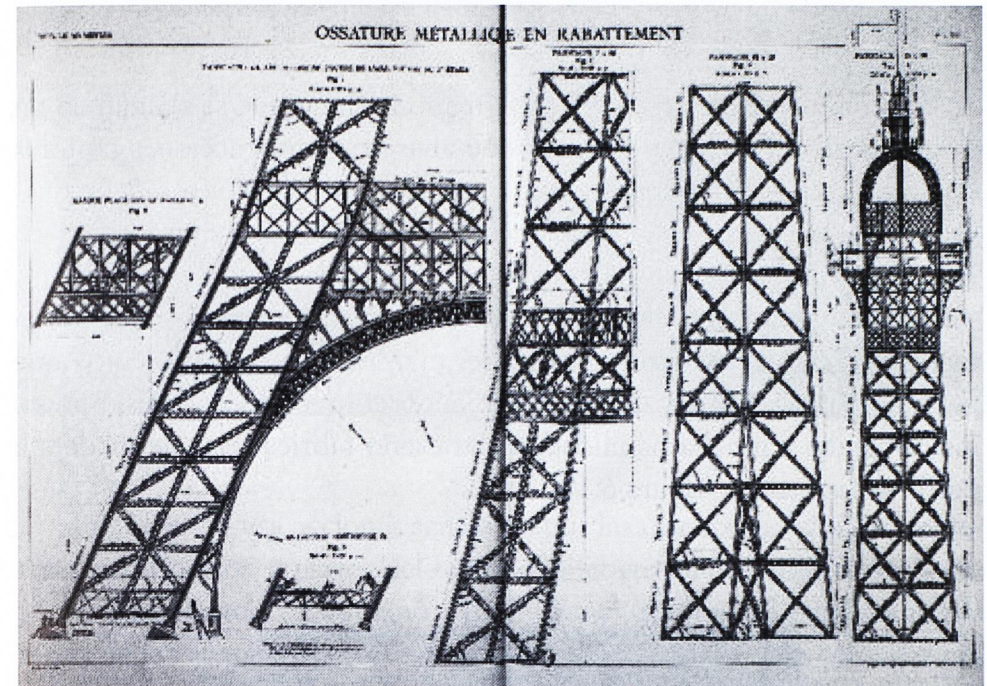


FIGURA 6.18.

Hace tiempo que los especialistas se han dado cuenta de que no tiene sentido considerar la función de los músculos aisladamente, sin relación con la cadena a la que pertenecen. Esto significa, por ejemplo, que si estamos diseñando una herramienta manual, hemos de saber que la parte del usuario que opera con la herramienta no es sólo la mano. Que si diseñamos un zapato, no sólo nos ha de interesar el pie.

6.2. LA MANO

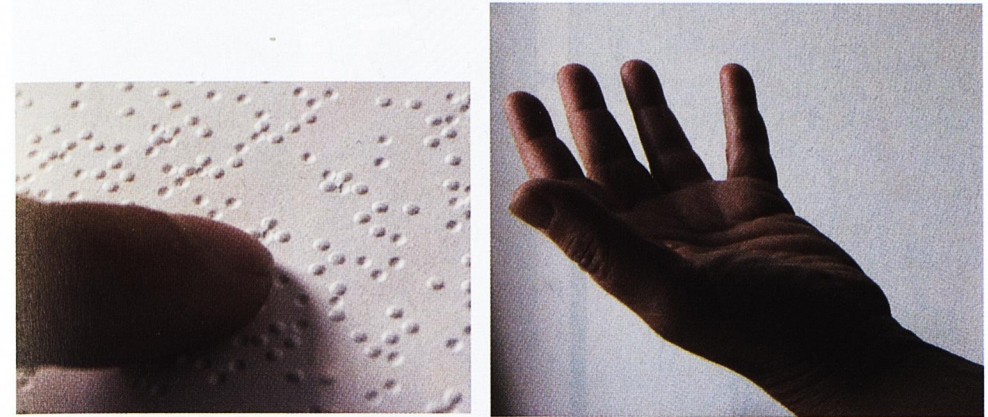
La mano forma parte de las extremidades superiores y es una prolongación del antebrazo. La articulación de la muñeca mediante la que se une a esa parte, y la forma que toma gracias a los 5 dedos, hacen de esta estructura una herramienta muy útil e interesante.

Funciones

La complejidad estructural de la mano permite que se reúnan en un mismo órgano funciones dispares que abarcan, desde acciones motoras que requieren de una gran fuerza, a aquellas que requieren mucha delicadeza, y así la misma mano que puede agarrar firmemente un pico, es capaz de ensartar suavemente un hilo en una aguja de coser. Las dos manos, trabajando conjuntamente, permiten transformar la materia “natural” en material conveniente para el hombre, manipulando instrumentos que también han sido fabricados por la mano del hombre, y así, con pocos instrumentos y mucha habilidad, un artesano fabrica tejas de madera a partir de un tronco (figura 6.19).



FIGURA 6.19.



FIGURAS 6.20 y 6.21.

También ejecuta acciones sensitivas por las que somos capaces de obtener información a través del tacto; el alfabeto Braille (figura 6.20) explota esta potencia de la mano para informar del medio. Para dotar a la mano de la capacidad de acción e información, es necesario conjugar numerosas estructuras, tejidos y sistemas en compleja formación.

Biomecánica de la mano

Si observamos una mano relajada, vemos que su forma es arqueada. Efectivamente, la forma, viene determinada por los arcos, transversos y longitudinales, que forman los huesos de la muñeca y de la mano al combinar sus acciones mecánicas; esta combinación de arcos contribuye a la gran variedad de movimientos manuales que somos capaces de realizar.

En la figura 6.22 pueden observarse los huesos que conforman la mano: 8 huesos cuboidales a nivel de la muñeca o carpo, 5 huesos largos a nivel palmar o metacarpo, 9 huesos largos o falanges, que forman los dedos y 5 falangetas a nivel de las yemas de los dedos. De este conjunto de huesos, dos cuboideos del carpo (trapezoide y grande) y dos huesos largos del metacarpo (2.º y 3.º metacarpiano) forman la unidad inmóvil de la mano. El primer metacarpiano, que forma parte del pulgar, está dotado de gran variedad de movimientos palmares, el más importante: la pinza.

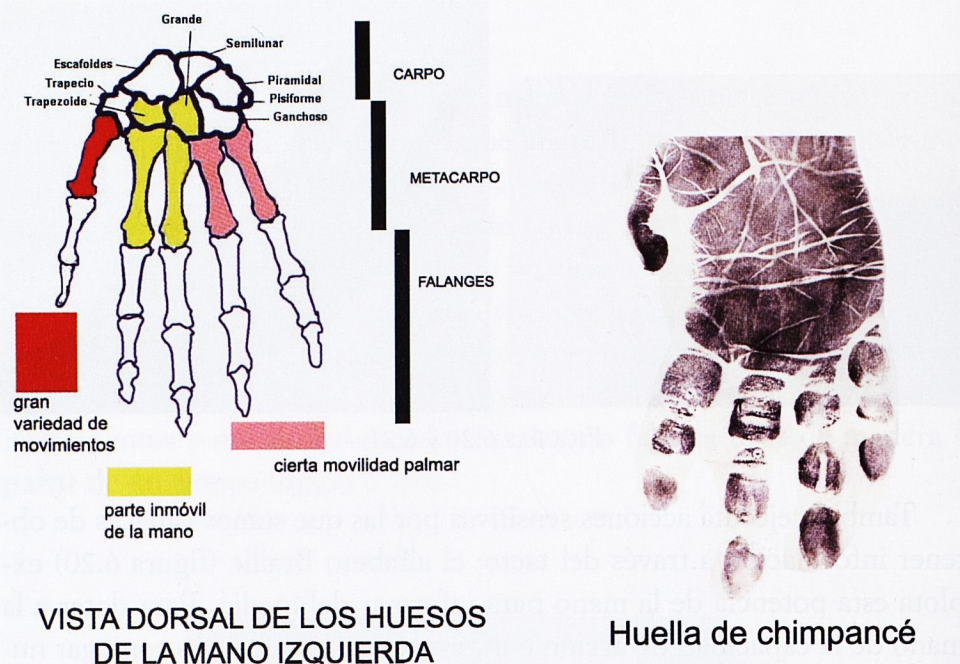


FIGURA 6.22.



FIGURA 6.23.

El eje de las cachas de una pistola y el eje del cañón forman un ángulo que tiene en cuenta el movimiento prensil de la mano humana; para un chimpancé, el mango y el cañón de la *luger* formarían un ángulo recto (figura 6.24).



FIGURA 6.24.

El 4.º y 5.º metacarpianos, gracias a la estructura de arco transversal de la que forman parte, a la musculatura y su posición en el conjunto de la mano, poseen cierta movilidad palmar, esencial para asir objetos.

Una característica exclusiva y distintiva de la raza humana la constituye la variedad de tipos de pinza u oposición del pulgar que somos capaces de realizar, ya que, aunque otros primates no tan evolucionados son capaces de oponer su pulgar al índice, ninguno de ellos puede realizar una oposición tan sofisticada como la humana que cuenta con un pulgar más largo y con un mayor rango de movimiento.

Pese a la similitud de las posturas, las diferencias existentes entre la biomecánica de la mano humana y la del chimpancé (figura 6.23) dan ventaja al primero en habilidad de manipulación. El agarre circular humano tiene un ángulo en relación con el eje del antebrazo que es bueno tener en cuenta al proyectar instrumentos “manuales”, como pueda ser un cuchillo de cocina. Ese mismo ángulo, en el caso de un chimpancé es sensiblemente recto.

La musculatura del sistema mano-muñeca tiene dos funciones: por un lado otorgar estabilidad y mantener la forma de la estructura y, por el otro, realizar los movimientos que permite esta estructura. En general, la musculatura intrínseca, ubicada dentro de la propia mano, se encarga de la primera función (estabilidad) y la extrínseca situada a nivel de antebrazo y húmero de la segunda (movimientos) ejerciendo su función motora gracias a los tendones que hacen de transmisores de la fuerza de los músculos.

La pluralidad de gestos que es capaz de hacer la mano se logra gracias a la colaboración de los músculos del antebrazo y los de la propia mano. La extensión de la muñeca se realiza gracias a los músculos del antebrazo, la aducción del meñique, gracias a un músculo de la mano; si cerramos el puño con fuerza, estamos haciendo intervenir músculos del antebrazo y de la mano.

La mano está inervada por tres nervios periféricos (radial, cubital y mediano) que ejercen funciones motoras —haciendo posible el movimiento— o sensitivas —haciendo del miembro la principal fuente táctil de información—. Las yemas de los dedos están dotadas de una gran sensibilidad, especialmente las del índice y el corazón. La piel palmar, más gruesa permite soportar los esfuerzos de carga que somos capaces de realizar. La piel dorsal, más fina y elástica, permite la variedad de movimientos articulares.

El sistema de ligamentos de la mano y muñeca estabiliza la estructura de la mano, limitando el movimiento de las articulaciones y aproximando las superficies articulares.

Función prensil

La función prensil de la mano es la que permite agarrar un objeto y también sostenerlo. Para simplificar la gran variedad de movimientos de prensión, Napier (1956) identificó dos patrones básicos: el agarre de fuerza y el agarre de precisión.

El agarre de fuerza se caracteriza por implicar en la acción de tomar, la palma de la mano y los dedos, lo que le confiere fuerza y le resta precisión.

Ejemplos de toma de fuerza son:

- Agarre simple, en el que la mano se adapta a la forma del objeto (figura 6.25).



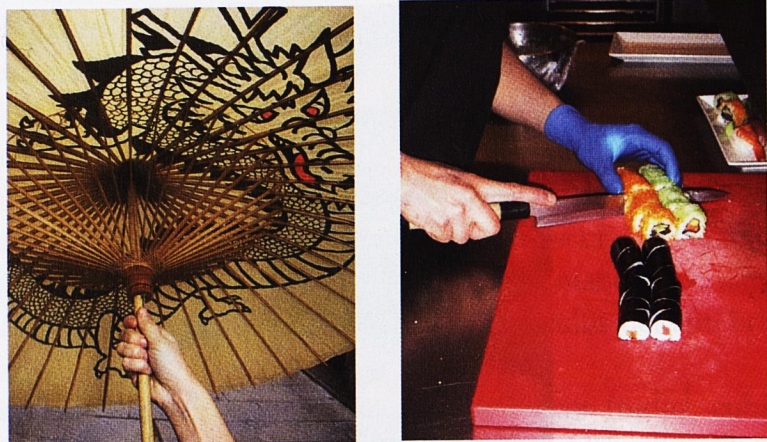
FIGURA 6.25.

- Agarre circular, en el que la mano rodea al objeto y se cierra a su alrededor con ayuda de los dedos, igual que al manejar un martillo (figura 6.26).



FIGURA 6.26.

- Agarre transversal, que aporta precisión a esta prensión de fuerza al colocar el pulgar alineado con el eje longitudinal del objeto, de modo que puede controlarse la dirección en la que se aplica la fuerza (figuras 6.27 y 6.28).



FIGURAS 6.27 y 6.28.

- Agarre de precisión se manipulan objetos de menor tamaño con la ayuda de los dedos y el pulgar (figura 6.29). El pulgar se opone a la palma de la mano en un rango amplio de movimientos que le otorgan diferentes capacidades a la hora de manejar estos pequeños objetos.

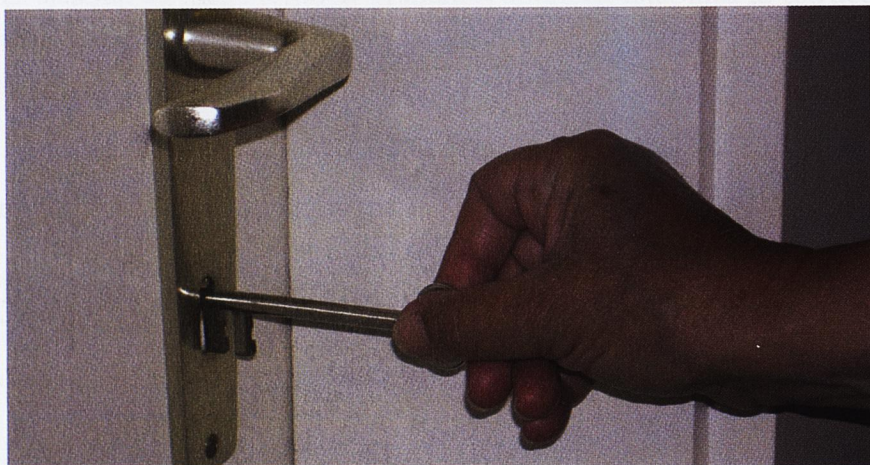


FIGURA 6.29.

El agarre o toma de precisión, se caracteriza por el uso de los dedos, principalmente del índice y corazón que forman una pinza con el pulgar cuando se realiza una oposición palmar. Existen diferentes tipos de pinza para los que se utilizan las diferentes caras de las falanges; en las figuras 6.30 y 6.31 se reproducen dos ejemplos de estos otros tipos de pinza.



FIGURAS 6.30 y 6.31.

En la imagen del autorretrato de Edward Steichen, de 1903, es evidente la intención de representar como un solo instrumento el conjunto formado por la derecha y el pincel (figura 6.32). El violín (figura 6.33) requiere posicionar las manos en formas comparables a los inverosímiles gestos esculpidos por Rodin en sus estudios de las expresiones más patéticas de la mano humana, que no parecen del mismo mundo cultural que la regordeta mano de Botero (figuras 6.34 y 6.35).

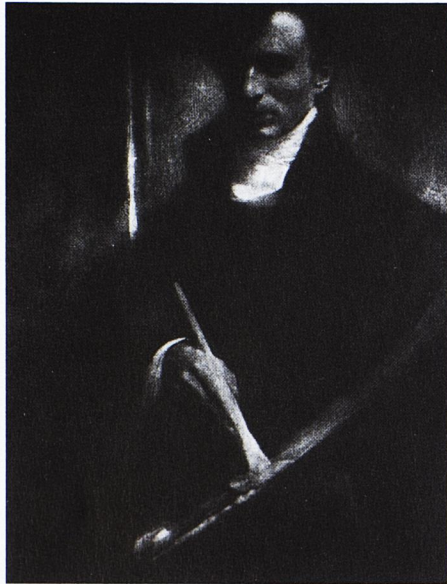


FIGURA 6.32.
El pintor Edward Steichen.

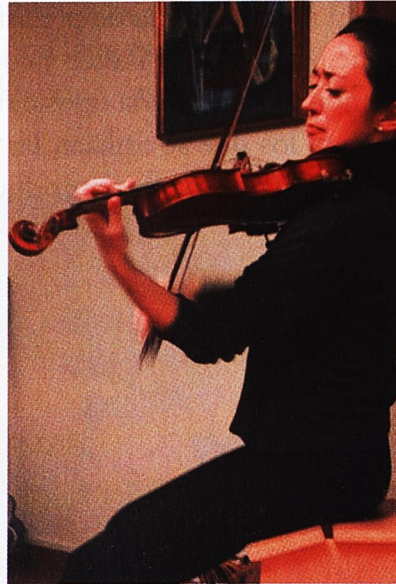


FIGURA 6.33.
La violinista Ana Isabel Galán.



FIGURAS 6.34 y 6.35.

La mano en el arte

La mano protagoniza obras de arte de la pintura, la fotografía, la escultura. Como instrumento de expresión, el gesto es anterior a la palabra y todavía hoy, es un complemento de la palabra, un carácter que adjetiva el contenido semántico del verbo, como en el caso del característico gesto italiano que habla por sí mismo (figura 6.36).



FIGURA 6.36.

Es también un vehículo de sustancia mágica desde la más remota antigüedad: las pinturas rupestres de manos paleolíticas —quizás el primer cuadro de factura humana— (figura 6.37) la imposición de manos, la bendición, la plegaria... todo ello se hace con las manos: hasta Dios aparece en forma de mano en la Anunciación de Filippo Lippi (1450-1475), y Terraneo Garzanti la representa como elemento generador de vida en su poco conocida “Manárbol”.

En la foto de Achille Bonnuit, de 1860, las cuatro manos que aparecen constituyen el texto de lo que pretende narrar la imagen (figura 6.40). En el caballero de la mano en el pecho, la mano es medio retrato (figura 6.41).

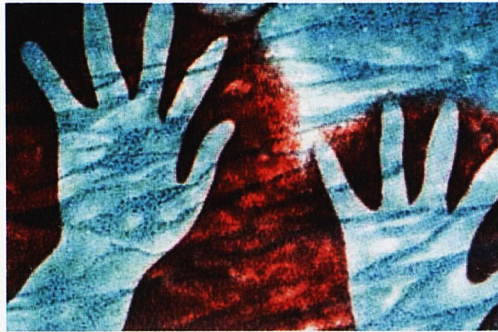


FIGURA 6.37.
Pintura rupestre, Cueva El Castillo,
Puente Viesgo, Cantabria.



FIGURA 6.38.
Manárbol, por Terraneo Garzanti,
1990 (Italia).



FIGURA 6.39.
Anunciación, de Filippo Lippi (1450-1475).



FIGURA 6.40.
La mendiga, fotografía de Achile Bonnuvit (1860).



FIGURA 6.41.
La mano más famosa del arte español.

Y en la escena de corte real maya proveniente del desarrollo de una vasija, la mano del cacique, de largas uñas que manifiestan la ociosidad de su dueño, nos habla de su poder y de su capacidad de poner orden en los asuntos : ella es el centro del discurso que representa esta imagen de entre 600 a 900 de nuestra era. La mano del poder no es una mano fuerte (figura 6.42).



FIGURA 6.42.

6.3. EL REFUERZO DORSAL VERTEBRADO³

La extraordinaria complejidad de la espina dorsal merece una atención especial; entender su funcionamiento puede ayudarnos a evaluar con fundamento los respaldos de los muebles de asiento, como se verá al final de este capítulo.

Si tratáramos de inspirarnos en la espina dorsal para construir un pilar metálico, deberíamos copiar la forma sinusoidal del raquis. Renunciando a la movilidad de éste, “soldaríamos” todas las vértebras transformando el conjunto de cuerpos vertebrales en una platabanda que tendría muy poca resistencia en uno de sus planos de flexión. Para aumentar esta resistencia

³ Escrito en colaboración con Fabienne Kern.

insuficiente, podríamos disponer cables a tracción unidos a la platabanda mediante estribos. Los extremos de nuestro particular diseño podrían acabarse en un semi-empotramiento por la parte inferior y en un apoyo simple por el otro extremo, que debería recibir la carga de lo que equivaldría a la cabeza en el ser humano (figura 6.43). Este ejercicio de mecánica recreativa puede servirnos para evaluar la elegancia de la biomecánica del raquis que, además de sostener tronco, cabeza y extremidades superiores, vehicula el tejido nervioso, protegiéndolo con firmeza.

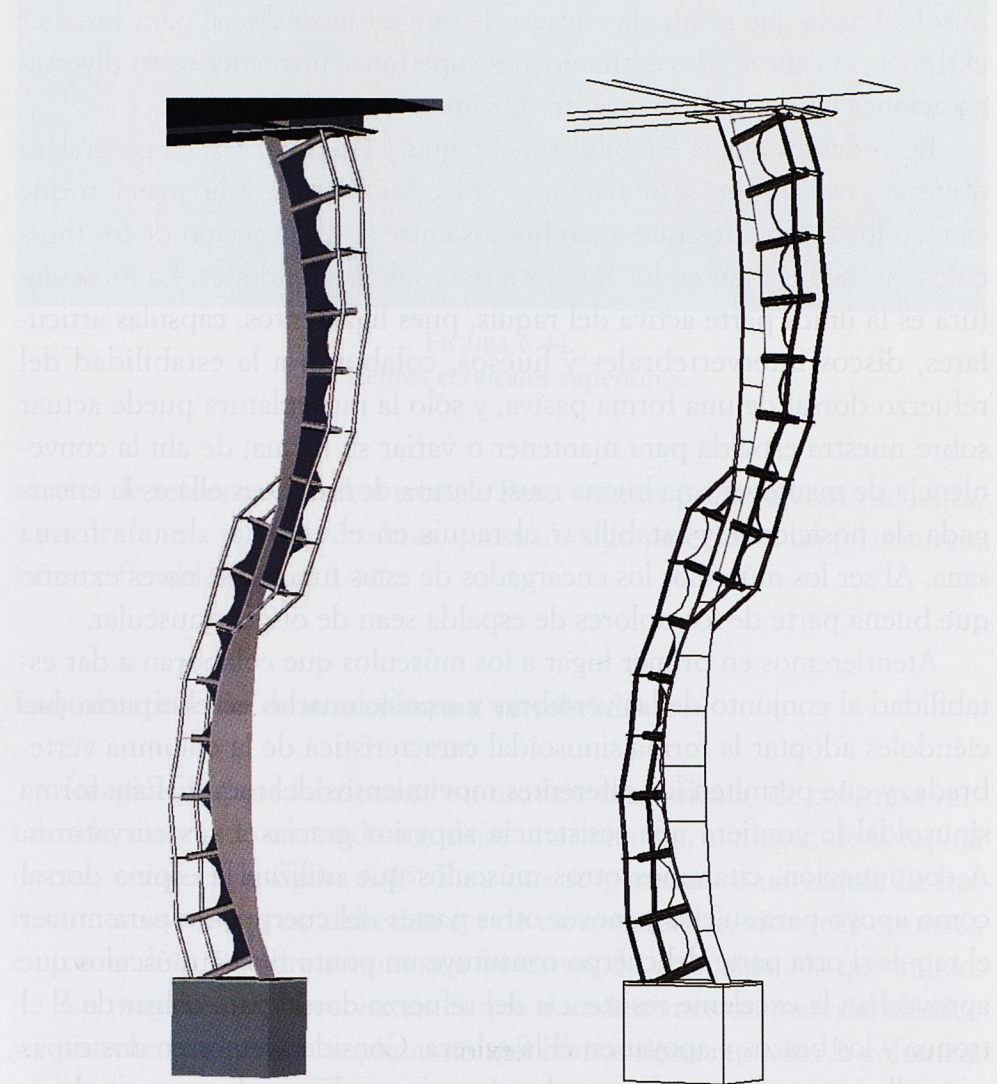


FIGURA 6.43.

