

DONALD NORMAN

La psicología de los objetos cotidianos



NEREA

La psicología de los objetos cotidianos

DONALD A. NORMAN

La psicología de los objetos cotidianos

Traducción de Fernando Santos Fontenla

NEREA

Publicado originalmente en inglés con el título
The Psychology of Everyday things, Basic Books, 1988

Cubierta: Jacques Carelman, *Cafetera para masoquistas*.
Copyright © 1969-76-80 de Jacques Carelman.

- © 1988 by Donald A. Norman
Published by arrangement with Basic Books, Inc.,
New York, N. Y., U.S.A.
- © Ed. cast.: Editorial NEREA, S. A., 1990
Santa María Magdalena, 11. 28016 Madrid
Teléfono: 571 45 17
- © de la trad.: Fernando Santos Fontenla, 1990

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro pueden reproducirse o transmitirse utilizando medios electrónicos o mecánicos, por fotocopia, grabación, información, anulado u otro sistema sin permiso por escrito del editor.

ISBN: 84-86763-38-X

Depósito legal: M. 21.711-1990

Fotocomposición: EFCA, S. A.

Avda. Federico Rubio y Galí, 16. 28039 Madrid

Impreso en Lavel. Los Llanos, nave 6. Humanes (Madrid)

Impreso en España

índice

Prefacio.....	9
Capítulo 1: La psicología de los objetos cotidianos.....	15
Capítulo 2: La psicología de las actividades cotidianas.....	53
Capítulo 3: El conocimiento en la cabeza y en el mundo.....	77
Capítulo 4: Saber que hacer.....	107
Capítulo 5: Errares humano.....	135
Capítulo 6: El desafío del diseño.....	177
Capítulo 7: El diseño centrado en el usuario.....	231
Notas.....	267
Sugerencias bibliográficas.....	283
Bibliografía.....	289
índice onomástico.....	297

PREFACIO

Este es el libro que siempre había querido escribir, pero no lo sabía. A lo largo de los años he ido dando trompicones por la vida, tropezando con puertas, sin saber qué hacer con los grifos, incompetente para utilizar las cosas más sencillas de la vida cotidiana. «Soy yo», murmuraba. «Es mi incapacidad para lo mecánico». Pero al ir estudiando psicología y contemplando el comportamiento de otros, empecé a comprender que no estaba solo. Mis dificultades se reflejaban en los problemas de otros. Y todos parecíamos echarnos la culpa a nosotros mismos. ¿Era posible que todo el mundo padeciera de cretinismo mecánico?

La verdad fue apareciendo lentamente. Mis actividades de investigación me llevaron al estudio de los errores humanos y los accidentes industriales. Descubrí que los seres humanos no siempre se portan con torpeza. Los seres humanos no siempre se equivocan. Pero sí lo hacen cuando las cosas que utilizan están mal concebidas y diseñadas. Sin embargo, seguimos presenciando cómo siempre se echa la culpa a errores humanos por todos los desastres de la sociedad. ¿Hay un accidente aéreo? «Error del piloto», dicen los informes. ¿Tiene una central nuclear soviética un problema grave? «Error humano», dicen los periódicos. ¿Chocan dos barcos en alta mar? «Error humano», es la causa que se cita oficialmente. Pero por lo general, un análisis cuidadoso de los accidentes de ese tipo suele desmentir esas explicaciones. En el caso del famoso desastre de la central nuclear norteamericana de Three Mile Island, se echó la culpa a los trabajadores de la central que diagnosticaron mal los problemas. Pero, ¿fue un error humano? Veamos la frase «trabajadores que diagnosticaron mal los problemas». La frase revela que en primer lugar hubo problemas: de hecho, una serie de fallos mecánicos. Entonces, ¿por qué no fue la causa real el fallo del equipo? ¿Qué pasa con los diagnósticos erróneos?

¿Por qué no determinaron correctamente la causa los trabajadores? Bueno, ¿y cómo ocurrió que no se disponía de los instrumentos idóneos? ¿Cómo fue que los operarios de la central actuaron de modos que en el pasado siempre habían sido los correctos y los idóneos? ¿Cómo fue que la válvula de seguridad no cerró, aunque el operario apretó el botón correcto, y aunque se encendió una luz para decir que se había cerrado? ¿Por qué se acusó al operario de no verificar dos instrumentos más (uno de ellos detrás del cuadro de mandos) y determinar que la luz se había equivocado? (De hecho, el operario sí que verificó uno de esos instrumentos.) ¿Error humano? A mí me parece que se trata de un fallo del equipo junto con un grave error de diseño.

Y, además, ¿qué decir acerca de mi incapacidad para utilizar las cosas más sencillas de la vida cotidiana? Sé utilizar cosas complicadas. Tengo mucha experiencia con ordenadores y un equipo complejo de laboratorio. ¿Por qué tengo problemas con las puertas, los interruptores de la luz y los grifos? ¿Cómo es que puedo manejar una instalación de ordenadores que vale millones de dólares, pero no la nevera de casa? Mientras todos nos echamos la culpa a nosotros mismos, sigue sin detectarse el autentico culpable: el mal diseño. Y hay millones de personas que se consideran mecánicamente incompetentes. Ya es hora de que cambie todo eso.