El raquis como soporte

La importancia del raquis en la biomecánica del cuerpo humano puede considerarse desde muchos ángulos; desde el punto de vista de la prevención, de la filogénesis, de la ergonomía... Vamos aquí, simplemente, a pasar revista a buena parte de la musculatura que solicita las vértebras para lograr su variada orientación en el espacio, lo que permite a la espina dorsal adoptar eficazmente la forma que llamamos natural, forma sinusoidal de la que resulta la eficacia de este refuerzo dorsal para sostener el tronco, la cabeza y las extremidades superiores; mantenerlos en diversas posiciones y permitir, además, su movimiento.

Recordemos que la estabilidad del raquis y del esqueleto en general, se obtiene gracias a las articulaciones entre los huesos, a la sujeción que ejercen los ligamentos que unen huesos entre sí y a la acción de los músculos que se insertan en los huesos a través de los tendones. La musculatura es la única parte activa del raquis, pues ligamentos, cápsulas articulares, discos intervertebrales y huesos, colaboran a la estabilidad del refuerzo dorsal de una forma pasiva, y sólo la musculatura puede actuar sobre nuestra espalda para mantener o variar su forma; de ahí la conveniencia de mantener una buena musculatura dorsal, pues ella es la encargada de posicionar y estabilizar el raquis en el espacio, de una forma sana. Al ser los músculos los encargados de estas funciones, no es extraño que buena parte de los dolores de espalda sean de origen muscular.

Atenderemos en primer lugar a los músculos que colaboran a dar estabilidad al conjunto de las vértebras y a posicionarlas en el espacio, haciéndoles adoptar la forma sinusoidal característica de la columna vertebrada, y que permiten los diferentes movimientos del raquis. Esta forma sinusoidal le confiere una resistencia superior gracias a sus curvaturas. A continuación, citaremos otros músculos que utilizan la espina dorsal como apoyo para sujetar y mover otras partes del cuerpo —o para mover el raquis si otra parte del cuerpo constituye un punto fijo—, músculos que aprovechan la excelente resistencia del refuerzo dorsal para colgar de él el tronco y los brazos y apoyar en él la cabeza. Consideraremos en dos capas a aquellos músculos que hacen, de un conjunto de vértebras, una columna vertebrada, un elemento resistente que, una vez alcanzada su solidez,

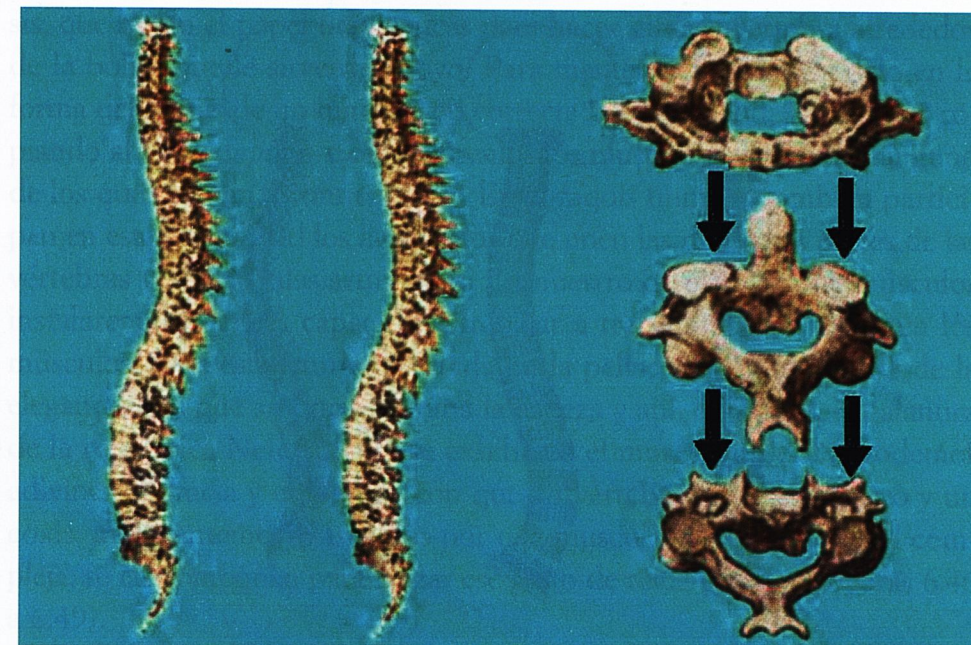


FIGURA 6.44.
Vértebras cervicales superiores.

servirá de refuerzo dorsal al tronco. Pero veamos primero cómo se logra, a partir de una pila de vértebras, construir algo parecido a un pilar curvo, firme y flexible (figura 6.44).

Esquematización de una columna vertebrada

Imaginemos que fabricamos un modelo simplificado de columna vertebrada, elaborado cortando a rodajas una columna, a imagen de la espina dorsal, como en la figura 6.45. Para que se pareciera a un raquis de humano, estas rodajas no deberían ser de caras paralelas, sino más o menos en forma de cuña, para adaptarse a las curvas de la espalda a la que imitan.

Lo primero que observamos es que necesitaremos un material elástico y resistente para pegar las piezas en que hemos descompuesto la columna, y para llenar los espacios entre rodajas —que son irregulares entre las vértebras—. Utilizaremos para ello unos anillos de material elástico y re-

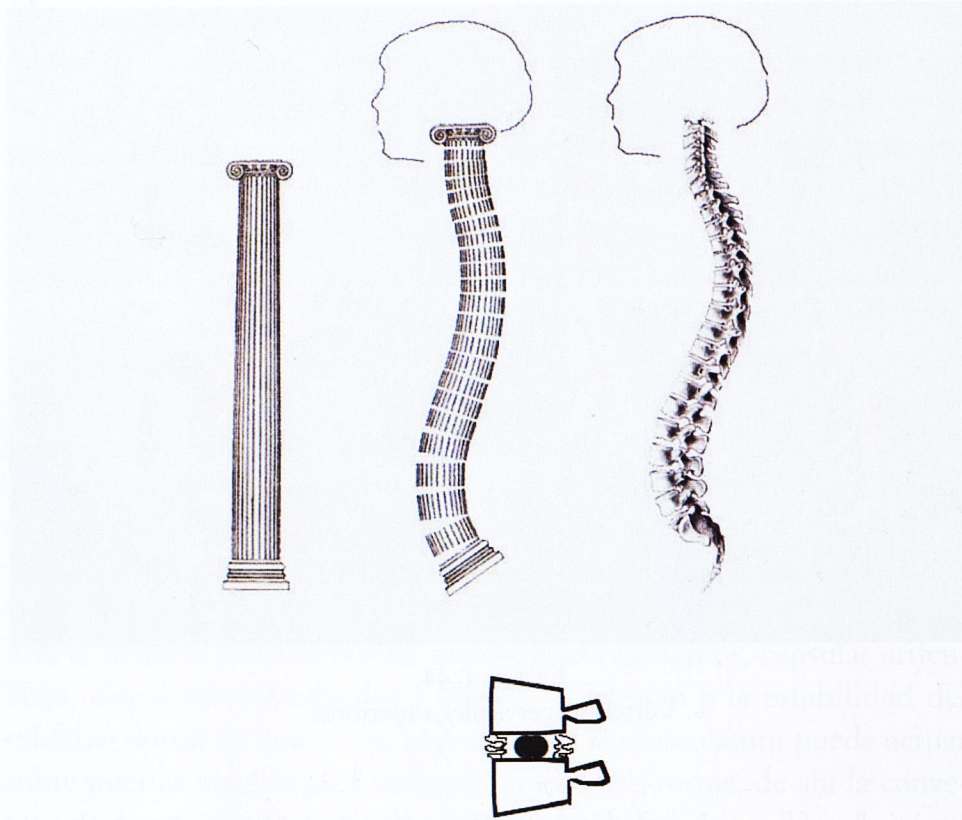
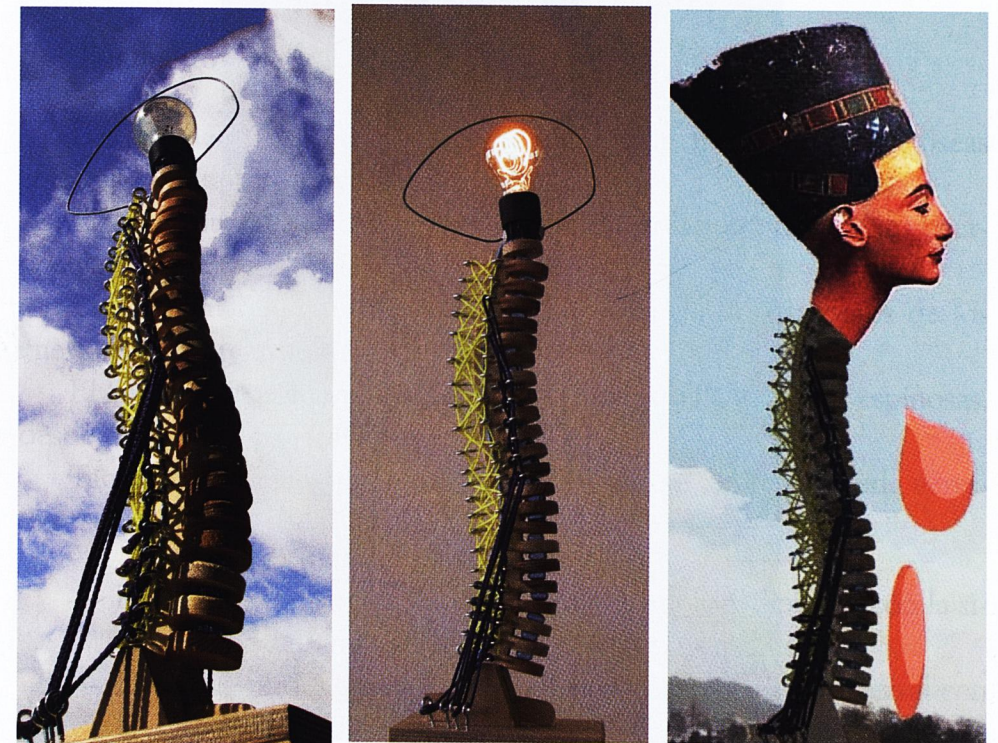


FIGURA 6.45.

sistente que tengan los bordes superior e inferior muy adherentes. Estas piezas anulares engancharán cada rodaja con las inmediatas superior e inferior, pero para que estas rodajas se inclinen, una con respecto a otra, haremos bien en introducir en el interior del anillo elástico una bolita, también flexible, suficientemente resistente para aguantar la presión entre las rodajas. Apoyándose en esta bolita, las dos vértebras adyacentes podrán girar (figura 6.45, abajo).

Elaborado este montón de rebanadas de columna, apoyadas unas a otras a través de bolitas fuertes y flexibles, y enganchadas entre sí por anillos de material elástico, veremos que necesitamos aguantar el conjunto formado por estas rebanadas, si deseamos que mantengan la forma de una espina dorsal como ha de ser. Si copiamos al raquis de verdad, podemos hacer que cada rebanada tenga unos apéndices, a modo de apófi-

sis, que hagan el papel de palancas para hacer girar la vértebra alrededor de la bolita que le sirve de apoyo. Para mantener nuestro modelo en la forma del raquis de un humano en correcta bipedestación, seguiremos copiando al *homo sapiens* y construiremos los músculos sin olvidar ninguno de los que se citan a continuación. En el raquis humano también participan en esta estabilidad los ligamentos que unen las diferentes partes de las vértebras y las cápsulas articulares. En nuestro caso, en vez de músculos instalaremos cuerdas capaces de trabajar a tracción, como lo hacen los músculos. Esta estructura, insertada en la pelvis, será responsable de la elegancia con que su dueño exhiba la cabeza y ahí, debajo de la galanura de la romántica Nefertiti que se exhibe en el museo de Berlín, podemos adivinar la gracia y el ingenio con que 24 vértebras óseas, un sacro y un coxis, inteligentemente asistidos por una musculatura paravertebral compleja, se las componen para lanzar ese gesto de reina del Nilo (figuras 6.46 a 6.49).



FIGURAS 6.46, 6.47 y 6.48.

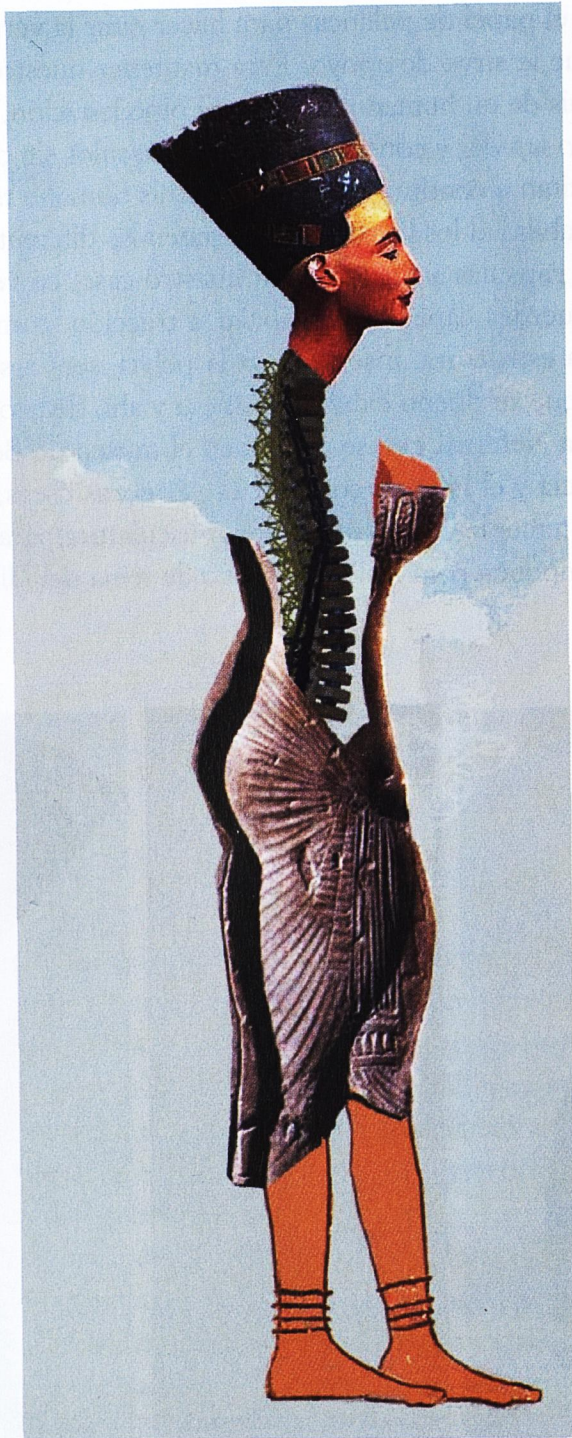


FIGURA 6.49.

Las cápsulas articulares

Las vértebras están unidas entre ellas por articulaciones de dos tipos: los ya citados discos intervertebrales y, además, un par de articulaciones —simétricas entre sí— que unen los arcos vertebrales de dos vértebras consecutivas. El arco vertebral es la parte de la vértebra situada detrás del cuerpo vertebral, y comprende una apófisis espinosa —orientada hacia atrás— y dos apófisis transversas —orientadas una a cada lado—. En la unión de las apófisis con el cuerpo vertebral se encuentran unos pequeños apéndices o procesos articulares superiores e inferiores, con orientación craneal o cauda, respectivamente (ver figura 6.43, a la derecha). Cada proceso articular superior de una vértebra se articula, a través de cartilago, con el proceso articular inferior de la vértebra inmediata de encima. Esta articulación está envuelta por la cápsula articular, que es una envoltura resistente que protege, refuerza y delimita la articulación entre dos vértebras, interviniendo así en la cohesión intervertebral.

Los ligamentos

Los ligamentos son elementos que unen firmemente las partes óseas entre sí y limitan su movilidad.

El ligamento longitudinal anterior une las caras anteriores de los cuerpos vertebrales, desde el occipital al sacro.

El ligamento longitudinal posterior une las caras posteriores de los cuerpos vertebrales, desde el occipital al coxis.

El ligamento supraespinoso une los extremos de las apófisis espinosas, desde la séptima cervical al sacro.

También existen ligamentos más cortos que se repiten en cada vértebra, como son:

- los ligamentos interespinosos, unen una apófisis espinosa con la siguiente; se sitúan bajo los ligamentos supraespinosos;
- los ligamentos intertransversales, unen una apófisis transversal con la siguiente;
- los ligamentos amarillos, que unen un arco vertebral al siguiente.

Estos ligamentos refuerzan la función de las cápsulas articulares.

El anclaje de la espina dorsal en la pelvis y la sujeción de la cabeza también están asistidos por ligamentos que refuerzan la cohesión de las vértebras.

Músculos que mantienen activamente la cohesión de las vértebras

De los músculos que solicitan la espina dorsal pueden considerarse cuatro capas o niveles diferentes; vamos a citarlos empezando por la más profunda y pasando a las más superficiales. Las dos primeras —que posicionan las vértebras en el espacio de forma conveniente para su función portante, y, además, colaboran en su movimiento, se esquematizan a continuación.

Forman la primera capa:

- *Rotatores*. Los que unen una apófisis transversa con dos o tres apófisis espinosas superiores adyacentes. Son músculos cortos. (Imagen a la izquierda de la figura 6.50, y parte superior de la figura 6.51).
- *Intertransversos e interespinosos*. Los que van de las apófisis transversas y espinosas de una vértebra a las correspondientes de una vértebra adyacente. Son músculos cortos. (Imagen segunda a la izquierda de la figura 6.50, y parte central y superior derecha de la figura 6.51).
- *Multifidos*. Los que van de la apófisis espinosa a la apófisis transversa de dos o tres vértebras inferiores próximas. Son músculos cortos. (Imagen tercera a la izquierda de la figura 6.50, y parte superior de la figura 6.51).
- *Semiespinosos*. Los que unen varias apófisis transversas con varias espinosas, llegando hasta el hueso occipital. Son músculos largos. (Imagen segunda por la derecha, de la figura 6.50).

Como se ve en el esquema, estos cuatro grupos de músculos colaboran a dar forma al raquis —a su correcta estabilidad—, pero también participan en su movimiento; los músculos de la segunda capa acentúan estas funciones.

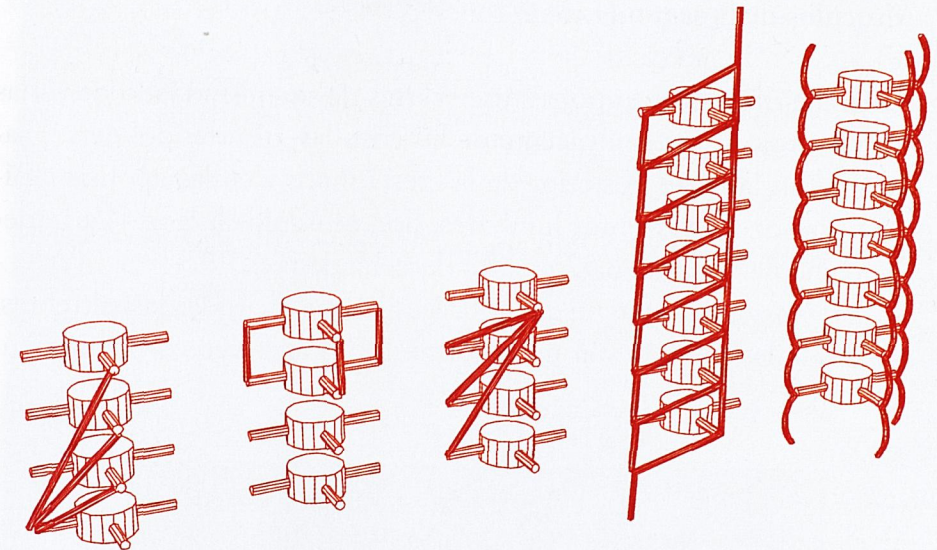


FIGURA 6.50.

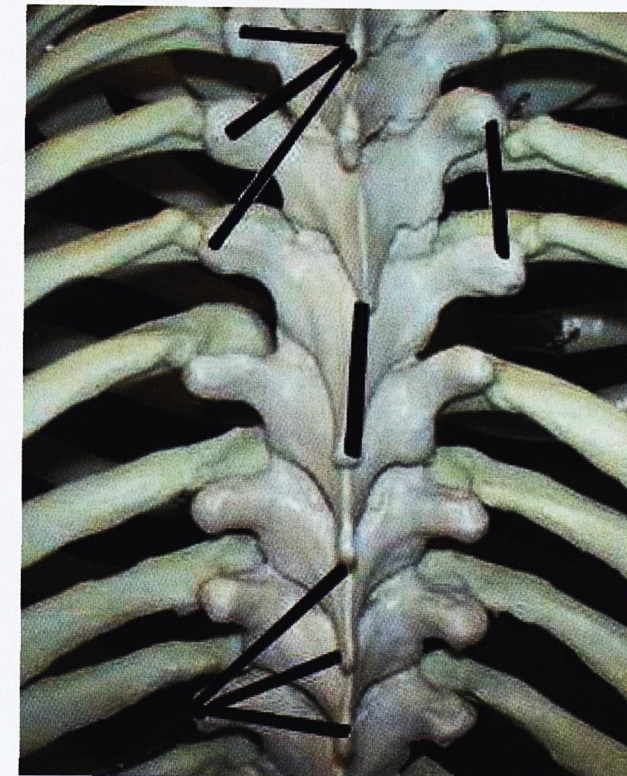


FIGURA 6.51.

Músculos de la segunda capa:

- *Longuissimus*. Une apófisis transversas de un mismo lado de varias vértebras y parte adyacente de las costillas, insertándose en el sacro, en la parte posterior de la cresta ilíaca y en las apófisis espinosas de las vértebras lumbares. Son músculos largos. (Parte derecha de la figura 6.52 y parte derecha de la 6.50).
- *Espinosos*. Los que unen apófisis espinosas de todas las vértebras, desde las lumbares al hueso occipital. (Parte derecha de la figura 6.50).

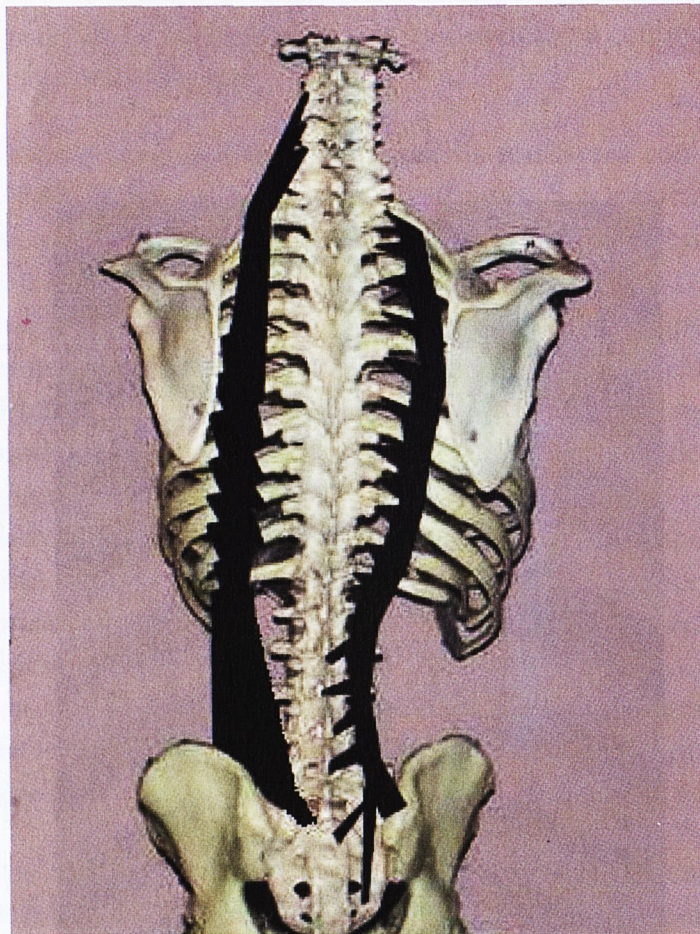


FIGURA 6.52.
Iliocostal y longuissimus.

El iliocostal: un músculo que solicita el raquis desde las costillas

Los músculos hasta aquí citados ejercen su fuerza sobre las apófisis o la parte adyacente de las costillas, haciendo palanca sobre los cuerpos vertebrales, con un brazo de palanca relativamente corto, pero existe también un músculo que liga las costillas y la cresta ilíaca; este músculo, el iliocostal, al estar más distante de los cuerpos vertebrales que los anteriores, ejerce una mayor acción de palanca sobre los cuerpos vertebrales, con un brazo de palanca que depende de su distancia a dichos cuerpos vertebrales (figura 6.52, a la izquierda). Por otra parte, no debemos olvidar que la acción de palanca de este músculo sobre los cuerpos vertebrales, se ejerce a través de las costillas y que éstas no son solidarias de los cuerpos vertebrales, sino que están unidas a ellos a través de dos articulaciones: una con el cuerpo vertebral y otra con la apófisis transversa (ver figura 6.53).

Con razón los especialistas incluyen a este músculo entre “erectores del raquis”, pero también es importante el papel que estos músculos juegan en la extensión, flexión, torsión e inclinación del tronco.

La flexión del tronco es un movimiento de éste hacia adelante—como en la reverencia—; la extensión, hacia atrás; la torsión, un giro en el plano horizontal, y la inclinación es una flexión lateral.

La espina dorsal como base de anclaje

Hasta aquí hemos visto esquemáticamente cómo se organizan las vértebras para constituir un refuerzo dorsal que se hinca en los huesos de la cadera.

Este elemento resistente vertebrado constituye un apoyo para otros músculos que realizan otras funciones diferentes del mero sostén de la espina dorsal; estos músculos utilizan el refuerzo dorsal vertebrado como apoyo para lograr el movimiento de otras partes del cuerpo que se anclan—a través de estos músculos— a ese refuerzo dorsal. Son los músculos de las dos capas restantes:

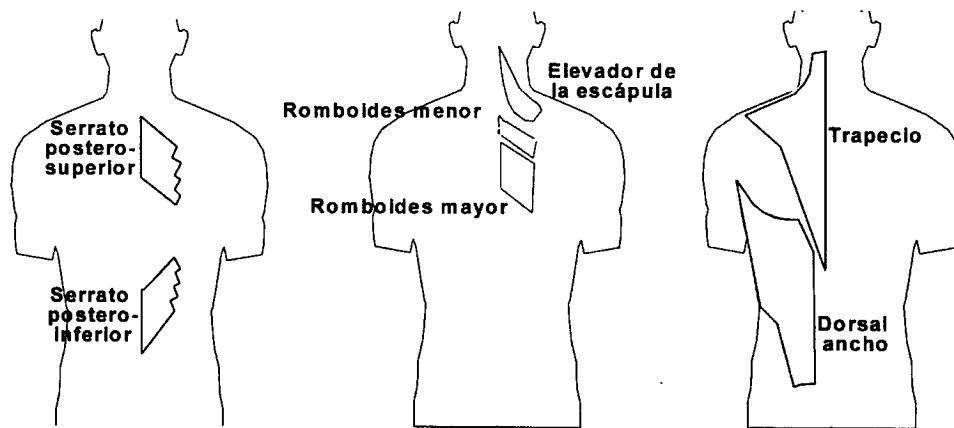
- Tercera capa: el serrato posterior superior y el posterior inferior (Figura 6.53), que unen el raquis dorsal a las costillas y sirven como accesorios a la inspiración y a la expiración.
- Cuarta capa: el romboides menor y el mayor, el elevador de la escápula, el trapecio y el dorsal ancho.

El romboides menor y el mayor, y el elevador de la escápula, ligan el raquis a la escápula (figura 6.54) y colaboran en el movimiento de la escápula y del raquis cervical.

El trapecio —que se inserta en el raquis y en la escápula— colabora en el movimiento de la escápula y en la extensión del raquis. (Figura 6.55).

El dorsal ancho colabora en el movimiento del brazo, en la elevación de las caderas y en la extensión del raquis, pues une estas partes del cuerpo. (Figura 6.55).

Los músculos de estas dos últimas capas solicitan el raquis colgando de él, y transmitiéndole fuerzas con una importante componente horizontal. El soporte dorsal vertebrado que forman las vértebras y las dos primeras capas tiene, además una función propia de las columnas, si atendemos a su utilidad para mantener la cabeza, acción que es propia de una columna de verdad: sostener cargas verticales sobre ella.



FIGURAS 6.53, 6.54 y 6.55.
11 (serrato), 12 (romboides y elevador de la escápula),
13 (trapecio y dorsal ancho).

Los músculos hasta aquí presentados no agotan todo lo que cuelga de la columna y, por ejemplo, también las dos primeras costillas cuelgan de las apófisis transversas de las vértebras cervicales a través del músculo escaleno.

El raquis como columna que aguanta la cabeza

Como sostén de la cabeza, el raquis se comporta como una columna que, además, colabora a hacer girar al objeto que soporta.

Para el mantenimiento y movimiento de la cabeza se encuentran —en la parte posterior— músculos que van del hueso occipital a las apófisis espinosas de las dos primeras vértebras cervicales: son el recto posterior menor y el recto posterior mayor (figura 6.56, a la izquierda).

Otros van de la apófisis transversa de la primera vértebra cervical hacia el hueso occipital y hacia la apófisis espinosa de la segunda vértebra cervical: son los oblicuos superior e inferior de la cabeza mayor (figura 6.56, a la izquierda).

Con el mismo fin de mantener y mover la cabeza se encuentran dos músculos: el recto anterior (figura 6.56 izquierda) y el lateral de la cabeza (figura 6.56 derecha), músculos que unen el occipital con la apófisis transversa de la primera vértebra cervical.

Las cervicales están unidas entre sí por un músculo que se inserta en el hueso occipital, en la parte anterior del cuerpo vertebral de estas vértebras y en las apófisis transversas de las vértebras cervicales. Este es el

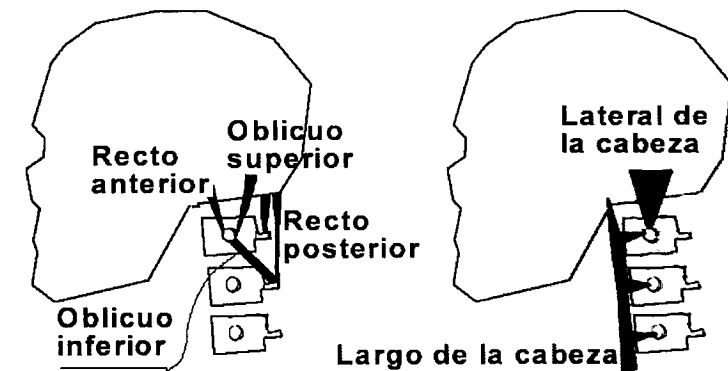


FIGURA 6.56.

único músculo que solicita a los cuerpos vertebrales por su cara anterior: el largo de la cabeza y del cuello (figura 6.56 a la derecha).

La función de este músculo es la de colaborar a la flexión anterior de la cabeza, pero también puede contribuir a un aumento de capacidad portante del cuello para apear cargas soportadas por la cabeza, contrayéndose a la vez que los otros músculos que solicitan las cervicales y aumentando la rigidez de esta zona de la espina dorsal.

Sobre los músculos citados se encuentra el esplenius de la cabeza y el esplenius del cuello. El esplenius de la cabeza une la base de la nuca con las apófisis espinosas, de la segunda vértebra cervical a la tercera dorsal (figura 6.57 a la izquierda). El esplenius del cuello contornea al de la cabeza, uniendo las apófisis espinosas de la tercera vértebra dorsal a la sexta, con las apófisis transversas de la primera a la tercera vértebra cervical (figura 6.57 a la derecha).

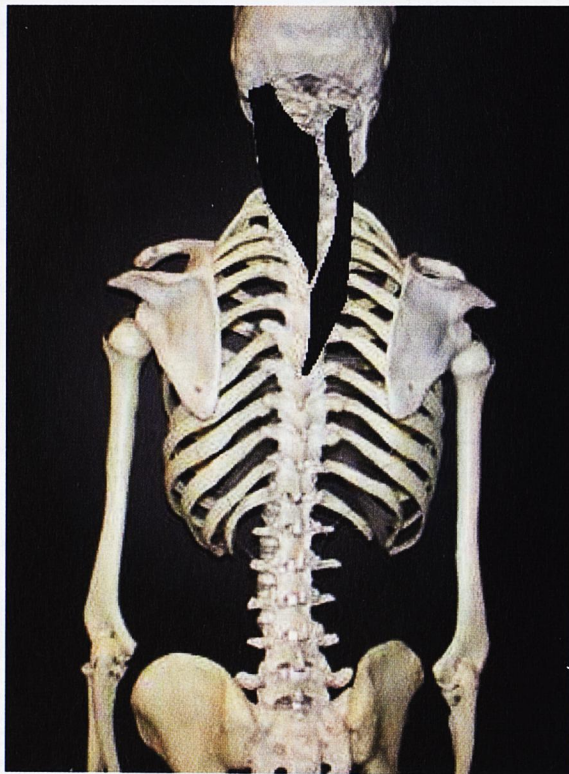


FIGURA 6.57.
Splenius de la cabeza y del cuello.

El raquis: mucho más que una columna

El nombre de “refuerzo dorsal vertebrado y soporte de la cabeza”, aunque un poco largo, es más exacto que el de “columna vertebral” para referirse a este elemento tan complejo y con tantas funciones biomecánicas en el cuerpo humano.

Como refuerzo dorsal, el raquis transmite —de arriba a abajo— las cargas que representan los pesos de todos los elementos que se le apoyan o que cuelgan de él (figura 6.58).

En postura sedente, con el asiento de respaldo inclinado, gracias al rozamiento entre la espalda del usuario y el respaldo de la silla, parte del peso del tronco se descarga en el respaldo de la silla. Esta descarga requeriría que la forma del respaldo casara de tal manera con la espalda del

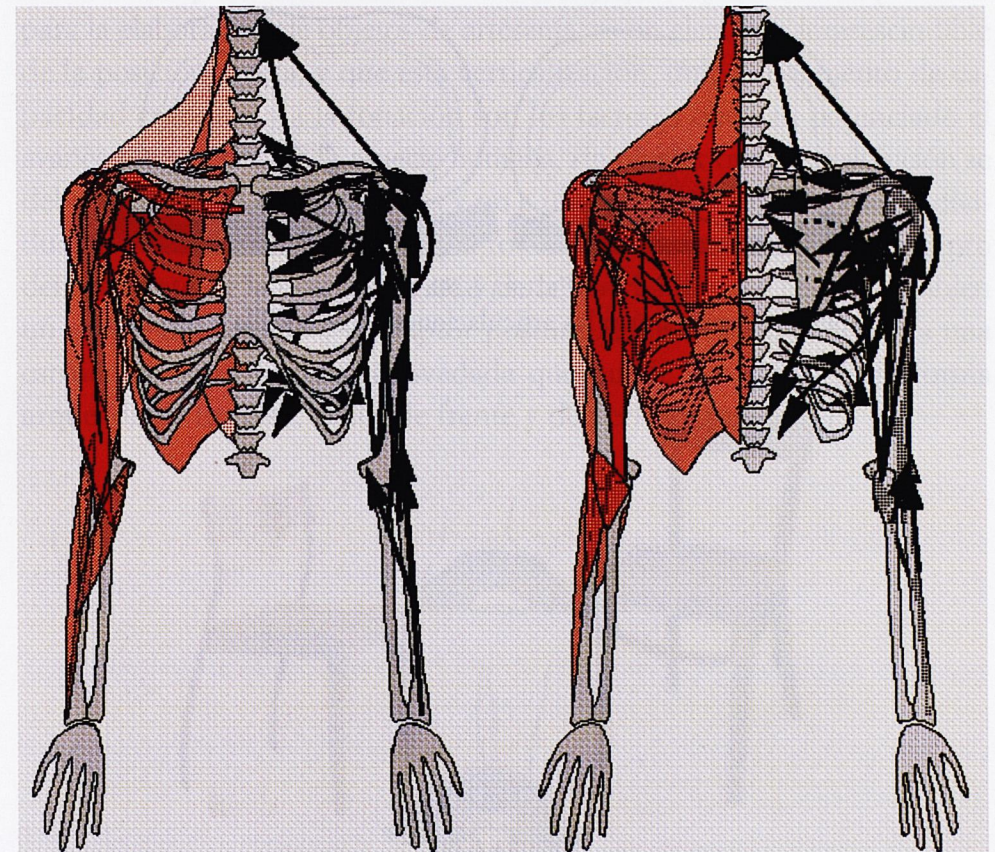


FIGURA 6.58.

usuario, que el refuerzo dorsal vertebrado —que es el elemento de la espalda que vehicula más carga— fuera claramente solicitado por el respaldo, como en la figura 6.59 a la derecha.

Como es sabido, la forma típica de los respaldos de las sillas es la de la figura 6.60 a la izquierda, que solicita las costillas y no al raquis. Esta forma desafortunada tiene como consecuencia que las costillas se muevan como si fueran a cerrar la caja torácica y que la carga del refuerzo dorsal “se pasee” inútilmente, colgando de las costillas —al revés de lo que ha de ser—, ya que son las costillas las que, a su vez, cuelgan del respaldo de la silla por rozamiento.

Nada malo hay en que las costillas se apoyen en el respaldo, pero es muy inconveniente que las vértebras tengan que transmitir parte de su carga al respaldo a través de las costillas.

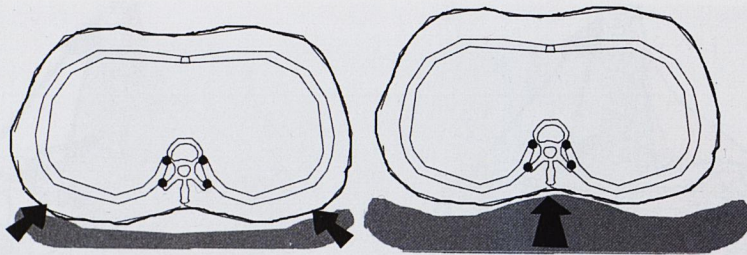


FIGURA 6.59.

Los puntos negros sitúan las articulaciones entre costilla y vértebra.



FIGURA 6.60.

Respaldos un poco contra Natura.

Si entendemos cómo la espina dorsal va cargando los pesos de los distintos elementos que soporta, debemos entender que la manera de apelar parte de esta carga por rozamiento con el respaldo del asiento es la de la figura 6.59 a la derecha, y que la de la izquierda equivale a “coger el rábano por las hojas”, que son la parte más débil de la planta herbácea.

6.4. EL PIE

Los simios tienen cuatro manos; visto el papel importante que ha tenido la mano en el desarrollo humano, podríamos preguntarnos por qué estos parientes próximos del hombre no han evolucionado más rápidamente que él. La respuesta a esta pregunta sería que la evolución se acelera con la especialización de los miembros y que el pie humano, poco útil para la elaboración de objetos de artesanía, es un elemento imprescindible de la posición erecta, y que esta verticalización, unida al aumento de capacidad craneana y a la fonación son los factores que han potenciado el avance filogenético de la especie humana, sin olvidar que esta evolución se debe al conjunto de los factores y no a uno o a otro, considerados individualmente. El pie es, desde el punto de vista biomecánico, un elemento determinante de la postura erecta y de la marcha bípeda, pero es también un sensor importante y un captor postural. La pareja de pies forma una estructura sensiblemente abovedada que puede apreciarse en la forma arqueada de los pies, vistos de frente y de perfil (figura 6.61).

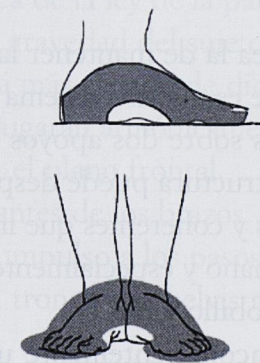


FIGURA 6.61.

En el grabado de Gautier de 1746 ya se aprecia buena parte de la complejidad de este elemento base de la verticalidad humana (figura 6.62). Si observamos únicamente su estructura ósea, ésta se nos aparece como si se tratara de media cúpula en la que el astrágalo hiciera el papel de clave y, a la vez, de soporte de la tibia que descarga el peso que transita por la pierna (figura 6.63). Entre las dos medias cúpulas (media de cada pie) se forma una cúpula entera, provista de articulaciones que facilitan el movimiento y la marcha.



FIGURA 6.62.

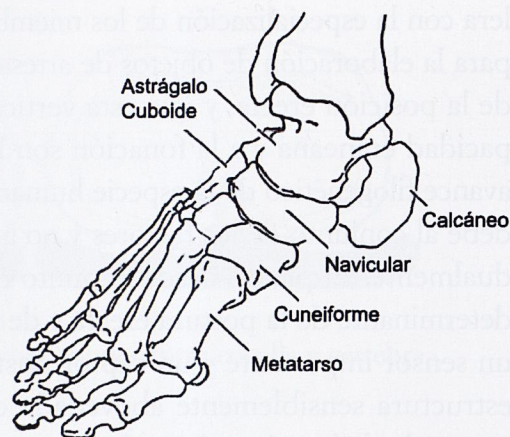


FIGURA 6.63.

Es muy complicada tarea la de mantener la verticalidad de la estructura, de por sí inestable, que es nuestro sistema músculo-esquelético, conjunto que logra sostenernos sobre dos apoyos —las piernas— en un sofisticado equilibrio. Esta estructura puede desplazarse gracias a una serie de desequilibrios ordenados y coherentes que implican a casi todas las articulaciones del cuerpo humano y especialmente a las de las extremidades inferiores, cadera, rodilla, tobillo y pie.

Los mecanismos que inconscientemente utilizamos para andar son muy complejos y, pese a la trivialidad del gesto que es dar un paso, los

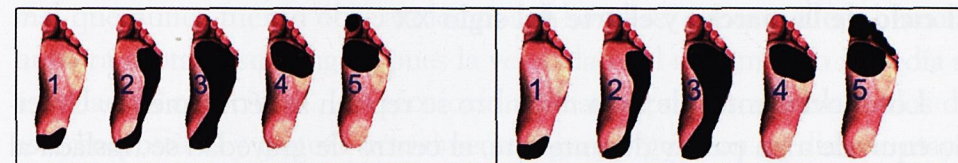


FIGURA 6.64.
Fase portante de la marcha.

posturólogos todavía discuten distintos aspectos relativos a cómo se las apaña el organismo para ponerse en marcha manteniendo el equilibrio. Aquí vamos a exponer las instrucciones para poner el pie al andar, según Bricot⁴ (figura 6.64, izquierda). Como se aprecia en la figura, el contacto con el suelo empieza en el talón y acaba en la bola del pie y el primer dedo. Pero en vez de empezar por interesarnos en cómo llega el pie que se adelanta, deberíamos decidir si para avanzar vamos a empujarnos con un pie, levantando el otro, o si vamos a poner un pie adelantado y, con él, tirar de nuestro cuerpo hacia delante.

Tanto al andar como al subir una escalera, la acción debe consistir en empujar y no en tirar del cuerpo, levantando el talón del pie que empuja y “clavando” su parte delantera en el suelo, dando un impulso al tronco que lo desplaza hacia delante (figura 6.64, derecha). A este impulso colaboran todos los dedos del pie. El cuerpo no se cae porque el pie adelantado, al tocar al suelo apoya el peso del sujeto de una forma dinámica, es decir que si el andante no cae es porque la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él tiene una dirección horizontal y un sentido hacia delante.

La distribución de los dedos del pie, el más fuerte “dentro” y el más débil “fuera”, tiene la lógica de la ley de la palanca, pues, al estar el fuerte más cerca del centro de gravedad del sujeto, tiene menos brazo de palanca que el débil, que está más alejado de dicho centro de gravedad. Es como si fuerza y distancia jugaran armónicamente en la tarea de mantener el equilibrio del cuerpo en el plano frontal.

Los movimientos oscilantes de los brazos, acompañan la marcha proporcionando estabilidad e impulso a los pasos. El tronco también realiza ligeros desplazamientos: el tronco y la pelvis rotan en sentido contrario.

⁴ Bernard Bricot: “La reprogrammation posturale globale”, Sauramps médical. Montpellier.

El ciclo de la marcha y el arte del siglo XX

Los movimientos de cada miembro se repiten simétricamente. Un ciclo equivale a un paso y durante éste, el centro de gravedad se traslada al desplazarse el cuerpo. El ciclo tiene una fase portante y una fase oscilante.

En la fase portante el talón entra en contacto con el suelo y posteriormente se apoya la planta del pie, momento en que se soporta todo el peso del cuerpo ya que en ese instante el otro pie ha dejado de apoyarse en el suelo (está en fase oscilante). La fase portante acaba al transferir el peso del cuerpo a la parte anterior del pie y despegar los dedos del suelo. (Figura 6.65).

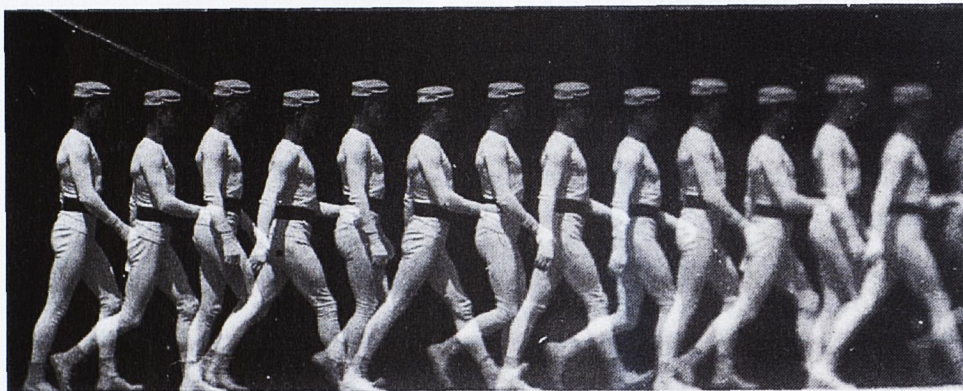


FIGURA 6.65.
Estudio del andar, por Étienne Jules Marey.

En la fase oscilante el pie hace su recorrido aéreo. En el inicio, con la pierna en flexión, los dedos se han despegado del suelo y avanzan hasta alcanzar a adelantarse hasta la línea de avance ocupada por el pie portante. A continuación, la tibia se orienta verticalmente y finaliza la fase cuando el talón toma de nuevo contacto con el suelo.

El movimiento de los brazos es también cíclico, acompañando al de las piernas en el proceso.

La temprana utilización de la cámara fotográfica por pioneros como Muybridge, (figura 6.66) que nació en 1830, Eakins, en 1844 y Marey, en 1850, sirvió para mejor conocer detalles de la motricidad humana y ani-

mal que nunca fueron observados por el hombre, aunque el ojo humano hubiera captado su imagen, pues la velocidad del movimiento impedía su asimilación consciente. Las técnicas empleadas por estos adelantados del estudio postural y gestual, actualmente siguen vigor, con medios de mayor precisión, pero con el mismo fundamento.

Llama la atención la fuerte influencia de estas experiencias fotográficas sobre la pintura; el "Nu descendant l'escalier" de Marcel Duchamp (figura 6.67) es un ejemplo flagrante. Pero también esta atención al factor tiempo que reconocemos en el cubismo nos sitúa en la era del cinematógrafo y de la relatividad. Como si el arte fuera una avanzadilla del conocimiento, Einstein "rompía" el concepto de tiempo diez años después de que los hermanos Lumière patentaran el "cinematógrafo", con un nombre que podríamos traducir como "grafía del cuerpo en el tiempo": un nuevo arte que es capaz de guardar instantes almacenados ordenadamente gracias a un aparato que había copiado de la máquina de coser el mecanismo



FIGURAS 6.66 y 6.67.
El estudio de un desnudo bajando la escalera, de Eadweard Muybridge que debió inspirar a Marcel Duchamp el suyo.

de pasar de un punto de costura a otro sin hacerse un lío con el hilo. También el tiempo, en el cinematógrafo, podía suceder más despacio o más deprisa. Ya se ha acabado el Renacimiento y no hay en el universo una referencia única y absoluta de todas las observaciones posibles; todos los sistemas están en movimiento y cada uno tiene su propia realidad y su propio tiempo.

Parece significativo el que la marcha humana y, en general, el movimiento tengan una relación tan estrecha con las primeras investigaciones sobre la imagen que habían de dar lugar a un nuevo arte; que el pie, la motricidad, hayan tenido ese protagonismo tan relevante en el arte y la cultura del siglo XX. El *tempo* de 1480 de la danza de las tres gracias, continuo, sucesivo, irreversible y único ya no existe en las señoritas de la calle *Avinyó*, de 1907 (figuras 6.68 y 6.69). Entre estas dos concepciones del tiempo se sitúan los trabajos de disección de pioneros como Eakins, pintor que, poseyendo la técnica del Renacimiento, tuvo curiosidad por las técnicas de su tiempo (figura 6.70).



FIGURAS 6.68 y 6.69.
Sandro Botticelli: detalle de "La Primavera", *circa* 1480.
Pablo Picasso: "Las señoritas de la calle Avinyó".

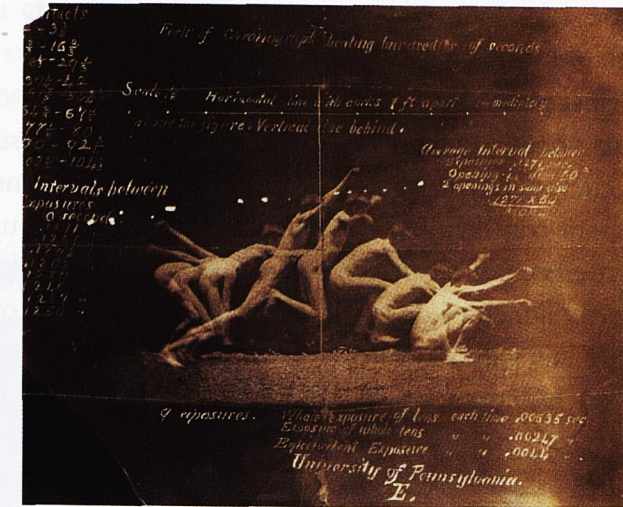


FIGURA 6.70.
Desnudo saltando, de Thomas Eakins, 1885.

No se puede pasar por alto la influencia evidente de las imágenes que nos han dejado estos pioneros con el arte del último tercio del siglo XX: los pájaros de Marey (figura 6.71) esculpen el tiempo y las series de Muybridge son Andy Warhol en blanco en negro.

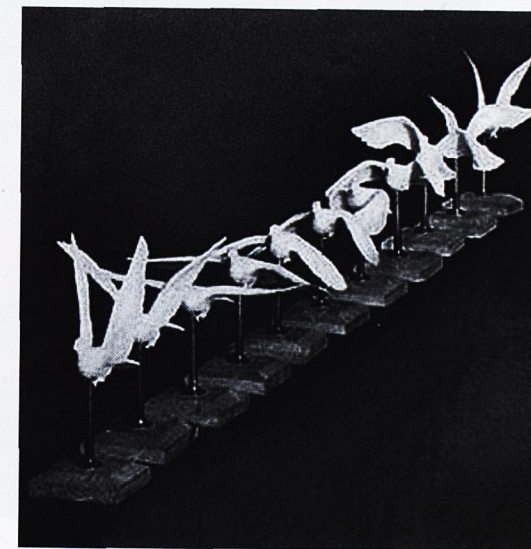


FIGURA 6.71.
Escultura de Marey basada en sus análisis fotográficos.

Tipos de pie

Un pie anormal puede ser causa de un desequilibrio en el cuerpo de su propietario, pero puede también ser una consecuencia del desequilibrio de otras partes del cuerpo: puede tratarse de un pie originalmente normal que se ha deformado para contrarrestar desajustes provocados por una asimetría geométrica del cuerpo, por un defecto visual o por desajustes dentales o vestibulares (disfuncionamientos de los órganos del equilibrio del oído interno).

El pie puede ser valgo o varo, según esté orientado anormalmente hacia dentro o hacia fuera (figuras 6.72 y 6.73).



FIGURA 6.72.
Pie derecho varo del músico de la derecha, en esta imagen de Cornilis Massys, siglo XVI.



FIGURA 6.73.
Pie valgo de San José en "Los desposorios de la Virgen", de Rafael, de 1504.

Según la curvatura de la planta, el pie puede ser normal, plano o cavo, según su bóveda se ajuste a una curvatura normal, no tenga curvatura, o la tenga exagerada (figuras 6.74 a 6.76).

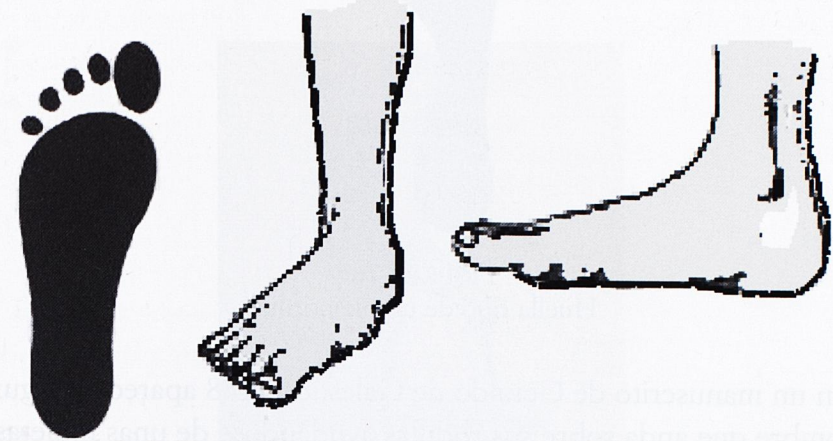


FIGURA 6.74.
Pie plano.

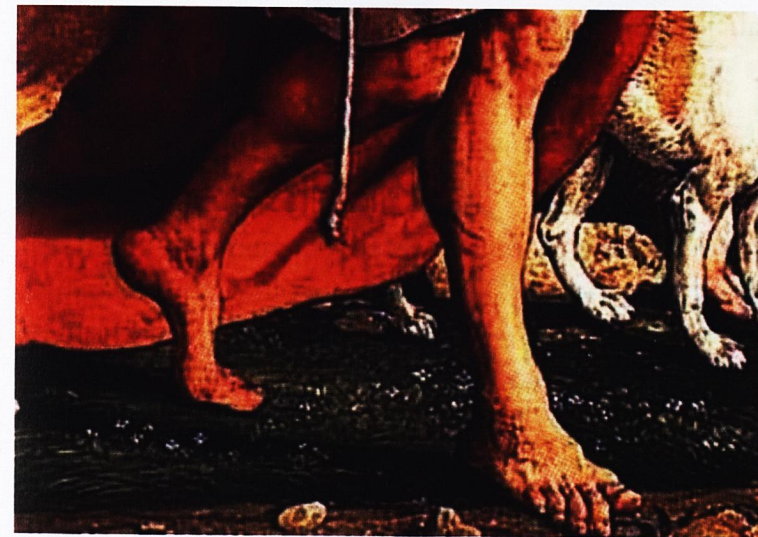


FIGURA 6.75.
Jacobo Bassano: la huida a Egipto (1554); San José muestra un pie cavo paradigmático.



FIGURA 6.76.
Huella tipo de un pie normal.

En un manuscrito de Geraldo de Gales, de 1188 aparece la figura de un hombre que anda sobre sus rodillas ayudándose de unas muletas manuales. Su minusvalía proviene de sus dos pies zambos (figura 6.77). El pie llamado zambo es el equino y varo: de punta y hacia dentro. Esta imagen es un buen punto de partida para la reflexión sobre los inconvenientes que representa el no disponer de pies normales al servicio de una motricidad normal.



Figura 6.77.
Hombre con pies zambos, en un manuscrito de Geraldo de Gales, de 1188.

En una litografía de Nathanien Courrier, de 1840, aparece un muchacho con pies equinos ayudándose con unas muletas para andar. En la parte inferior aparece una prótesis cuyo diseño se basa en el funcionamiento de una pierna normal y trata de remediar el mal funcionamiento de la pierna enferma (figura 6.78).

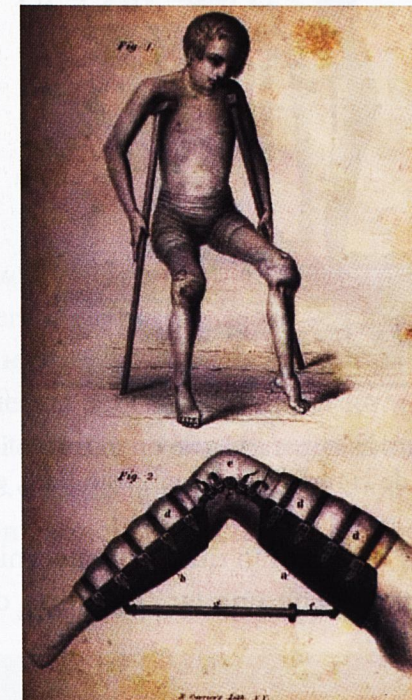


FIGURA 6.78.
Litografía de Nathanien Courrier, de 1840.

La prótesis para la amputación de un miembro inferior por encima de la rodilla, por Ambrosio Paré, en 1546 como ilustración de uno de sus "Diez libros para la cirugía" es un ejemplo de comprensión del funcionamiento de la pierna y el pie al andar. Observemos la flexibilidad del falso pie, capaz de doblarse de forma similar a la que lo hace el pie humano, así como la articulación que reemplaza a la rodilla, que posee un mecanismo capaz de simular la flexión que, al andar, ejecuta la parte de la extremidad inferior por debajo de la rodilla. En efecto, un cordel permite liberar un mecanismo con tal fin, como puede verse a la derecha de la imagen (figura 6.79).

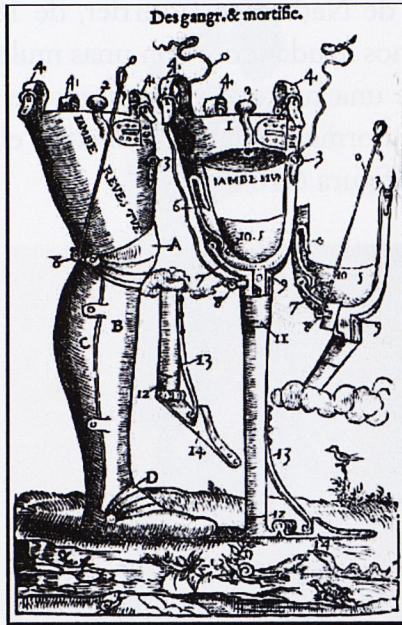


Figura 6.79.

Prótesis para la amputación de un miembro inferior por encima de la rodilla, por Ambrosio Paré, en 1546.

Estos artefactos nos demuestran que la biomecánica aplicada a mejorar la motricidad humana tiene una larga historia de la que se puede aprender.

7. LA POSTURA

Del latín *positura* o colocación, disposición u ordenación, en nuestro caso, de los segmentos corporales de un ser vivo.

La postura puede tratarse desde un punto de vista biomecánico y evaluar su conveniencia para la salud del sujeto, en especial cuando se trata de posturas de trabajo que han de ser mantenidas durante largos periodos de tiempo. Desde la óptica de la biomecánica, nos interesará conocer principalmente el sistema músculo-esquelético del ser que observamos.



FIGURA 7.1.

Pero las posturas, tanto en el hombre como en muchos animales son también producto del estado emocional del sujeto y, desde este otro punto de vista podrá ser importante conocer también este aspecto del usuario.

Llamamos actitud corporal al aspecto de la postura que nos comunica el estado emocional o las intenciones del ser que adopta una postura. Consideremos la postura del perro cazador que, parado, levanta una pata doblada; la del violinista que, atento al director de orquesta está inmóvil, con el arco sobre las cuerdas y no parpadea. En estas posturas “leemos” que el perro y el músico están prestos para la acción. Por eso el director ha hecho un gesto que significa “a punto” y toda la orquesta se ha “puesto” en *positura*, vale decir postura de tocar, sin tocar todavía.

La postura, pues, tiene una componente comunicativa, y el sujeto puede utilizar la postura para comunicar. Cuando un sujeto se siente observado y desea comunicar valiéndose de la posición de los elementos que forman su cuerpo, adopta una pose. El caso paradigmático es el de la pose fotográfica: en anuncios publicitarios vemos a modelos adoptando posturas inverosímiles que jamás adoptarán en su vida real, lejos de la cámara.

Punto de vista biomecánico

La postura puede ser natural o inducida. El ejemplo indiscutible de postura natural es el de cualquiera de las que hubieran podido adoptar Adán y Eva en el Paraíso, pues no llevaban vestido alguno ni utilizaban instrumento de ninguna clase. Pero desde que el hombre ha de resolver sus problemas por sí solo, ha necesitado usar instrumentos y la mayor parte de las posturas que adopta vienen inducidas por estos instrumentos que no siempre son buenos amigos de la postura sana. El joven de la figura 7.2, que pasó buena parte de la mañana del día de difuntos sentado en una lata, junto a la tumba de un familiar en San Cristobal de las Casas (México), adoptó una postura inducida por un aparato reposador francamente enemigo de su sistema músculo-esquelético.

Como los objetos que conforman nuestro medio no son naturales, que son creados por el hombre, será bueno que estos objetos artificiales



FIGURA 7.2.

tengan en cuenta su impacto sobre la salud del usuario; la postura es uno de los factores que influyen en la salud y que podemos colaborar a mejorar si conocemos lo que es conveniente y lo que no lo es para el sistema músculo-esquelético del cliente de nuestros diseños. En el capítulo sexto hemos apuntado modestamente la complejidad de los sistemas anatómicos que permiten la vida del ser humano; queda claro que los análisis posturológicos detallados son cosa de especialistas, pero todos debemos tener un mínimo conocimiento postural para poder evitar posturas forzadas insanas. Cuando mantenemos una postura sosteniendo, además, una carga de peso importante, las precauciones han de redoblar, pues las consecuencias negativas pueden ser más graves que si esa carga no existe.

La espina dorsal, como ya se ha visto, es una estructura enormemente deformable y resulta, por lo tanto, un buen ejemplo para entender las consecuencias nefastas de una mala postura excesivamente repetida. Asimilando el refuerzo dorsal vertebrado a una barra de longitud L , módulo de elasticidad E , y cuyo momento de inercia respecto al plano de deformación sea I , resulta que esta barra imaginaria tendría una resistencia diferente, según fuera la forma que adoptara al deformarse bajo los efectos de una

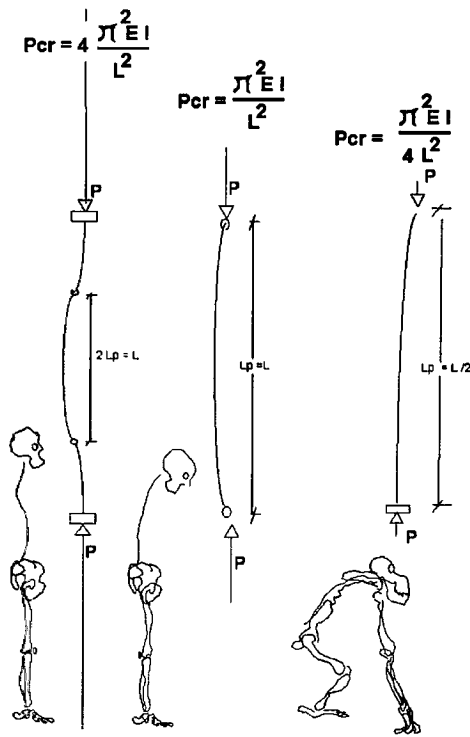


FIGURA 7.3.

carga P , y según la naturaleza de sus apoyos. Si esta barra sólo pudiera deformarse como puede hacerlo la columna vertebral, podríamos decir que cuanto más se parezca la forma de la barra en su agotamiento a la forma de una espina dorsal en correcta bipedestación, mayor será la carga crítica P_{cr} que romperá la barra en cuestión. Así, si la barra al romperse imita la forma de la espina dorsal del simio de la figura 7.3, aguantará cuatro veces menos que si adopta la forma de un humano que inclina ligeramente la cabeza, y dieciséis veces menos que si adopta la forma del refuerzo dorsal vertebrado de un hombre en correcta bipedestación. Esto es válido y demostrable para la barra; para la espina dorsal, que no tiene las características de la barra en cuestión, no son aplicables directamente estos valores, pero sí el concepto de que al perder curvas, pierde resistencia. Y aquí tenemos ya una relación entre postura y capacidad biomecánica. En la figura 7.4 se presenta la relación entre la postura de un sujeto en sana bipedestación y la del mismo sujeto al hacer una reverencia: al encorvarse, la

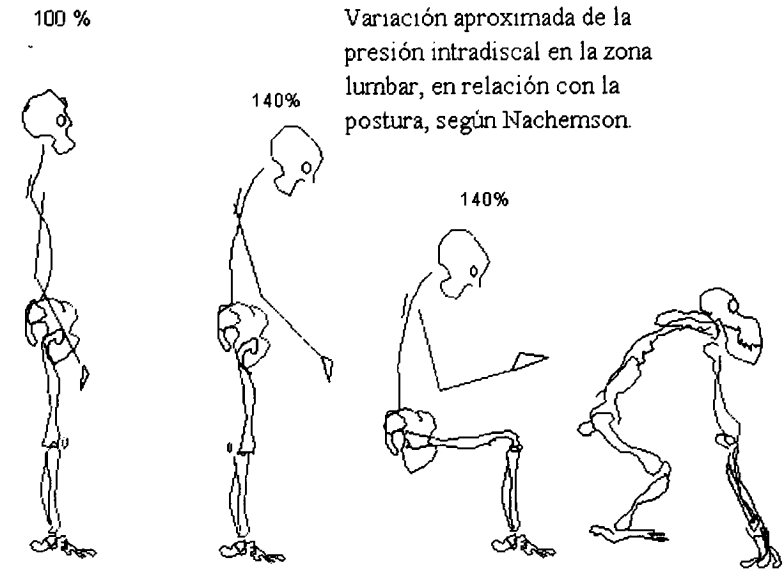


FIGURA 7.4.

presión interdiscal aumenta grandemente, como experimentó Nachemson ya en 1964. Más recientemente, otros sufridos experimentadores han corroborado la apreciación de Nachemson con sensores más precisos.

Nachemson demostró que la repercusión de la postura del tronco sobre la presión que se ejerce entre dos vértebras, aumenta de forma espectacular al empeorar la postura, sobrecargando los discos intervertebrales; éstos, pese a su excelente calidad, acaban por estropearse si se sobrepasan repetidamente los límites de carga admisibles.

El aumento de presión interdiscal es una consecuencia de lo que sucede en nuestra espalda al inclinar la cabeza, pero podríamos analizar la fuerza que precisan hacer los músculos para colaborar a ese gesto y obtendríamos resultados como los de las figuras 7.5 y 7.6. Cada postura requiere un determinado estado de tensiones en la musculatura del sujeto y para averiguar la posible inconveniencia de gestos y posturas aparentemente intrascendentes precisamos de la colaboración de un experto que nos ayude a evitar que nuestros diseños induzcan al usuario a orientar sus segmentos corporales de forma insana (figura 7.7).

La espina dorsal es un caso de especial interés y el problema analizado en el apartado 6.3 es sólo un ejemplo de la infinidad de posturas pa-

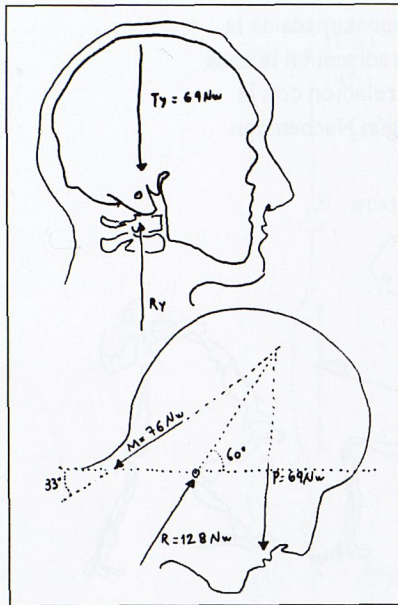


FIGURA 7.5.

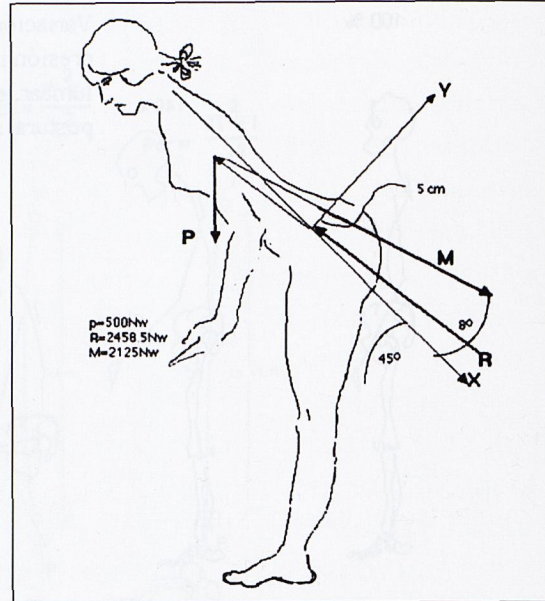


FIGURA 7.6.



FIGURA 7.7.

Robert Braithwaite Martineau (1826-1869), "Lección de escritura", 1852. Se conserva en la Tate Gallery de Londres.

tógenas que pueden evitarse gracias a un buen diseño de los objetos que tenga en cuenta que en la pareja usuario-objeto, la prioridad ha de ser siempre el usuario, aunque con frecuencia sea el atractivo del objeto quien fije la atención del diseñador y del usuario: la figura 7.8 muestra un tipo de zapato que nadie sensato recomendaría como objeto saludable, pero que es el zapato "femenino" por excelencia.

Los consejos que se dan a las personas que han de levantar, mantener y transportar cargas pesadas parten todos de la idea de que la "grúa"

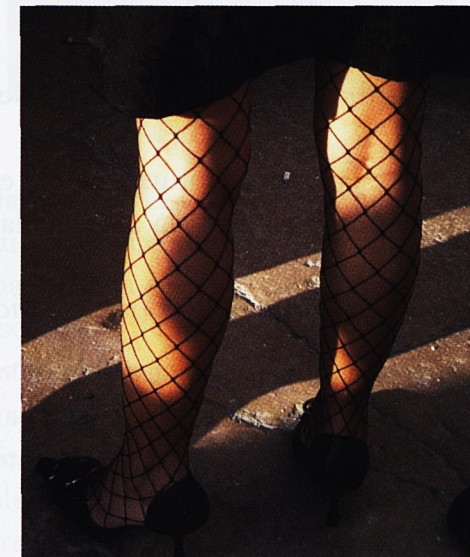


FIGURA 7.8.

que es el cuerpo humano adopte la forma más conveniente para el tipo de trabajo que se le pide que haga; sea cual sea este trabajo, la columna vertebrada deberá conservar en lo posible las curvas naturales que tiene cuando colabora a una bipedestación sana.

Obviamente, la forma del refuerzo vertebrado del cuerpo humano obedece a la necesidad de mantener derecho un tronco que, en anteriores etapas filogenéticas, era un arco sustentado por dos pórticos: el que formaban las extremidades anteriores y el que formaban las extremidades posteriores. Una de las consecuencias graves que tiene la pérdida de las curvas de la espalda es la aparición de hernias discales. Las experiencias de Nachemson ayudan entender las causas de esta patología.

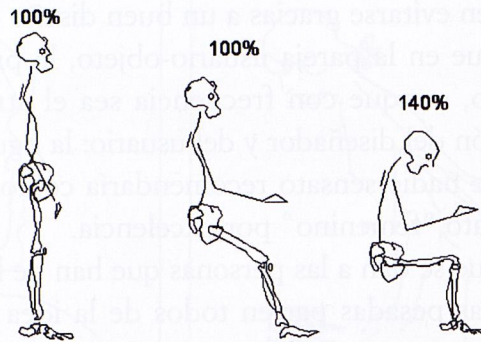


FIGURA 7.9.

Posicionamiento de la espina dorsal en la postura del astronauta

Así pues, la pérdida de las curvas naturales de la espina dorsal tiene unas consecuencias muy negativas para la resistencia del tronco y aumenta el riesgo de hernia discal.

La postura del astronauta, tiene las dos particularidades siguientes:

- mantiene las curvas naturales de la espalda, y
- ofrece un ángulo tronco-fémur sensiblemente parecido al de las estatuas sedentes de los primeros faraones del antiguo Egipto (véase figura 5.7).

Al sentarse, el tronco se apoya en la base formada por nalgas e isquion; es una base no plana, una base redonda de pivotará hacia delante o hacia atrás, induciendo una forma buena o mala al refuerzo dorsal vertebrado.

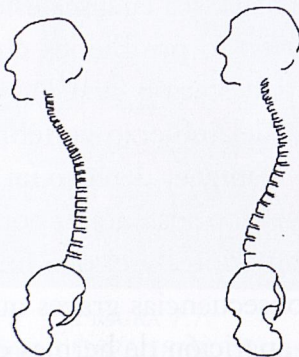


FIGURA 7.10.

Punto de vista psicológico



FIGURA 7.11.

Si observamos la figura 7.11 vemos a dos futbolistas en posturas diferentes, ambas producto del suceso que acaba de acontecer, suceso que ha impactado emocionalmente a ambos y de manera opuesta: uno “explota” de alegría, el otro se postra de tristeza. Ambos gestos son producto exclusivamente del estado emocional. Retengamos que la postura abierta, vertical y expansiva es la que acompaña a sucesos convenientes y que adoptar este tipo de posturas induce en el sujeto una actitud emocionalmente más saludable que la postura contraria: cerrada, aplanada y con el cuerpo del sujeto replegado sobre sí mismo, posturas que adoptan las personas afectadas de graves trastornos psíquicos, como en la foto 7.12, tomada en un sanatorio mental.



FIGURA 7.12.

Una postura para dormir, tan poco conveniente desde un punto de biomecánico como la de la figura 7.13 puede ser altamente satisfactoria por lo que tiene de gratificante hacer de colchón para la persona amada que hace de colchón para mí, pero con el mismo amor puede dormirse mejor.

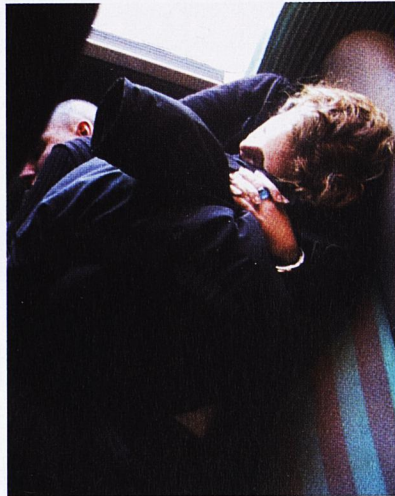


FIGURA 7.13.

Así pues, cuando analicemos la imagen de una postura, intentemos averiguar sobre el estado emocional del sujeto porque existe una relación entre la una y el otro.

La pose

Ya hemos dicho que al adoptar una pose el sujeto trata de comunicar algo —verdadero o falso— sobre sí mismo. El sujeto que posa suele adoptar la pose que inconscientemente cree que va a gustar al espectador: no lo que le gustaría a él sino al otro que lo mira.

En el ejemplo de la figura 7.14 vemos al faraón realizando la ceremonia de dar comienzo a la siega. En cuanto acabe la ceremonia, ese sujeto ya no siega más hasta la ceremonia del próximo año. En la figura 7.15 vemos a una pareja de ricos labradores segando sus campos. Estos dos, pertenecientes a la misma cultura que el faraón, posan en una actitud



FIGURA 7.14.

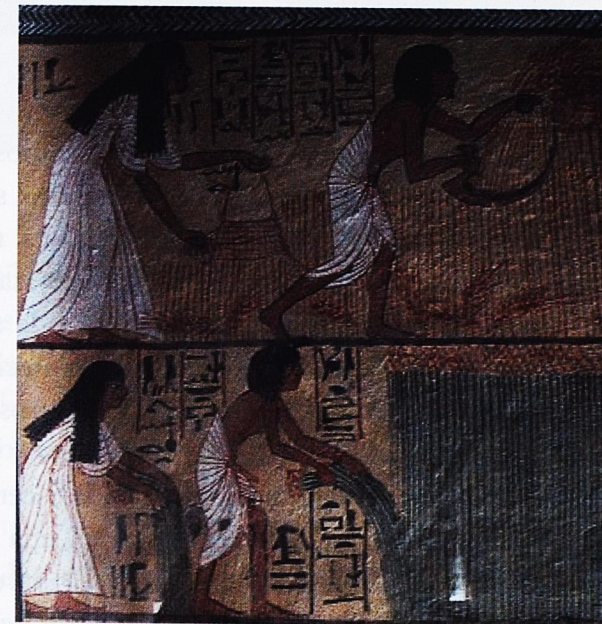
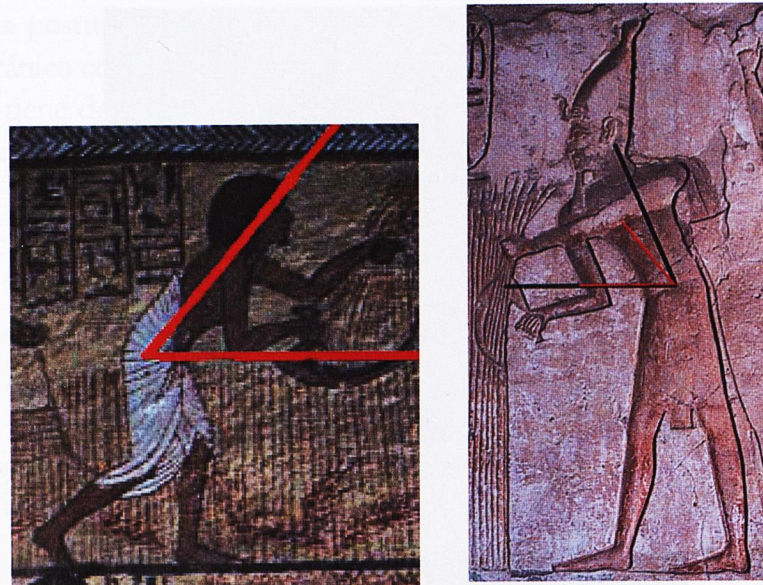


FIGURA 7.15.

más creíble que aquél. Si comparamos el ángulo de inclinación del tronco de ambos modelos, vemos que el del labrador que siega (ángulo rojo) es sensiblemente menor que el del rey que oficia (ángulo negro). La interpretación de esta diferencia puede ser subjetiva, pero el ángulo es objetivamente más cansado para el segador de verdad (figuras 7.16 y 7.17).



FIGURAS 7.16 y 7.17.

Cuando analicemos una imagen de una postura, tengamos en cuenta si el sujeto está o no al corriente de que está siendo retratado; si se sabe observado, es inevitable que pose y pedirle que actúe como si no lo miráramos es una paradoja y una majadería. En el caso expuesto, faraón y labrador están posando, pero a ambos se les ve el plumero de su verdadera profesión, si se comparan sus posturas. Hay que rendir merecido homenaje a los artistas egipcios desconocidos, pero excelentes maestros que nos han permitido leer sobre posturas además de gozar de pintura y bajo relieve.

Otro ejemplo de postura que comunica es el de la escena de la figura 7.18, tomada en la ciudad de Lausana, en Suiza, en una cultura en la que la gente no suele sentarse en el suelo, en la calle. Un joven, probablemente turco a juzgar por el establecimiento de venta de *kebab & falafel* que frecuenta, se encuentra sentado con las piernas cruzadas, como mucha gente en Estambul. Frente a él, otro turco telefonea, de pie. Dos muchachos que bajan la empinada calle miran al sedente porque no es habitual ver a gente sentada así en la calle; no les llama la atención el que telefonea porque también en Lausana, como en Estambul, la gente habla por la calle con un teléfono portátil. El probable turco observado vuelve la cara para mirarme a mí, que no he logrado disimular mi cámara. Como ya se



FIGURA 7.18.

dijo, es difícil saber dónde está un electrón si queremos saber su velocidad, y también es difícil observar a un sujeto sin deformar por ello su postura.

Lo que se ve en esta imagen es, pues, a dos muchachos que observan a un probable turco que mira a la cámara que indiscretamente está robando su imagen.

La sorprendente silla de Glenn Gould

Este extravagante y genial pianista lucía, entre otras excentricidades, la de llevar consigo a sus conciertos el increíble objeto que reproduce la figura 7.19. Es de suponer que el hombre encajaba entre las nalgas el travesaño de madera sobre el que descansaba todo el peso de tronco y extremidades superiores y, además el de una pierna o dos, en los momentos en los que se encogía, presa de la emoción de su propia música. Esta tortura mantenida en las largas horas de ensayos y conciertos debió hacerle



FIGURAS 7.19 y 7.20.

sufrir mucho; él mismo declaraba que siempre viajaba con una maleta llena de medicamentos. Esta absurda silla se venera actualmente en la Biblioteca Nacional de su Canadá natal.

Sin entrar a conjeturar sobre el posible trauma infantil que encierra este asiento patógeno, lo evidente es que para Gould, ese objeto era imprescindible para obtener una buena interpretación. También es evidente que ese objeto le era dañino, así que la conclusión es que este pianista sufría con gusto la agresión de la silla porque era condición indispensable de la calidad que él se exigía como intérprete.

Tratar de convencer de que una postura puede ser insana, a quien busca el sufrimiento como medio indispensable para tocar un instrumento, salvar su alma o celebrar las vacaciones de Pascua, es tarea a menudo inútil porque el sujeto que ha interiorizado que aquí hemos venido a sufrir y que ésto es un valle de lágrimas, suele tener una fuerte necesidad inconsciente de reafirmarse en esta certidumbre para que no se le venga abajo todo el sistema de creencias.

8. EL EQUILIBRIO

Consideraciones oportunas para usar con discernimiento la palabra "equilibrio"

La relación entre equilibrio y postura es tan evidente que cuesta verla. El cuerpo de un ser vivo puede adoptar formas diversas; cada forma es una postura, y la postura puede ser estática o dinámica: el gesto es la postura en movimiento. En cualquier caso, hemos de considerar el equilibrio en una postura o en un gesto, para poder decir algo de ella o de él.

Un ciclista que, montado en su bicicleta, pedalea y se desplaza hacia adelante sin caerse y con una velocidad variable, considera que se desequilibra si, inclinándose hacia un lado, vuelca.

Un físico, teórico de la Estática, considerará que un sólido está en equilibrio si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es nula. Este cuerpo "en equilibrio" estará parado o se desplazará a velocidad constante. El teórico no dirá que un ciclista que acelera su bicicleta y avanza está en equilibrio, porque la aceleración significa que la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el sólido (el ciclista y su máquina) no es nula.

Así que el sabio físico y el ciclista lego en Estática tienen conceptos diferentes de lo que pueda ser el equilibrio.

Al referirnos a los seres humanos, podemos utilizar el concepto de equilibrio que tiene el ciclista lego en Estática; para estudiar los objetos, utilizaremos el concepto de equilibrio que nos dicta la Estática cuando el objeto no tenga movilidad ni partes móviles.

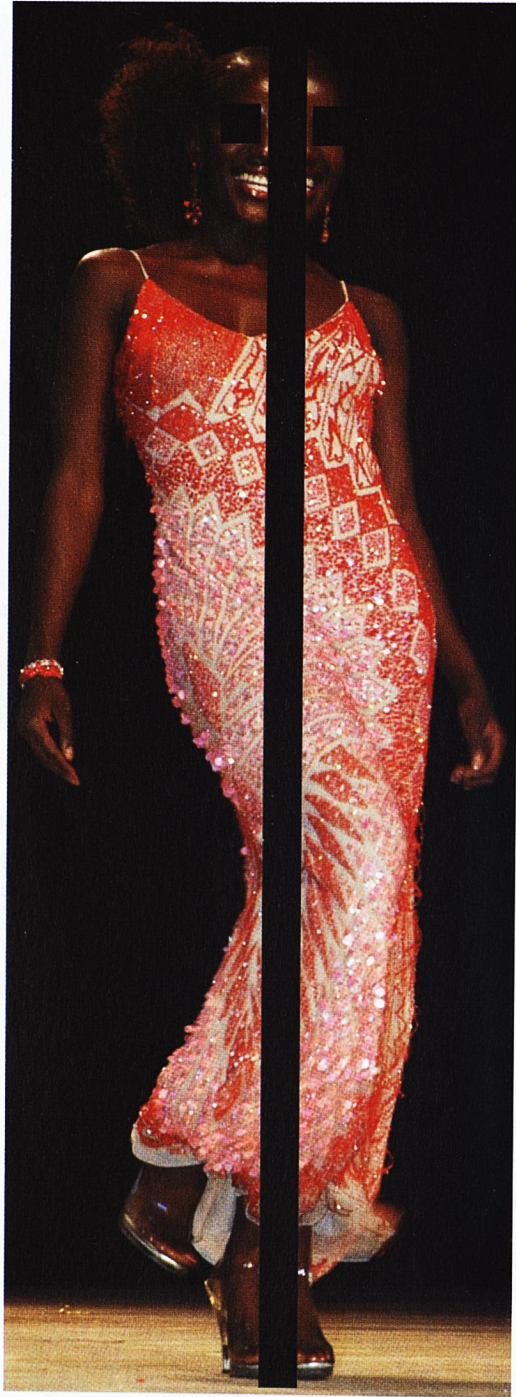


FIGURA 8.1.
El equilibrio no es necesariamente estático.

Si nos fijamos en el medio construido por el hombre, veremos que los inmuebles suelen obedecer al concepto de equilibrio que tiene un sabio físico. Pero si atendemos al hombre, el concepto de equilibrio puede tener varias acepciones, y no sólo la del ciclista; por ello debemos dedicar una atención especial al uso de esta palabra y de los diversos conceptos que encierra, ya que sería absurdo pretender hablar disciplinadamente partiendo de la base de que una misma palabra significa cosas que no tienen nada que ver entre sí.

Distintas acepciones de la palabra

De entre las acepciones que da la Real Academia de la Lengua, la que más tiene que ver con las leyes de la física es ésta: “Estado de un cuerpo cuando fuerzas encontradas que obran en él se compensan destruyéndose mutuamente”.

Otra de las definiciones, más ambigua y más amplia, podría aplicarse a asuntos físicos, artísticos o psicosociales: “Contrapeso, contrarresto, armonía entre cosas diversas”.

La definición que retenemos en tercer lugar se refiere ya abiertamente a temas comportamentales: “Ecuanimidad, mesura, sensatez en los actos y juicios”.

La misma Real Academia define el sentido del equilibrio como la “facultad fisiológica por la que algunos seres vivos perciben su posición en el espacio”.

Para “desequilibrado” da la siguiente definición: “falta de sensatez y cordura, llegando a veces a parecer loco”.

El sentido del equilibrio nos permite percibir la posición de nuestro cuerpo en el espacio para mantenernos en equilibrio y no andar cayéndonos continuamente. Si tenemos en cuenta la pequeña base de sustentación que representan los pies del bípedo humano, entendemos la importancia del sentido del equilibrio en nuestra especie. El hecho de que “desequilibrado” signifique para la Real Academia una circunstancia psicológica humana de cariz negativo, pone de manifiesto hasta qué punto hemos interiorizado la imagen del equilibrio físico con la de la salud mental y la del desequilibrio físico con la de la enfermedad mental o locura.

Un diseñador ha de tener un sentido artístico del equilibrio (el de la armonía entre cosas diversas), también un sentido físico y, por supuesto, un equilibrio psicológico, éste último para evitar caer en lo que la Real Academia llama “desequilibrio”: trastorno de la personalidad.

La relación entre el sentido del equilibrio físico de una persona y su equilibrio emocional parece evidente, pero está por demostrar. Lo que es más medible y se está tratando de mostrar actualmente es la relación entre una educación postural y una mejora del sentido del equilibrio: los alumnos que reciben una sólida educación física que hace hincapié en el ejercicio de su sentido del equilibrio, y a los que se somete al uso de un mobiliario escolar que induce posturas que implican una forma biomecánicamente correcta de la espina dorsal, demuestran un sentido del equilibrio más desarrollado que los alumnos que siguen cursos de gimnasia tradicionales y se sientan en mobiliario poco respetuoso de la biomecánica del tronco¹.

El equilibrio físico

El hecho de que el equilibrio físico de un cuerpo sobre la Tierra dependa de la masa del cuerpo y de la masa de la Tierra, simplifica mucho los cálculos, pues la Tierra siempre tiene la misma masa, y si utilizamos el concepto de “peso”, o fuerza con que esta masa de la Tierra atrae al cuerpo en cuestión, podemos hablar del peso de los cuerpos, peso que suponemos el mismo en la planta baja que en el último piso de un rascacielos.

Para familiarizarnos con formas que expresen el equilibrio, construyamos cuatro veces un “móvil” para lograr una figura como la que se representa a continuación. El móvil está contenido en un plano: sólo tiene dos dimensiones. En el nivel inferior, dos discos se equilibran colgando de una varilla; la masa del disco grande es tres veces la del disco pequeño que tiene una masa de una unidad. En el segundo nivel un disco pequeño —de una unidad de masa— se equilibra con las cuatro unidades de masa del nivel inferior. En el tercer nivel, otro disco unidad equilibra las cinco

¹ Véase el trabajo llevado a cabo por Marcel Plà cuyo esquema se explica en el capítulo 9 de esta obra.

unidades de masa de los niveles inferiores. Con esta ley de formación, la figura representa un móvil de ocho niveles en equilibrio. Observemos que los cuatro móviles dispuestos como en la figura adoptan las formas del perfil de estos monumentos de Ayuthaya, capital que fue del reino de Tailandia entre 1350 y 1767. Los dos móviles del centro tienen un perfil parecido al de los monumentos puntiagudos (figura 8.2).

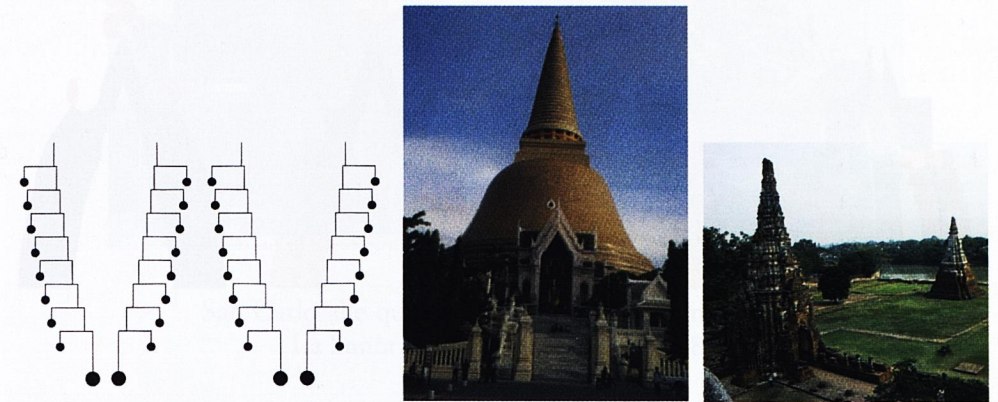


FIGURA 8.2.

Invertiendo la figura de los dos primeros móviles obtenemos un perfil llamativamente parecido al de los monumentos de cúspide roma que aparecen en las imágenes (figuras 8.2 y 8.3). En los móviles, la tracción es la protagonista del equilibrio; en las torres tailandesas, por el contrario, es la compresión la que pone en equilibrio los componentes del monumento. En las imágenes de los móviles invertidos, si interpretamos como com-

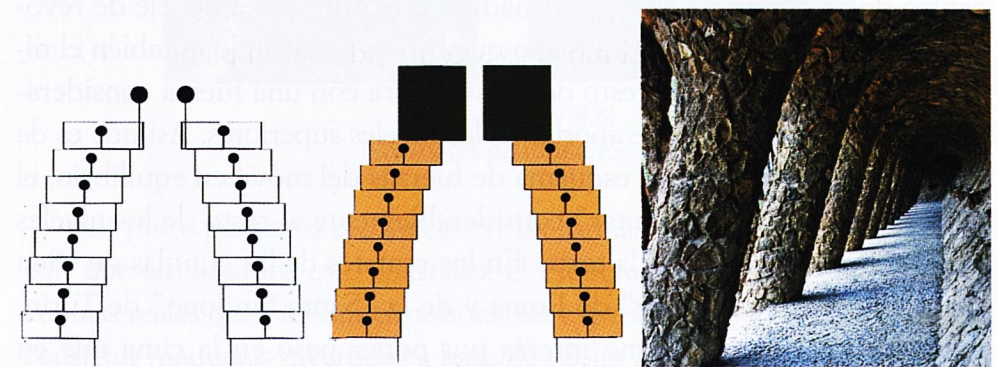


FIGURA 8.3.

presión lo que antes era tracción, obtenemos la representación esquemática del equilibrio de las piezas de caras paralelas que forman una torre parecida a la de la figura 8.4.

El mismo principio se aplica en las columnas inclinadas del parque Güell que construyó Gaudí en Barcelona, (figura 8.3).

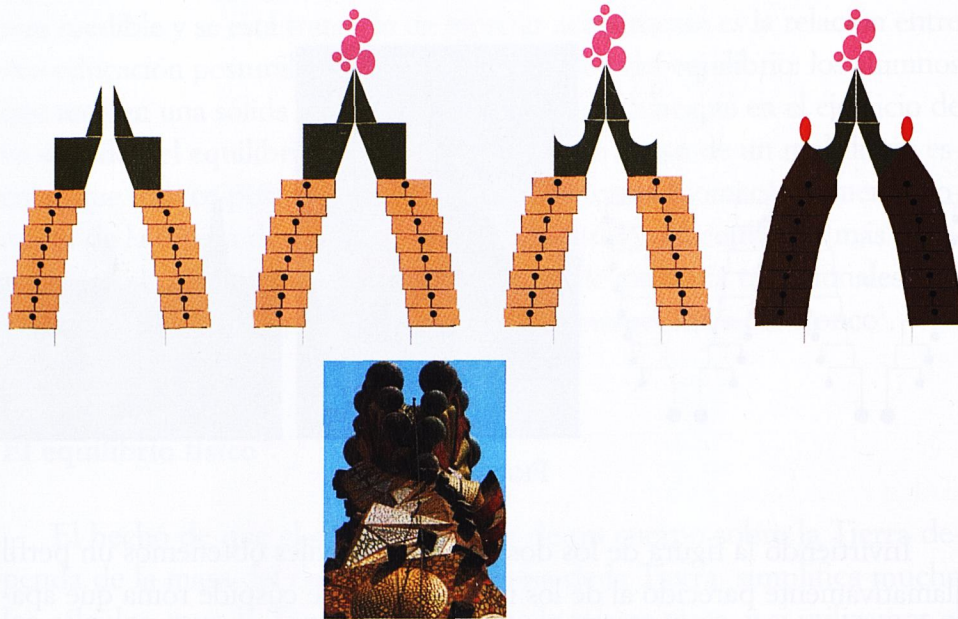
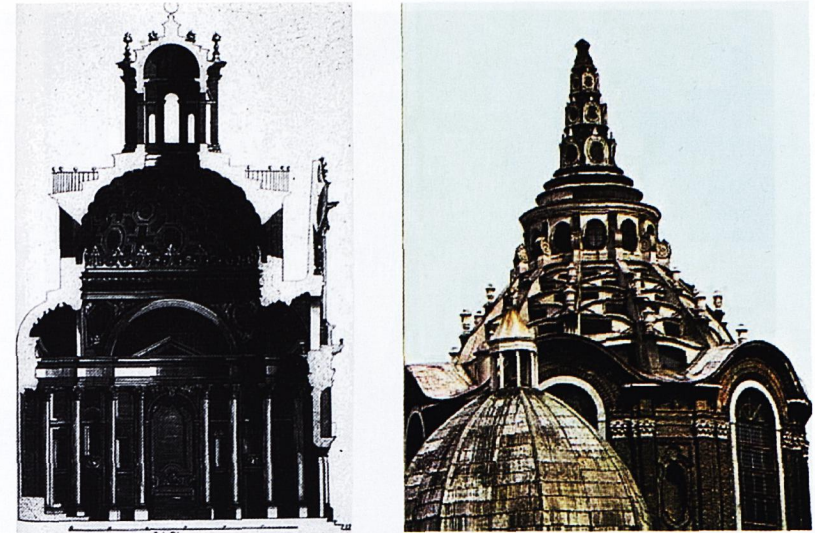
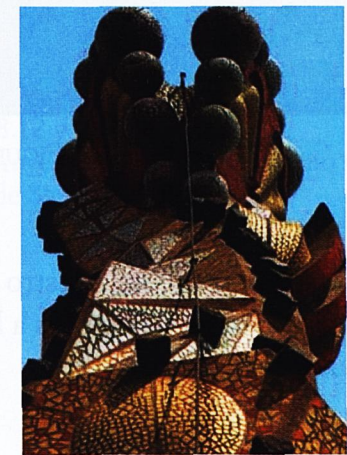


FIGURA 8.4.

Observemos que, con un buen equilibrio de las piezas, la cúspide de la torre admite soportar un peso considerable encima de ella, mientras el centro de gravedad de este peso añadido esté muy cerca del eje de revolución de la torre. En el móvil plano que hemos construido, también el nivel más bajo “tiraba” del resto de la estructura con una fuerza considerablemente mayor que la que aportaban los niveles superiores. Así que es de extrañar que, al invertir el esquema de fuerzas del móvil en equilibrio, el nivel más alto pueda “apretar” considerablemente al resto de los niveles sin causar el desplome de la torre. En los remates de las cúpulas de “San Carlo alle quattro fontane” de Roma y de la “Santa Sindone” de Turín, podemos observar el mismo interés por poner peso en la cima que en las torres de la Sagrada Familia, de Gaudí (figuras 8.4 a 8.8).



FIGURAS 8.5 y 8.6.
San Carlo alle quattro fontane, de Borromini, 1634.
La Santa Sindone, de Guarini, 1680.



FIGURAS 8.7 y 8.8.
Remates gaudinianos.

Así pues, podemos reconocer en las formas derivadas del móvil plano con que empezamos este apartado, el esquema de equilibrio de torres y cúpulas reales que parecen corroborar las experiencias de Antonio Gaudí, al construir maquetas invertidas a base de cables a tracción, para mejor comprender el trabajo de la piedra a compresión en el edificio real (figura 8.9).

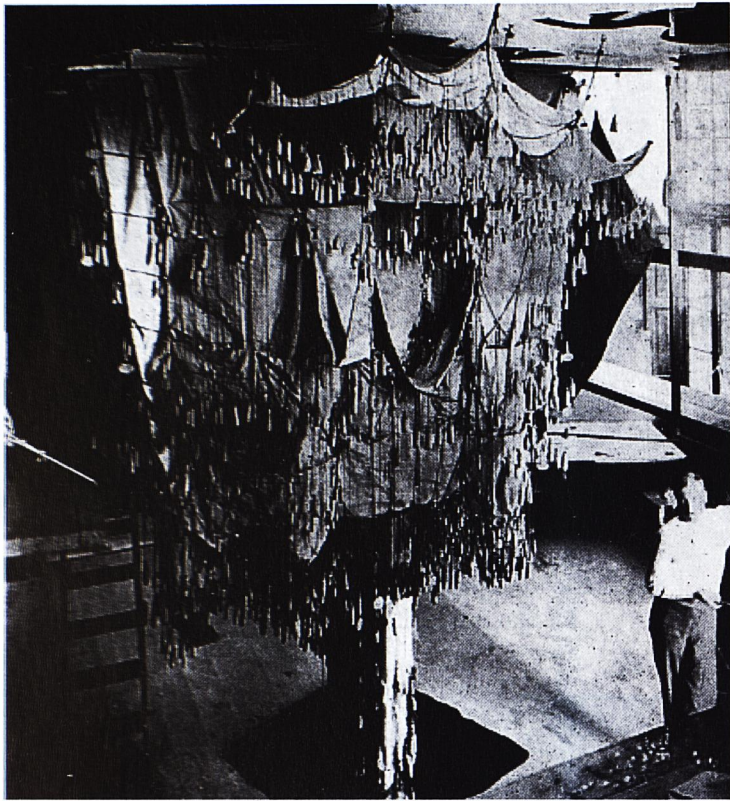


FIGURA 8.9.

El perfil encontrado en nuestro móvil ha atravesado la historia de la construcción haciendo equilibrios a lo largo del tiempo y a lo ancho de la Tierra (figuras 8.10 a 8.13).

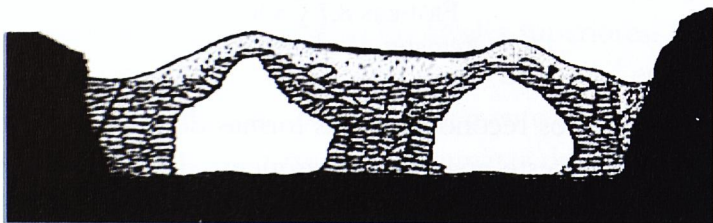


FIGURA 8.10.
Tumba mesopotámica del periodo neolítico.

228. Banteay Srei, alzado, secciones y planta de la torre santuario meridional.

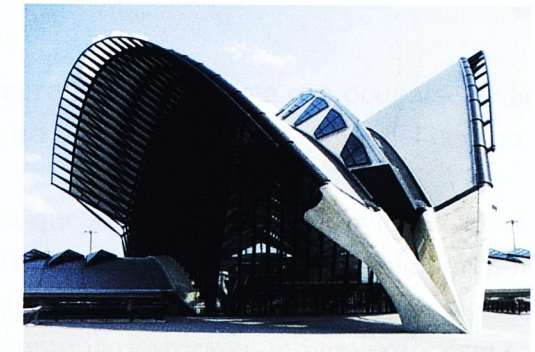
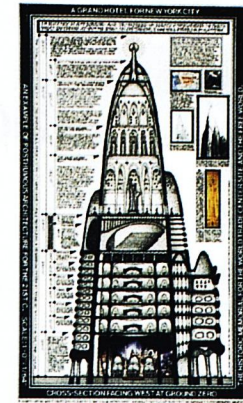
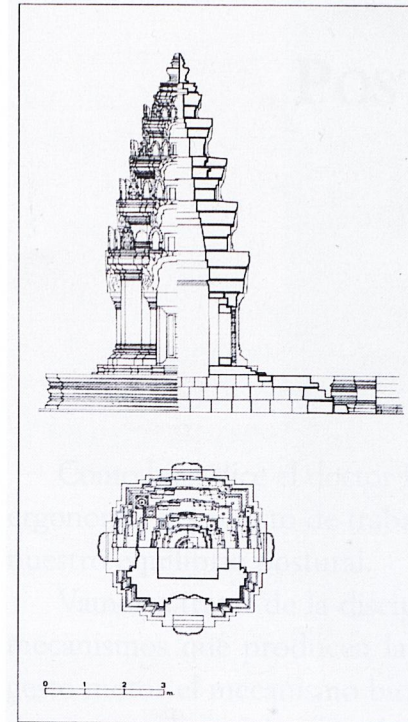


FIGURA 8.11, 8.12 y 8.13.
Templo camboyano de Banteay Srei, proyecto de hotel de Antonio Gaudí, estación Saint Exupéry de Santiago Calatrava.

9.

POSTUROLOGÍA

Como bien dice el doctor Bernard Bricot, no basta con ocuparse de la ergonomía del puesto de trabajo; no olvidemos la ergonomía del cuerpo: nuestro equilibrio postural.

Vamos a tratar de la disciplina que se ocupa de explicar los diversos mecanismos que producen la postura en un ser vivo. Entendemos por gesto motor el mecanismo biológico que mueve a un ser vivo o a alguna de sus partes; podría entenderse como la postura en movimiento: ésta es estática, aquél es dinámico.

A principios del siglo XX Charles Bell se preguntaba: ¿Cómo un hombre mantiene una postura inclinada contra un fuerte viento? En la respuesta a esta aguda cuestión se encerraría lo que la posturología puede aportar al conocimiento. ¿Cuáles son los mecanismos que hacen que el cuerpo del que sufre un fuerte viento se mantenga en equilibrio con el aire que le empuja con una fuerza variable y que en nada depende del sujeto? Aun con el viento en calma, podemos preguntarnos cómo hace el cuerpo para mantenerse en bipedestación mientras nuestro cerebro no presta ninguna atención a la postura. Observemos al profesor que, parado ante el encerado, escribe en él difíciles fórmulas: toda su atención consciente está puesta en el razonamiento que está escribiendo, pero no presta atención alguna al cálculo que alguien está haciendo constantemente para que el centro de gravedad de su cuerpo, sus vestimentas y la tiza, caiga dentro del polígono de sustentación que delimitan las suelas de sus zapatos (figura 9.1).

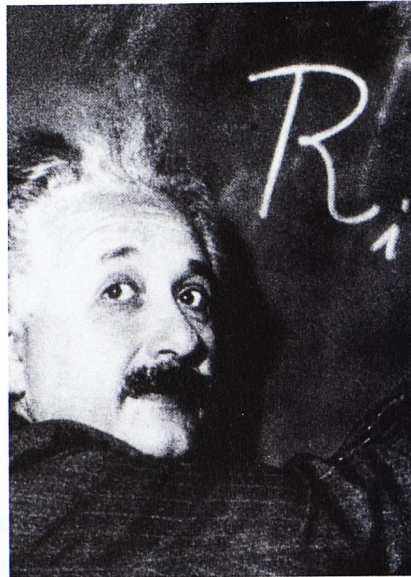


FIGURA 9.1.
Alguien está aguantando de pie al Einstein
que está pensando en sus fórmulas.

Ese “alguien” podemos imaginarlo como una parte del sistema nervioso que sabe tomar las decisiones oportunas para dar las órdenes correctas al sistema muscular. En cada músculo hay fibras estructurales y fibras posturales Y las decisiones las toma basándose en la información que le envían los captosres posturales.

Podríamos decir que ese “alguien” es el sistema postural: un todo estructurado, con entradas múltiples y diversas funciones que se complementan entre sí:

- oponerse a la gravedad y mantener una estación erecta;
- oponerse a las demás fuerzas exteriores;
- situarnos en el espacio-tiempo estructurado que nos rodea;
- equilibrarnos en el movimiento, orientarlo y reforzarlo.

Los captosres que colaboran en el mantenimiento de la postura erecta se investigaron durante el siglo XIX. En 1890 ya existía una escuela de posturografía en Berlín. Flourens estudió la importancia del aparato vestibular, Romberg profundizó en el papel de los ojos, Longet en el de la pro-

piocepción de la musculatura paravertebral y Schérington en el “sentido muscular”.

Conceptos poco conocidos como el de “sentido muscular”, o la relación del aparato masticador con la postura, están actualmente enriqueciendo el oficio de muchos profesionales de la sanidad.

En la percepción de nuestro entorno intervienen exteroceptores y propioceptores:

- Los exteroceptores nos sitúan con relación al entorno (tacto, temperatura, visión, audición ...).
- Los propioceptores sitúan las partes de nuestro cuerpo con relación al todo, en una postura dada. Si ponemos una mano detrás de nuestra propia espalda, aunque no la veamos, ni la toquemos, ni la oigamos, sabemos dónde está gracias a la propiocepción.
- Los centros superiores procesan los datos de estas dos fuentes y gobiernan, en función de ellos, el sistema músculo-esquelético.

Captosres del sistema postural

Consideramos cuatro captosres fundamentales: los pies, los ojos, el aparato vestibular y el aparato masticador. Dos de estas entradas dominan: el pie y el ojo, que son a la vez exocaptosres y endocaptosres. En efecto, el pie capta las irregularidades del suelo y también responde a los desequilibrios que originan las asimetrías del cuerpo del sujeto. El ojo tiene un papel exteroceptivo importante para la postura, en relación con la visión periférica, y un papel propioceptivo ligado a la relación que los músculos oculares guardan con los músculos del cuello y los hombros.

Si el oído interno se desajusta raramente, el pie y el ojo se desajustan con frecuencia, y un ligero defecto de convergencia ocular o una asimetría podal pueden provocar un desequilibrio de las cadenas musculares posturales, haciendo aparecer patologías que son la consecuencia y no la causa del desajuste.

El aparato vestibular, que se encuentra en el oído interno, es uno de los instrumentos que tiene el cuerpo humano para orientarse en el espacio

y, pese a ser el más conocido, no es el único; uno de los aportes de la moderna posturología ha consistido en poner de relieve la importancia de otros captosres a los que no se prestaba la debida atención.

El aparato masticador es también co-responsable de la postura del sujeto. Esta circunstancia, desconocida por muchos profanos y algunos dentistas, tiene un interés que no es fácil de entender a pesar de su importancia.

El pie

Al hablar del pie como captor postural, hay que considerar la piel, la musculatura y las articulaciones, incluido el tobillo. La planta posee abundantes exteroceptores gracias a las terminaciones nerviosas que la sensibilizan. La red neuromuscular de la musculatura del pie y los receptores articulares de las numerosas articulaciones que contiene, hacen del pie un endocaptor y, a la vez, un exocaptor de capital importancia para el sistema postural. Las informaciones que capta el pie son enviadas a los centros superiores y también a la musculatura a través de neuronas que estimulan o inhiben la contracción del músculo.

El pie es el final de trayecto de las cargas del cuerpo antes de llegar al suelo; hace de pivote, de entrega entre el cuerpo y el suelo. Por eso puede verse obligado a corregir los desajustes que vienen de arriba, deformándose él para que el conjunto mantenga un equilibrio: es el caso del pie llamado adaptativo. Cuando una mala formación del pie causa un desajuste en el equilibrio del sujeto, hablaremos de un pie causativo.

El ojo

Las cámaras fotográficas funcionan como el ojo; éste, además, tiene un sistema de transmisión de la imagen a la conciencia a través del nervio óptico.

Los movimientos del ojo están gobernados por tres pares de músculos (figura 9.2) un par orientado verticalmente, otro par horizontalmente y el

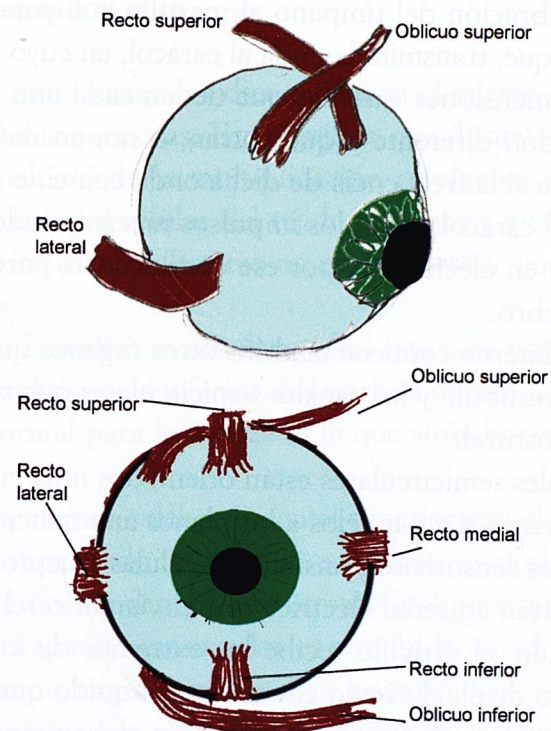


FIGURA 9.2.
Musculatura del ojo derecho.

tercer par de forma oblicua. Pero estos músculos no sólo tienen por misión enfocar y orientar el ojo: también están en comunicación con los músculos del cuerpo, de manera que un desequilibrio en la musculatura ocular se transmite a la musculatura corporal y, por lo tanto, modifica la postura del sujeto. De ahí la importancia que tiene una visión bien equilibrada en el mantenimiento de una bipedestación sana.

El aparato vestibular

Los anatomistas han dividido el oído en tres partes: externo, medio e interno (figura 9.3). En el oído externo, el pabellón auditivo u oreja ayuda a captar ondas sonoras con su buena forma algo abocinada. En el oído medio las diferencias de presión del aire se transforman en sonido, al

transmitirse la vibración del tímpano al martillo y al yunque; el estribo, conectado al yunque, transmite la onda al caracol, en cuyo interior existen unos cilios de dimensiones variadas que tienen cada uno una frecuencia propia de vibración diferente y que entran, o no, en resonancia con la onda que les llega si la frecuencia de dicha onda coincide con la del cilio. En el interior del caracol, pues, los impulsos mecánicos de cada frecuencia se convierten en eléctricos y por ese conducto, la percepción del sonido llega al cerebro.

Pero el oído interno contiene también otros órganos que no colaboran a la audición: el vestíbulo y los canales semicirculares que son captosres del sistema tónico postural.

Los tres canales semicirculares están orientados muy euclidianamente, son ortogonales entre sí y paralelos a los planos anatómicos. Al inclinar la cabeza, unos cilios sensoriales transmiten a células receptoras una presión que éstas convierten en señal eléctrica que envían al cerebro.

En el vestíbulo, el utrículo recibe los extremos de los canales semicirculares; debajo de él, el sáculo envuelve un líquido que contiene unos cristales calcáreos que al acelerarse el cuerpo del sujeto, actúan contra una membrana permitiendo que las células receptoras detrás de la membrana transmitan un impulso a las células neuronales que enviarán la corriente al cerebro.

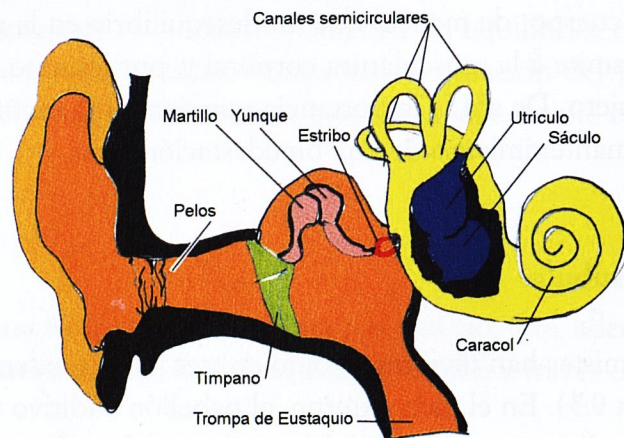


FIGURA 9.3.

El aparato masticador

Las células que forman los dientes tienen el mismo origen ontogénico que las células nerviosas. Eso significa que durante el desarrollo del feto existe un estado de la multiplicación celular en el que un mismo tipo de célula da lugar células del tejido nervioso y a células que han de formar los futuros dientes. Por eso no es de extrañar que los dientes sean propioceptores.

El plano de Francfort es un plano ideal que pasa por la parte superior del conducto auditivo y la inferior de la órbita ocular. La orientación que se considera normal para la cabeza es la que sitúa horizontal al plano de Francfort.

La oclusión, el encaje del arco dental superior con el inferior, ha de estar en un plano inclinado de 4.º a 6.º con relación al plano de Francfort (figura 9.4) en casos de dentadura normal. Cualquier malformación o desequilibrio en el aparato masticador es percibida por el sistema nervioso, a través del nervio trigémino. Algunos posturólogos se preguntan si el aparato masticador es un elemento regulador del sistema tónico postural o simplemente un elemento potencialmente perturbador del mismo. En lo que no existe controversia es en el concepto de que el aparato masticador tiene relación con la postura del individuo.

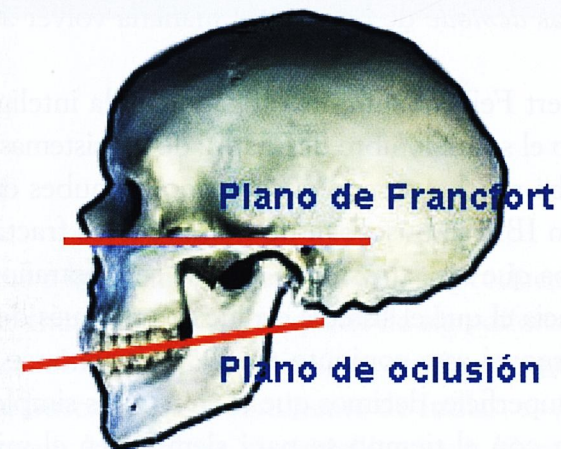


FIGURA 9.4.

La teoría del caos

El admirable Stephen Hawking, en su conferencia “¿Juega Dios a los dados?” cita la frase de Laplace: “si en un tiempo, conocemos las posiciones y velocidades de todas las partículas del universo, entonces podríamos calcular su comportamiento en cualquier otro tiempo, en el pasado o en el futuro”. Hawking utiliza esta frase como punto de partida hacia el Principio de Indeterminación de Heisenberg del que hemos hablado en el capítulo 5. Muestra como, después del Principio de Indeterminación, la hipótesis laplaciana de una predictibilidad determinista está en desuso. Desde nuestro oficio deberíamos aprender que la predicción del uso de un objeto diseñado puede ser altamente indeterminada: la anécdota de la señora que revistió un asiento de Mies van der Rohe con un tapizado estampado que a Mies le pareció inaceptable, ilustra el principio de indeterminación del diseño: el maestro racionalista vio transformarse en ridículo un objeto que él ideó para ser sublime o, cuando menos, muy elegante. En nuestro oficio, algo parecido a este principio sucede con frecuencia; he aquí otro ejemplo: los diseños racionalistas de los años treinta del siglo pasado, que estaban hechos para abaratar la producción y para que las clases desfavorecidas accedieran a un mobiliario económico, se venden actualmente en tiendas elitistas, a precios no económicos. La moda aporta un ejemplo constantemente renovado: lo más “*inn*” tarda poco en transformarse en lo más “*out*” y nadie puede predecir si lo más *demodé* de hoy pueda mañana volver a hacer furor, o no.

Edward Albert Feigenbaum, investigador de la inteligencia artificial que se ha ganado el sobrenombre de “padre de los sistemas expertos”, hacia el 1974 pasaba mucho tiempo observando las nubes en horas de trabajo, mientras en IBM le buscaban un nombre a los fractales, y Stephen Smale demostraba que los “atractores” podían ser “extraños”. Un atractor es el conjunto hacia el que el sistema evoluciona después de un tiempo suficientemente largo; si este conjunto puede representarse por un punto, una línea o una superficie, decimos que el atractor es simple; en el caso de un péndulo, que con el tiempo se para siempre en el mismo punto, el conjunto atractor es un punto.

Si este conjunto no es una figura geométrica, si es topológicamente extraño, se le llama atractor extraño. La descripción de atractores de sistemas dinámicos caóticos ha sido uno de los grandes logros de la teoría del caos. Las representaciones de los atractores extraños suelen constituir bellos cuadros y esculturas de estilo abstracto; es de notar que cuando el arte elabora la abstracción, la ciencia matemática produce esas formas, claros ejemplos de abstracción como tendencia artística (figura 9.5). En la historia de la arquitectura occidental, el templo griego actúa como un atractor al que repetidamente vuelven los arquitectos, como si la construcción no pudiera pasar demasiado tiempo sin visitar el Partenón.

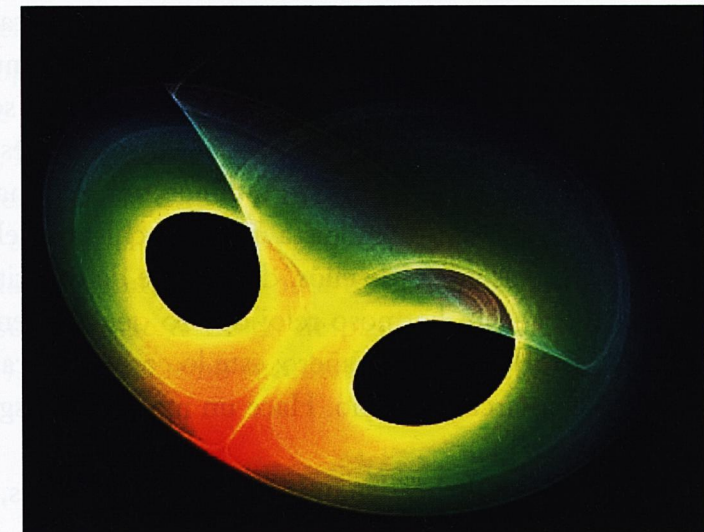


FIGURA 9.5.
Atractor extraño de Lorenz.

Serendipidad

Así se llama a la circunstancia en la que se producen hallazgos o ideas nuevas en el transcurso de la búsqueda de algo diferente a lo que se encuentra. El descubrimiento de un nuevo continente por parte de Colón cuando lo que buscaba era el continente de Indias, es producto de la serendipidad, como lo es el de la penicilina, que Fleming encontró por descuido de unas placas en las que había cultivado una bacteria llamada

Staphilococcus aureus. El local donde las descuidó reunía las condiciones de temperatura y humedad precisas para el desarrollo de un *penicilium*, hongo que tenía la capacidad de segregar una sustancia que acababa con la bacteria: la penicilina. Fleming supo encontrar lo que no buscaba; Colón se dio contra lo que no buscaba. En todo trabajo en que interviene la creatividad, puede estar presente la serendipidad. Cuando Feigenbaum observaba las nubes quizás buscara en su forma caótica inspiración para entender cómo funciona la inteligencia humana; si era así, Feigenbaum era un “serendípico” consciente y activo. Como Fleming, cualquiera de nosotros corre el riesgo, al trabajar en un proyecto, de encontrar soluciones a otros proyectos que quizás nadie nos ha solicitado y, si se presenta este caso, es conveniente tener en cuenta que nuestra inventiva trabaja más como una nube que como un polígono regular y que parte de nuestra tarea ha de ser la de poner orden en el “caos” de ideas y posibles soluciones que hemos sido capaces de imaginar. Y no todas las soluciones que juzgamos inoportunas para el problema que estamos tratando han de ser inútiles. No hagamos como el protagonista de aquel chiste en el que dos amigos salen a buscar setas y uno de ellos, de repente da un grito de alegría y se agacha a recoger un hermoso reloj de oro que encuentra en el suelo. Gozoso, se lo tiende a su compañero; éste lo coge, lo mira y ve que se trata de un reloj de marca, carísimo. Hace un mohín de disgusto y lo tira, riñendo a su amigo:

—Mira que te lo tengo dicho: ¡cuando vamos a setas, setas, y los relojes cuando vayamos a relojes!

Zen, I Ching y teoría del Caos

Uno de los hexagramas del libro de adivinación chino *I Ching* es *HSIAO CH’U*; su título es “El domesticador o el poder de lo pequeño”.

Reza un dicho zen: el batir de un ala de mariposa mueve las estrellas. Llama la atención que el contenido de ese hexagrama del rancio libro de adivinación y el antiguo proverbio zen sea el mismo que el del moderno “efecto mariposa” de la teoría del Caos: ¿puede el aleteo de las alas de una mariposa en Japón desatar un huracán en Florida? Este curioso

efecto lo puso de manifiesto Edward Lorenz en los años sesenta del siglo pasado, al tratar de establecer fórmulas matemáticas que permitieran predecir la meteorología. Se dio cuenta de que haciendo dos suposiciones previas casi totalmente idénticas, la pequeña diferencia entre ambas podía dar lugar a enormes diferencias en la predicción de las condiciones meteorológicas de un futuro no muy lejano: como si una diferencia tan liviana como el aleteo de una mariposa pudiera ocasionar un huracán que no hubiera existido sin ese leve aleteo.

Los posturólogos de la bipedestación han tomado el efecto mariposa como agua de mayo y nos dicen que un pequeño desajuste en un pie, en un diminuto músculo ocular o en una muela, puede tener efectos catastróficos en el sistema músculo-esquelético de un sujeto (figura 9.6). En efecto, supongamos que al sujeto en buena bipedestación (1) le sobreviene un pie izquierdo varo; esta circunstancia hará que el tobillo descienda un poco, lo cual arrastrará una leve caída de la parte izquierda de la cadera, antes normalmente horizontal. La espina dorsal, antes vertical, se inclinará y, aunque el ángulo sea pequeño, el desplazamiento de la cabeza ya no será tan insignificante y, para recuperar la posición primitiva de los ojos, el sujeto corre el riesgo de producirse una escoliosis en la espina dorsal (3), pues lo que no sucederá es que se quede en la postura 2.

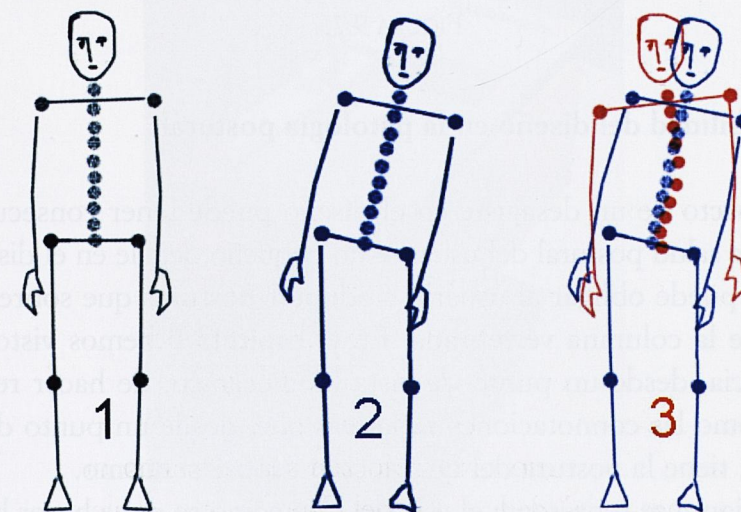


FIGURA 9.6.

En este caso, los hombros y la pelvis han basculado en sentidos opuestos: es lo que sucede cuando el captor inicialmente perturbado es el pie.

Si basculan en el mismo sentido, la causa inicial es un desajuste en la vista (figura 9.7). Podemos entender hasta qué punto el efecto mariposa es relevante en posturología si tenemos en cuenta que un problema de visión al que el oculista no otorga mayor importancia puede ser la causa de una deformación postural grave. Aquí el posturólogo descubre la importancia de lo que para el oculista es pequeño, como en el hexagrama del I Ching.

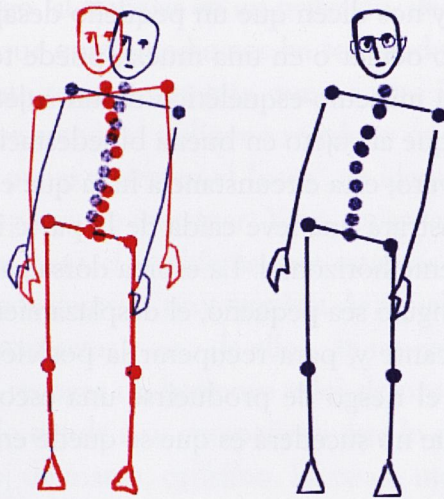


FIGURA 9.7.

Responsabilidad del diseño en la patología postural

El impacto de un desajuste en el diseño puede tener consecuencias graves en la salud postural del usuario: un pequeño detalle en el diseño de un lavabo puede obligar al usuario a adoptar posturas que sobrecargan inútilmente la columna vertebrada. En el capítulo 7 hemos visto la inconveniencia, desde un punto de vista biomecánico, de hacer reverencias, así como las connotaciones negativas que, desde un punto de vista emocional, tiene la postura del que se cierra sobre sí mismo.

En la figura se representa el esquema de cómo se debe hacer bajar el nivel de los ojos: flexionando las piernas; todo objeto que tenga que co-

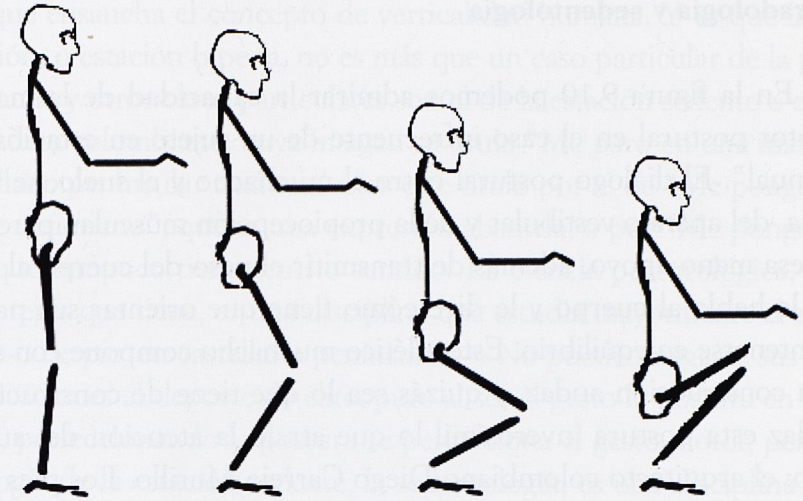


FIGURA 9.8.

laborar a una actividad del usuario y que le impida bajar de esta manera la altura de los ojos para ver o de las manos para acceder, obligándolo a adoptar posturas patógenas, es un objeto inconveniente: en el lavabo de la figura 9.9, el usuario se ve obligado a adoptar las posturas patógenas de la reverencia (capítulo 7).



FIGURA 9.9.

Paradología y sedentología

En la figura 9.10 podemos admirar la capacidad de la mano como captor postural en el caso infrecuente de un sujeto en estación “monomanual”. El diálogo postural entre el muchacho y el suelo, se vale de la vista, del aparato vestibular y de la propiocepción muscular, pero la palma de esa mano-apoyo, además de transmitir el peso del cuerpo al pavimento, le habla al cuerpo y le dice cómo tiene que orientar sus partes para mantenerse en equilibrio. Este atlético muchacho compone con su cuerpo una construcción audaz, y quizás sea lo que tiene de constructivamente audaz esta postura inverosímil lo que atrajo la atención del autor de la foto: el arquitecto colombiano Diego Carrejo Murillo. Los pies del chico boca abajo parecen mantener el apelotonado suburbio que trepa por la ladera, echando ramas que engarzan al barrio y aparecen como buqués verdes entre el amasijo de casas.

Así que si Charles Bell, a principios del siglo XX se preguntaba cómo un hombre mantiene una postura inclinada contra un fuerte viento, un siglo más tarde podemos preguntarnos cómo este muchacho mantiene una postura vertical contra toda lógica, con una orientación de sus segmentos cor-

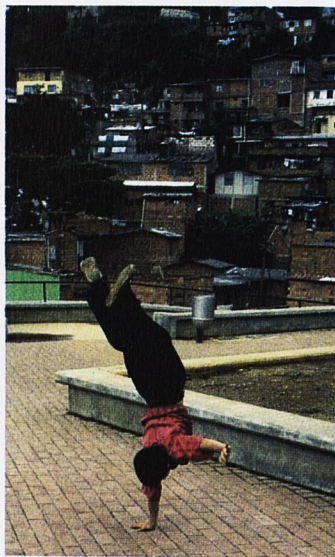


FIGURA 9.10.
“Me paro en una mano”, fotografía de Diego Carrejo Murillo.

porales que ensancha el concepto de verticalidad humana. Y es que la bipedestación, o estación bípeda, no es más que un caso particular de la postura humana, y otros casos particulares son el de la estación sedente o el de nuestro atleta colombiano, cuya imagen se titula “Me paro en una mano”. En castellano peninsular traduciríamos este título por el de “Me pongo de pie sobre una mano”, que es una expresión absurda, o por “Me pongo de mano”, que tampoco tiene mucho sentido. La ciencia posturológica, con todo el interés que tiene, es una disciplina que estudia mayormente el estar parado —o de pie, en castellano peninsular—. No pueden negarse sus exitosas aplicaciones al deporte de élite, pues al ser el gesto la postura en movimiento, perfeccionando la postura se perfecciona el gesto motor, pero la posturología de la estación sedente, la sedentología, es una disciplina que debería interesarse por la postura inducida por objetos ajenos al cuerpo del hombre, y cuando la biomecánica del ser humano trabaja con un objeto que es ajeno a su cuerpo, los captosres del sujeto han de ocuparse del sistema hombre-objeto y en estas condiciones pueden verse desbordados por la importancia excesiva del papel de ese objeto con el que actúan. En la figura 7.7 hemos visto la imagen de un niño escribiendo; observemos el detalle de la lengua que saca, de la anormal inclinación de la cabeza, con la insana diferencia de distancia entre la plumilla y cada uno de sus dos ojos. Saca la lengua porque está forzando el dedo pulgar, que pertenece a la cadena muscular lingual, y se inclina en esa forma porque está como auto-hipnotizado, absorto en su tarea. La postura de este muchacho es la del sistema niño-pluma: todo él está puesto en la punta de la plumilla y su postura hay que estudiarla desde la sedentología y no desde la paradología.

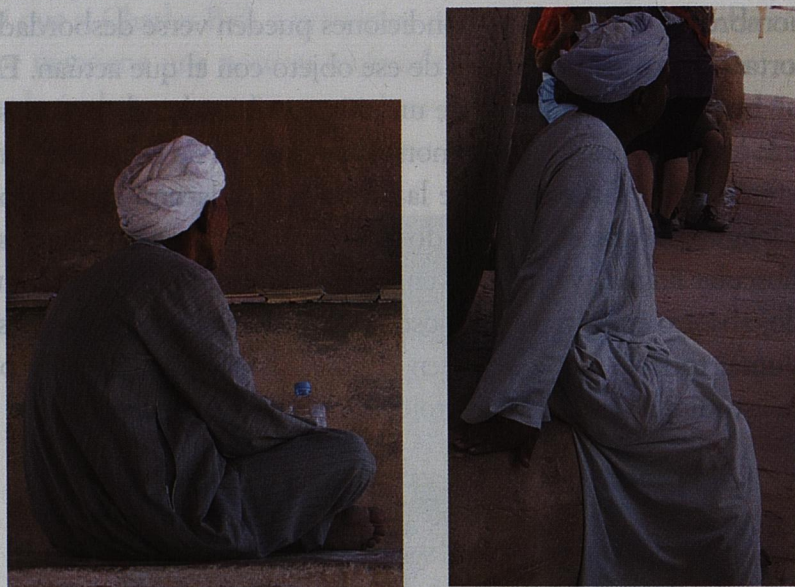


FIGURA 9.11.

Nociones elementales de sedentología

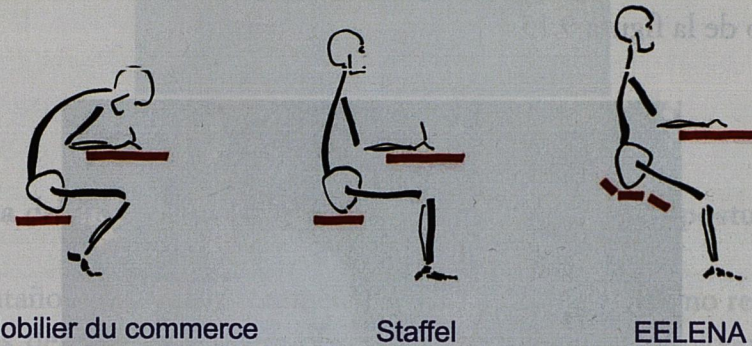
En cualquier postura de descanso, en la que el sujeto se apoya en un objeto para reposar, hay que tener en cuenta unos pocos conceptos básicos aplicables a la infinidad de casos posibles.

Si la postura inducida por el objeto reposador implica la verticalidad del tronco, convendrá mantener las curvas naturales de la columna vertebrada —que son propias de la bipedestación— en la postura sedente. En las figuras 9.12 y 9.13 vemos dos formas de sentarse pertenecientes a una misma cultura; en la primera, el sujeto ha perdido sus curvas naturales de la espalda; en la segunda el sujeto descarga a través de los brazos buena parte del peso del tronco, el cual presenta una forma más parecida a la de una correcta bipedestación. Nótese que este último tiene la cabeza menos hundida entre los hombros que el sujeto anterior.



FIGURAS 9.12 y 9.13.

En la figura 5.18 hemos visto dos perfiles completamente diferentes de dos posturas aparentemente muy semejantes: como en el efecto mariposa, una pequeña diferencia en la forma del asiento da lugar a una diferencia enorme en la salubridad de la postura.



EELENA POWER INNOVATION

FIGURA 9.14.

En la figura 9.14, arriba, vemos unos escolares sentados en el mobiliario patógeno que inunda nuestras escuelas y otros que utilizan un mobiliario que induce posturas que no deforman la espina dorsal. En la parte de abajo se esquematiza la postura deforme de la sedestación moderna, la postura propuesta por el doctor Staffel en la Alemania de 1884 y la propuesta por mi asiento que trata de inducir en el sedente la postura del astronauta, de la que ya se habló en el capítulo 5 como postura-diana saludable¹.

¹ Véase: Antonio Bustamante "Mobiliario Escolar Sano", Editorial Mapfre S.A., Madrid 2004.

El objeto reposador debe facilitar el cambio de postura, permitiendo un mínimo masaje de las áreas del cuerpo en contacto con el objeto: la rigidez es insana, incluso en posturas convenientes.

Como es frecuente que el sujeto sedente realice una actividad durante la sedestación, tendremos en cuenta que lo que está delante de él va a determinar su postura más que lo que está detrás y debajo de él: que la mesa es más determinante postural que el asiento. La actividad toma el mando de la postura, como en el muchacho de la figura 9.11.

La vista insuficiente o una posición defectuosa de las gafas pueden inducir posturas patógenas en la persona sentada que realiza una actividad.

Si la actividad a realizar es la de ingerir alimentos, procuraremos no comprimir el estómago sobrecargándolo con tensiones innecesarias, como el sujeto de la figura 9.15.



FIGURA 9.15.

Las mujeres embarazadas deberán evitar los asientos en ángulo recto y procurar sentarse con un ángulo tronco-fémur lo más abierto posible (figura 9.16).

Al adoptar cualquier postura de reposo será bueno no perder las curvas naturales de la espalda durante largos periodos de tiempo. La diferencia entre las dos imágenes de un mismo sujeto sentado en asiento patógeno moderno y reposando en asiento que cumple las condiciones apuntadas, puede apreciarse en la figura 9.16.



FIGURA 9.16.

La ayuda del mobiliario a la postura sana y la formación postural

Si antaño los médicos recomendaban la musculación como remedio a los males derivados de malas posturas, hogaño los posturólogos hacen más hincapié en la formación que en la musculación, como si hubieran descubierto que más vale maña que fuerza. Por eso se debe prestar especial atención al desarrollo y la formación en las primeras etapas de la vida. Proveer al escolar de un mobiliario no patógeno y de una formación postural parece algo sensato y de evidente necesidad, pero el horror al cambio y otras razones de índole más económica que ergonómica se oponen constantemente a esta mejora, con la excusa de que hay que demostrar que el cambio vale la pena, y preguntan: ¿es posible evaluar fiablemente la conveniencia de una modificación del mobiliario para la docencia en las escuelas?

- Primero: hay que definir “la conveniencia”,
- segundo: concretar la manera de evaluarla, y
- tercero: demostrar que la evaluación es fiable.

Definición

Diremos que un mobiliario escolar “A” es más conveniente que otro “B”, cuando “A” provoca menos trastornos que “B” en la salud de sus usuarios.

Evaluación

Evaluar la influencia del mobiliario escolar en la salud del alumnado usuario, requiere la definición previa de a qué tipo de influencia nos referimos. Admitiremos que el único efecto del mobiliario escolar en la salud del alumnado es el causado por la postura que el mobiliario induce en el cuerpo del usuario. Prescindiremos así de la posible toxicidad de los materiales, del efecto no neutro de la calidad estética del mobiliario, del efecto psicológico que los colores provocan en el usuario y de las circunstancias ajenas al mobiliario en sí que constituyen acciones no directamente dirigidas a la salud del alumno, pero con repercusiones sobre ella, en bien o en mal. Si prescindimos de controlar estas variables es porque no nos es posible controlarlas.

Para medir, con las restricciones citadas, el efecto del mobiliario escolar sobre sus usuarios, podríamos establecer el seguimiento de un gran número de alumnos que, habiendo utilizado durante todo el periodo escolar el mobiliario experimental, fueran observados durante toda su vida por equipos médicos que pudieran opinar —cada vez que el sujeto presentara alteraciones de la salud— sobre la posible relación entre la alteración observada y el mobiliario de la etapa escolar del sujeto.

Otro grupo de un gran número de alumnos que hubiera utilizado durante todo el periodo escolar un mobiliario no experimental sería seguido y controlado durante toda su vida por los mismos equipos médicos, con los mismos criterios de control empleados con el grupo experimental.

Antes de continuar el examen del pliego de condiciones del experimento, parémonos a sopesar las dificultades más evidentes:

Si bien está claro a qué nos referimos cuando hablamos de “mobiliario experimental”, no lo está al referirnos a “mobiliario no experimental”:

éste debería ser un mobiliario igual para todo el grupo de referencia y el experimento sólo sería válido para comparar estos dos tipos de mobiliario. La realidad es que en los centros docentes conviven varios tipos de mobiliario y no podemos establecer con la seriedad requerida el concepto de “mobiliario no experimental”, por la incapacidad que tenemos de definirlo.

El equipo médico debería trabajar en la observación de las dos poblaciones desde el principio de la primera escolaridad de éstas hasta —por lo menos— el año de la defunción del escolar observado más largo: los médicos que comenzaran la experiencia no podrían albergar la esperanza de ver su final.

Si esta experiencia se hubiera iniciado en los años 70, la llegada del ordenador a las aulas hubiera significado un cambio imprevisible en la manera de utilizar el mobiliario; esto hubiera obligado a reiniciar la experiencia no antes de los años 90.

Los grupos de observación y de referencia habrían de ser lo más homogéneos posible, desde el punto de vista social, económico y cultural. Y cada grupo habría de ser cuanto más numeroso, mejor: una clase de 30 alumnos sería ampliamente insuficiente para nuestro caso. Si los grupos de observación y de referencia se reclutan en un solo centro, se precisarían no menos de diez promociones de alumnos para justificar la fiabilidad de la experiencia.

Suponiendo que los inconvenientes ya citados se superaran, no podríamos medir las consecuencias del “efecto protagonista” que padecerían los alumnos del grupo de observación, efecto que no depende del mobiliario experimental, sino que está inducido por él. Y también los alumnos del grupo de referencia padecerían del inevitable “efecto protagonista” con consecuencias difícilmente previsibles. Es atractiva la idea de conjeturar sobre la influencia del “efecto protagonista” en esta posible experiencia: es atractiva pero inútil, porque la experiencia no es posible: es imposible. Esto no nos impide conjeturar que no es posible evaluar fielmente la conveniencia de una modificación del mobiliario para la docencia en las escuelas, con talante científico.

Evidencia de que la evaluación no es fiable, o principio de incertidumbre de casi todo lo que tiene interés

La evaluación que proponemos no es fiable, pues no podemos pretender realizar un razonamiento con talante científico sobre una experiencia que nos es imposible llevar a cabo.

La imposibilidad de demostrar lo que nos parece evidente es una fuente de angustia, tanto mayor cuanto más importante nos parezca el asunto indemostrable. Pero hemos de aceptar que es mejor no tratar de engañar —bajo la excusa de que el fin justifica los medios— porque con esta regla del juego puede llegarse a estar convencido de poseer la verdad, la exclusividad del bien y a disculpar cualquier crimen. Así que nos limitaremos a manifestar “a mí me parece que ...” o “apuesto a que ...” en vez de “tal como queda demostrado ...” Esto nos permite llegar a conclusiones de precisión ambigua como la que dice: algunos hombres y mujeres calzados del siglo XX tenían unas medidas corporales parecidas a las que aparecen en la ilustración del capítulo dedicado a la antropometría en este texto: no es un concepto de enorme importancia, pero no es falso ni pretende un rigor que no tiene.

Este remedo del principio de incertidumbre de Heisenberg se me antoja un ejercicio espiritual de realismo que ayuda a aterrizar a quien ha echado a volar con el método científico y —sin darse cuenta— ha puesto a la Ciencia donde Moisés ponía a Yavé: fuera y por encima del hombre, y capaz, por lo tanto, de juzgar la coherencia de todo lo que tiene interés para el ser humano.

Para consolarnos del reconocimiento de tan triste situación, recordemos las palabras de Aristóteles que nos ayudarán a recentrar la cuestión:

“Nuestra aspiración, en efecto, no es saber qué es la fortaleza, sino ser fuertes; no saber qué es la justicia, sino ser justos, de la misma manera que deseamos estar sanos más bien que averiguar en qué consiste la salud, y gozar de buena constitución corporal más bien que averiguar en qué consiste la buena constitución corporal”².

² Aristóteles. *Ética a Eudemo*.

Una manera de medir la influencia del mueble sobre la postura

El posturólogo y profesor de educación física Marcel Plà ha llevado a cabo una experiencia de especial interés a lo largo de cinco años en su escuela de Carcasona (Francia). El interés principal de esta experiencia consiste en responder a la gran pregunta que en el apartado anterior hemos dejado sin respuesta. Plà ha controlado durante cinco años a tres grupos de alumnos:

1. un grupo de referencia,
2. un grupo que utilizaba un mobiliario que induce la postura del astronauta, y
3. un grupo que utiliza el mobiliario del grupo anterior y que, además, recibe formación postural impartida por el propio profesor Plà (figura 9.17).



Foto: Antonio Bustamante

FIGURA 9.17.

La influencia del mobiliario y la formación sobre el alumno se mide haciendo un control semestral del sentido del equilibrio del alumno³. Al ser mayor la ganancia de sentido del equilibrio en el grupo 3 y menor en el 1, se comprueba que la influencia del mobiliario y la formación educan posturalmente al alumno y, por lo tanto, hacen menguar *a fortiori* el riesgo postural.

El que se tenga que demostrar la evidencia de que el mobiliario que en España no cesa de provocar malos hábitos posturales en la población escolar, es peor que cualquier configuración de trabajo que tenga en cuenta la biomecánica del usuario, da una idea de la potencia de los intereses económicos que hay detrás de ese sector del mercado del mueble que, con escenografías de laboratorio científico pretenden hacer creer que un niño lleno de bombillas es garantía de una postura sana, cuando el niño está utilizando un puesto de trabajo paradigma de lo insano (figura 9.18).

El alumno se familiariza más con el sistema tónico postural si se le proponen ejercicios de trabajos manuales que tengan por objetivo representar la complejidad de este sistema, interconectando sistema nervioso, músculo-esquelético, captadores y buen humor, como en la figura 9.19.



FIGURA 9.18.

Una escenografía aparatosa para una configuración desastrosa.

³ El sentido del equilibrio se evalúa con una plataforma de fuerzas, aparato que sitúa analítica y gráficamente el centro de gravedad del sujeto, proyectado sobre un plano horizontal.

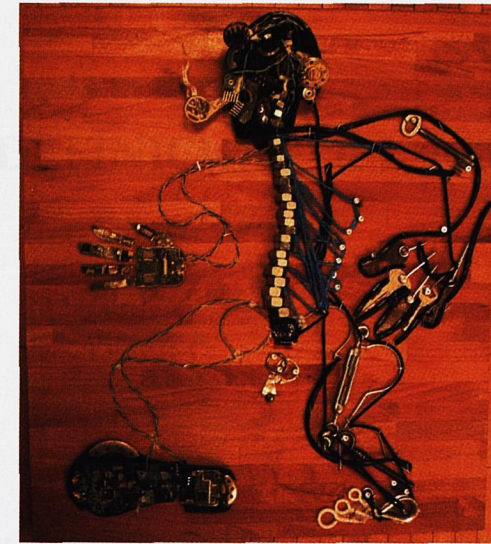


FIGURA 9.19.

Ejemplo del autor sobre una propuesta de Marcel Plà para ejercicio de trabajos manuales y posturología.

10.

LA DEFINICIÓN DEL ASUNTO

Al diseñar estamos tratando de dar respuesta a un asunto a través de la creación de un objeto, y para dar la respuesta acertadamente será bueno saber cuál es la pregunta, evitando responder a cuestiones que nadie nos propone y que carecen de interés. Si nuestra respuesta satisface la pregunta y añade todavía más riqueza al asunto que tratamos, nuestro diseño tendrá más calidad que si se hubiera limitado a cumplir con lo que se le pedía. Pero el diseñador, que no puede evitar agregar “algo suyo” a la estricta solución del problema, ha de ser responsable de que lo que añade constituya un valor añadido y no un valor disminuido. Y en cualquier caso debe evitarse el desconocimiento de la pregunta, es decir: de las circunstancias del asunto que vamos a mejorar con nuestro diseño.

Lo dicho es del dominio de perogrullo y si me atrevo a escribirlo es por lo que tiene de poco frecuente el buen conocimiento del asunto que se trata de resolver mediante el diseño. En los centros de producción industrial de grandes dimensiones, la estratificación de funciones suele dar lugar a que, desde el nivel de la “oficina de proyectos” se planeen acciones que se tienen que ejecutar en el nivel del “taller de producción”, sin participación de las personas que componen este último nivel. Éstos pueden llegar a sentir un profundo malestar si consideran que su trabajo se entorpece a causa de la falta de información que de sus tareas tienen las personas que “desde lejos” las proyectan. No es raro encontrar, en este tipo de grandes organizaciones, que los componentes de uno y

otro nivel den a un visitante dos explicaciones completamente distintas de cómo se lleva a cabo una operación determinada: la persona del nivel de la “oficina de proyectos” cuenta al visitante lo que él cree que se hace en el taller; la persona del “taller de producción” explica lo que efectivamente se hace en el taller. Estas situaciones tienen consecuencias que van mucho más allá de la anécdota, pues una situación así es reflejo de una falta de efectividad debida a la carencia de coordinación entre las partes: obviamente alguien está trabajando con productividad menor que si los niveles funcionaran coordinadamente, en equipo. Desde la ergonomía hemos de poner de relieve el malestar que produce en el trabajador la circunstancia de no ver valorado su papel en la empresa, y el freno que eso comporta en el mantenimiento de una buena atmósfera de trabajo, que es cuestión delicada que requiere atención constante en el seno de la empresa.

El pliego de condiciones

Cuando se habla de pliego de condiciones se entiende, en general, de condiciones técnicas, pero bastará adjetivar otra vez al pliego para enriquecer su contenido con las condiciones de uso y, así, definiendo lo mejor posible las condiciones de utilización del objeto a diseñar, estaremos mejor situados para dar al asunto la respuesta que se nos pide.

Como ya se ha dicho anteriormente, estamos lejos del Renacimiento y ya no hay mente humana capaz de abarcar los conocimientos actuales en varias materias, como hacían los grandes renacentistas gracias a su genio y a la brevedad de los conocimientos de entonces. También se ha dicho que en sociedades menos complejas, el fabricante de un objeto era a menudo el propio usuario y sabía lo que esperaba del objeto. Pero en nuestras sociedades actuales, cada vez hay menos usuarios que se fabriquen sus propios objetos y no siempre los proyectistas utilizan lo que colaboran a producir.

El ergónomo que interviene en un centro de producción industrial para cumplir la misión de mejorar los puestos de trabajo, está obligado a observar al trabajador actuando en la configuración que tiene asignada.

Uno de los medios que el ergónomo tiene a su disposición es el diálogo con la persona que trabaja: en general ésta facilita una cantidad importante de información y es habilidad del ergónomo el preguntar de forma que el trabajador no deje de comunicar algo porque piense que no tiene importancia o que de nada servirá exponerlo.

Como ejemplo de pliego de condiciones de uso difícil de definir podríamos tomar la confección de prendas en el mercado de la moda: el proyectista de la moda trata de diseñar, en invierno, lo que le va a gustar a su cliente en verano. Para ello, el mercado del “prêt à porter” no escatima esfuerzos para estar en condiciones de responder a una “pregunta” que le harán tiempo más tarde, y hay que admirar el tino con que, en general, acierta. Pues bien, lo que es de desear es que se emplee la misma energía y la misma perspicacia en diseñar un bañador para el próximo verano que en proyectar un útil para asistir al personal de hospitales en su trabajo de asistencia a los enfermos de motricidad reducida: quizás la misma persona que en vacaciones usará ese bañador tan bien “previsto” sea el enfermero o la enfermera que precisa una mejora en su configuración de trabajo.

El talante de ir a enterarse de qué es lo que se va a hacer es poco habitual, pero las ventajas de su puesta en práctica hacen que sea cada vez más frecuente encontrar proyectistas atentos a no errar a la hora de optimizar el uso de lo que proyectan. Un amigo jubilado, trabajador de la industria mecánica, me contó que recordaba cómo, de joven, se quedó sorprendido cuando un ingeniero de la fábrica en la que trabajaba vino a preguntarle detalles sobre los carretones que servían para transportar unas piezas que salían de una determinada máquina. El ingeniero tenía el encargo de hacer construir, en la misma fábrica, carretones nuevos para servir a otra máquina igual que iba a instalarse. En vez de copiar la ya existente, el ingeniero fue a informarse en detalle del uso —aparentemente evidente y simple— del útil, y esa actitud impresionó tanto al joven obrero que, ya jubilado, todavía se acordaba del nombre de aquel ingeniero que supo preguntar: se llamaba Pascual Masana.

Recomendación

Tener en cuenta al usuario del diseño, hacer modelos de prueba siempre que se pueda, probarlos, y pensar que el mejor diseño siempre está por venir. Estas recomendaciones son también perogrullescas, pero no por eso inoportunas si se dirigen a personas que no tienen por costumbre tener en cuenta al usuario, ni hacer pruebas, ni creer que todo puede mejorarse. En cambio, quien ha aprendido a tener en cuenta al usuario, sea o no diseñador, no necesita de estos consejos para establecer una relación inteligente con los objetos que utiliza. Pero ¿cómo puede aprenderse a establecer una relación inteligente con los objetos que se utilizan? Sin duda se trata de un aprendizaje de esos que, si se tiene, no se sabe desde cuándo se tiene: la persona que es cuidadosa, respetuosa o jovial, no sabe desde cuándo lo es. Tampoco sabemos exactamente cuándo aprendimos a decir “está haciendo un tiempo de perros”, pero eso no nos prohíbe expresar con esa frase que hace mal tiempo. Y es que lo que se aprende en los primeros años de la vida —como el idioma materno— tiene un calado en la cultura de la persona que no llega a tener lo que se aprende en la edad adulta. Por eso, “tener en cuenta al usuario” no debería ser algo aprendido de mayor, sino una actitud que impregnara al sujeto desde que, en su infancia empezara a descubrir la complejidad del mundo que le rodea. Para una persona con este talante, la relación hombre-objeto se verá siempre filtrada por un pliego de condiciones de uso que el sujeto aplicará inconscientemente, sin saber desde cuándo lo hace; y eso lo hará si es diseñador o si es usuario del objeto. En el trío proyectista-objeto-usuario reinará más armonía si el usuario sabe lo que quiere y el proyectista sabe lo que va a convenir al usuario.

Y para que las generaciones que todavía tienen que descubrir la complejidad del mundo que nos rodea hagan ese descubrimiento de manera provechosa, la escuela primaria deberá enseñar el modo de empleo de ese mundo que rodea al niño, de manera que éste incorpore actitudes convenientes en lo tocante a la relación entre el hombre y el objeto. Esta nueva “asignatura” requerirá que los educadores crean en ella y que se les deje impartirla, como está de moda decir, “transversalmente”: la relación correcta entre hombre y objeto ha de estar presente en todas las activi-

dades escolares, y es un objetivo que ya algunos educadores de escuela primaria incluyen en su labor docente: el ejemplo más brillante que conozco es el de la psicóloga Àngels López, maestra de Primaria en una escuela de Mataró. Esta educadora sabe inducir en sus educandos la curiosidad por el medio en que viven. La tesina del máster de ergonomía de Àngels trató sobre los riesgos escolares de su clase. Este trabajo, que merece ser divulgado entre los educadores de todos los niveles, se basa en la experiencia que la autora realizó con sus alumnos al proponerles un “análisis ergonómico” de los objetos y locales que utilizaban en la escuela. Los niños pasaron al peine fino todo lo que veían y tocaban en la escuela, desde manijas de ventana criminales que ya tenían en su ficha varias heridas como de arma blanca (figura 10.1), interruptores de luz demasiado altos para la talla de sus usuarios (figura 10.2), hasta el nefasto mobiliario escolar que sufrían a diario, con el que experimentaron diversas inclinaciones del tablero de las mesas, valiéndose del escaso e inadecuado material de que disponían en una clase que no está prevista para que el alumno piense también con las manos (figuras 10.3 y 10.4). Aquí se echa de menos una “transversalidad” de las enseñanzas: ¿no sería bueno que los trabajos manuales de estos alumnos se orientaran a mejorar los objetos que los propios alumnos han descubierto como “mejorables”?



Foto: Àngels López

FIGURA 10.1.
Una manija criminal.



FIGURA 10.2.
Un interruptor hecho para que no pueda usarse.

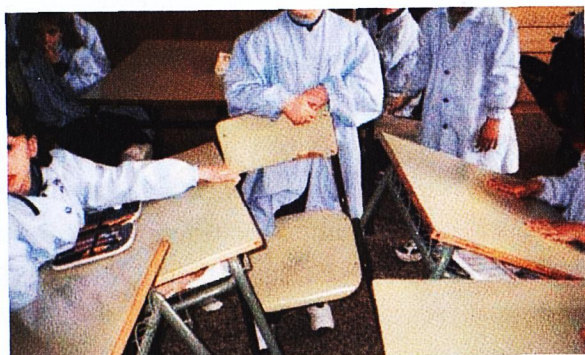


FIGURA 10.3.
Los niños experimentan la inclinación del tablero.

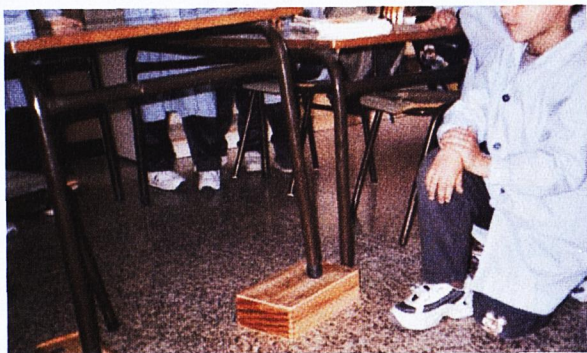


FIGURA 10.4.
Los alumnos aprenden a investigar y analizar la relación hombre-objeto, pese a que la escuela no les facilita el material necesario.

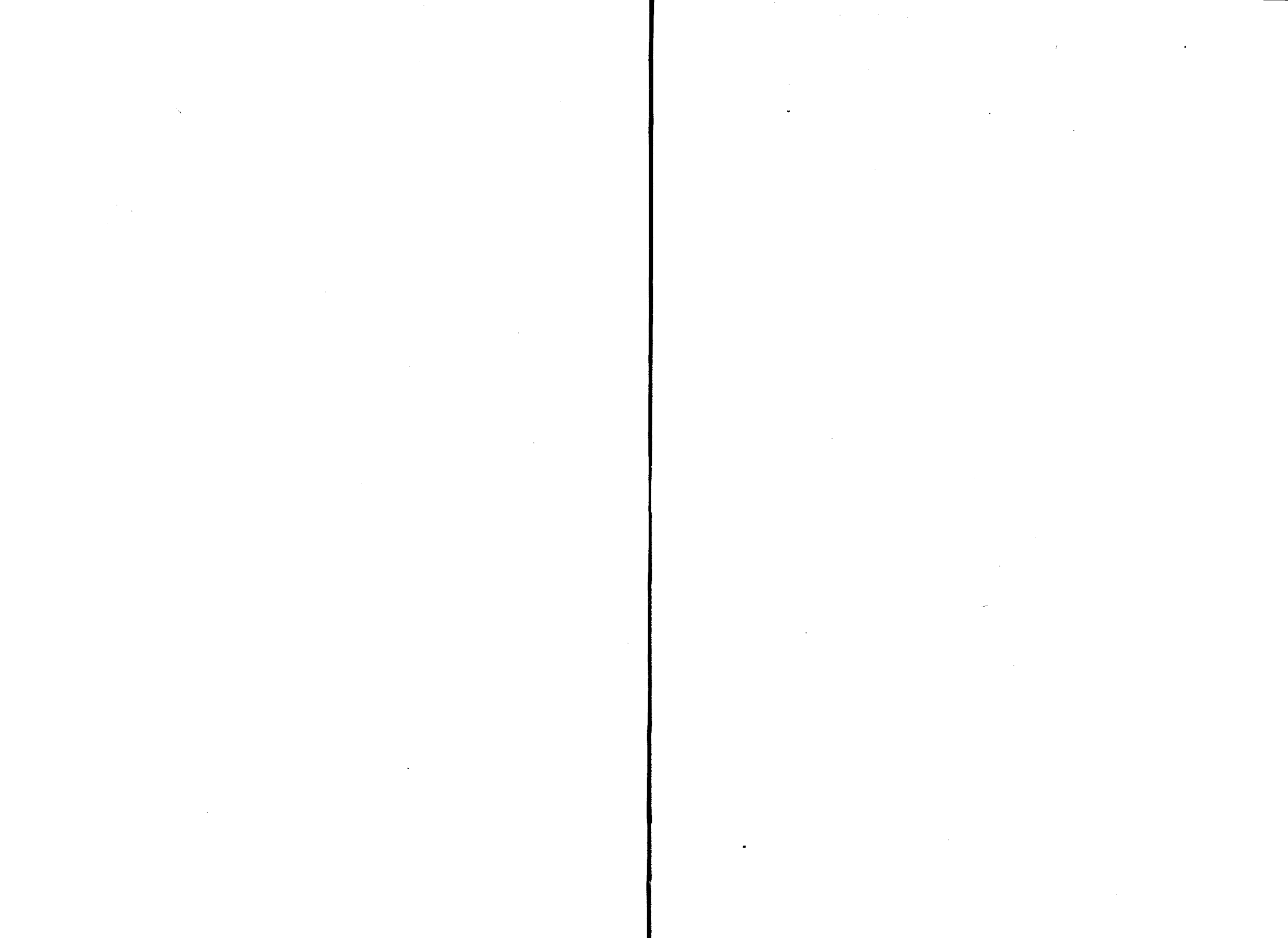
En el año 2000 visité al grupo de pequeños ergónomos de Àngels y hablamos de cómo observar los objetos del mundo que nos rodea. Yo aprendí que un grupo de niños motivados y guiados por un educador que sabe despertarles la curiosidad del científico por entender el mundo, es capaz de descubrir, en el pequeño universo de laboratorio que es la escuela, los desajustes que muchos maestros no perciben porque les falta talento ergonómico. Los beneficios para mí fueron pingües: recibí, como premio a mi visita, un libro artesanal que recoge las investigaciones de estas criaturas y veintitrés cartas comentándome mi visita, y veintitrés retratos que me hicieron sendos ergónomos de ese 1.º de Primaria, a cual más gracioso. La pequeña Lorena añadió unos atributos a mi imagen: lupas y cámaras de fotos. La lupa para evocar la sagacidad de Sherlock Holmes al preguntarse el porqué de lo que se observa, y la cámara de fotos para captar las imágenes que nuestra memoria pudiera olvidar o deformar. El atributo de la cámara, lo merezco: es verdad que retrato todo

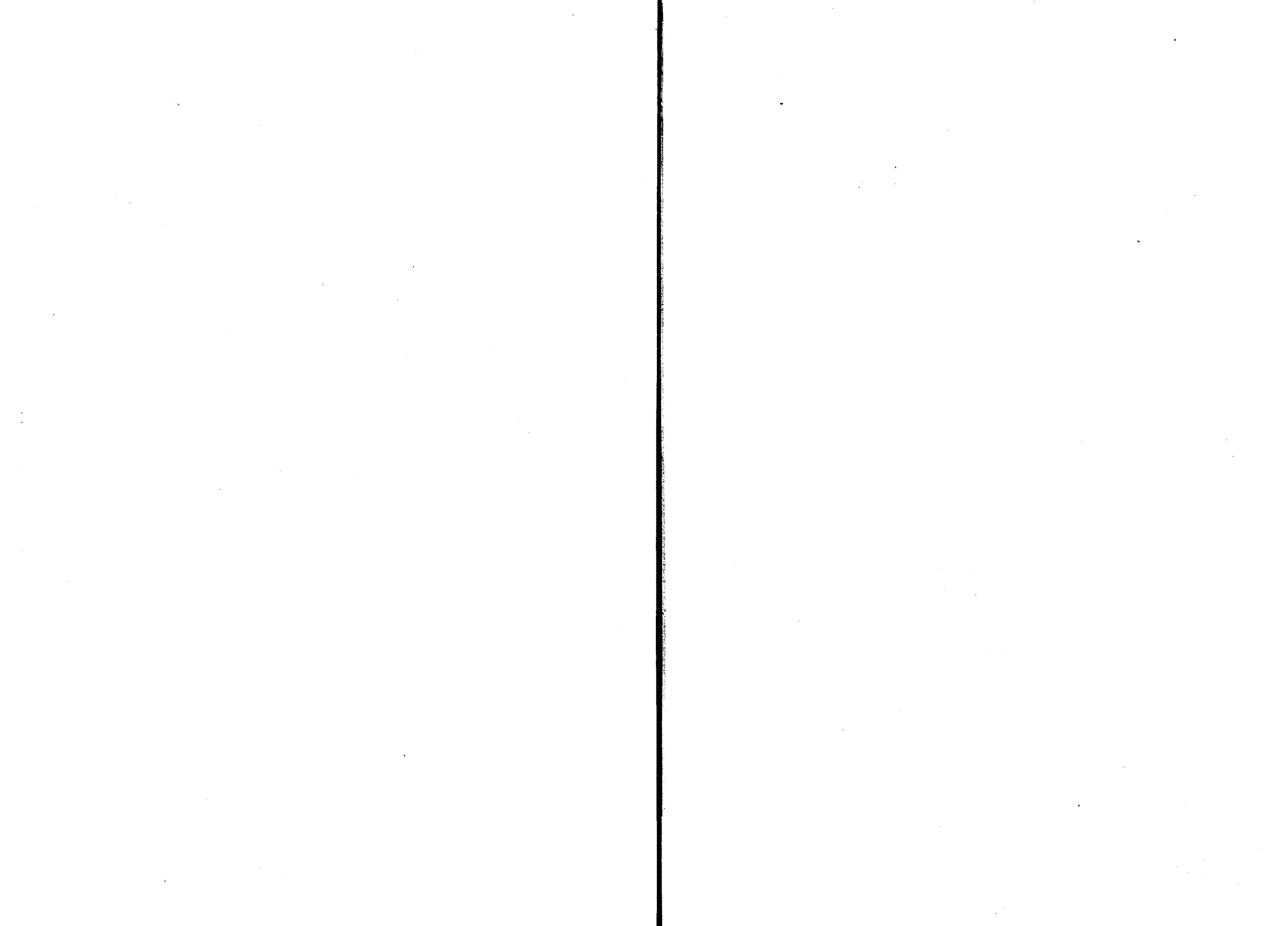


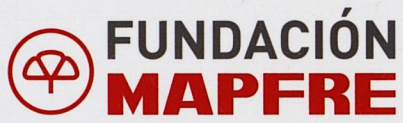
FIGURA 10.5.
Retrato alegórico de un ergónomo.

lo que puedo allá por donde voy; pero las lupas del sabueso de *Baker street* son un halago inmerecido que agradezco, pero que sólo puedo admitir como objetivo a conseguir, por mí y por todo aquel que quiera enterarse de lo que de verdad significan las imágenes que salen de la cámara.

Este libro se terminó de imprimir
en los talleres de Fernández Ciudad, S. L.
en el mes de diciembre de 2008







www.fundacionmapfre.com