Y de ahí este libro: PSICO, *La Psicología de los Objetos Cotidianos*. Es el resultado de mis reiteradas frustraciones con el funcionamiento de los objetos cotidianos y de mi conocimiento cada vez mayor de cómo aplicar la psicología experimental y la ciencia cognoscitiva. La combinación de experiencia con conocimiento es lo que ha hecho necesario PSICO, al menos para mí y para mi sensación de estar a gusto conmigo mismo.

De manera, que aquí está: en parte polémica y en parte ciencia. En parte en serio y en parte en broma: PSICO.

Expresiones de reconocimiento

PSICO se concibió, y los primeros borradores se escribieron, mientras yo me hallaba en Cambridge, Inglaterra en un año sabático concedido por la Universidad de California, San Diego. En Cambridge, trabajé en la Unidad de Psicología Aplicada (UPA), que es un laboratorio del Consejo Británico de Investigaciones Médicas.

Debo especial agradecimiento a la gente de la UPA por su hospitalidad. Se trata de un grupo muy especial de gente, con una experiencia especial en psicología aplicada y teórica, especialmente en lo relativo a los temas de este libro. Son expertos de fama mundial en el diseño de manuales de instrucción, señales de alerta, sistemas de ordenadores, que trabajan en un medio ambiente lleno de defectos de diseño: puertas difíciles de abrir (o que le pillan a uno las manos cuando se abren), letreros ilegibles (c ininteligibles), placas de cocinas que inducen al error, interruptores que incluso a quien los instaló le resultan difíciles de entender. Un ejemplo llamativo de todo lo que está mal con el diseño, que se halla entre los usuarios más informados. Una combinación perfecta para iniciar mi trabajo. Naturalmente, mi propia universidad y mi propio laboratorio tienen sus propios horrores, como se verá con toda evidencia en este libro, más adelante.

Un importante argumento de PSICO es que gran parte de nuestros conocimientos cotidianos se hallan en el mundo exterior, y no en nuestras cabezas. Se trata de un argumento interesante y, para los psicólogos del conocimiento, difícil. ¿Qué puede significar el decir que el conocimiento se halla en el mundo exterior? El conocimiento es algo que se interpreta, algo que sólo se puede hallar en nuestros cerebros. La información, sí, puede hallarse en el mundo, pero el conocimiento nunca. Bien, de acuerdo, la distinción entre conocimiento e información no está clara. Si utilizamos los términos con flexibilidad, quizá se puedan ver mejor las cuestiones. No cabe duda de que la gente confía en cómo están colocados y dónde se hallan los objetos, en textos escritos, en la información contenida en otras personas, en los artefactos de la sociedad y en la información transmitida en el seno de una cultura y por ésta. Desde luego, hay mucha información que se halla en el mundo, y no en la cabeza. Mi forma de comprender esta cuestión se ha visto reforzada por años de debate e interacción con un equipo muy competente de La Jolla, el Grupo de Ciencias Sociales Cognoscitivas de la Universidad de California, San Diego. Se trata de un pequeño grupo de profesores de los departamentos de psicología, antropología y sociología, organizado por Mike Colé, que durante varios años se estuvo reuniendo oficiosamente una vez por semana. Los principales miembros eran Roy d'Andrade, Aaron Cicourel, Mike Colé, Bud Mehan, George Mandler, Jean Mandler, Dave Rumelhart y yo. Dado el carácter atípico (aunque típicamente académico) de la inte-

racción de este grupo, quizá no deseen tener nada que ver con las ideas que se exponen en PSICO.

Y, por último, en la Unidad de Psicología Aplicada de Inglaterra, conocí a otro profesor estadounidense visitante, David **Rubin**, de la Universidad de Duke, que estaba analizando la memoria de la poesía épica: esas largas y enormes proezas de una memoria prodigiosa en la que un poeta itinerante recita de memoria poesía durante horas y horas. Rubin me mostró que no todo se hallaba en la memoria: gran parte de la información se hallaba en el mundo, o al menos en la estructura de la narración, la poética y los estilos de vida de la gente.

Mi anterior trabajo de investigación se refirió a las dificultades de utilizar los ordenadores y los métodos que podrían utilizarse para facilitar las cosas. Pero cuanto más estudiaba yo los ordenadores (y otros demonios de nuestra sociedad, como los sistemas de aviónica y la energía nuclear), más comprendía que no tenían nada de especial: planteaban los mismos problemas que los objetos más sencillos y cotidianos. Y los objetos cotidianos eran más omnipresentes, constituían un problema mayor. Dado en especial que la gente se siente culpable cuando no sabe utilizar objetos sencillos, una culpabilidad que no deberían sentir ellos, sino los diseñadores y los fabricantes de los objetos.

Y así empezó a encajar todo. Las ideas, el descanso del año sabático. Mis experiencias a lo largo de años de combatir contra las dificultades de un mal diseño, de un equipo que no se podía utilizar, de objetos cotidianos que parecían ajenos al funcionamiento de los seres humanos. El que se me pidiera dar una conferencia sobre mi trabajo en la UPA, lo cual me obligó a empezar a anotar mis ideas. Y, por último, la fiesta de cumpleaños de Roger Schank en París, donde descubrí las obras del artista Caramel y decidí que ya había llegado el momento de escribir el libro.

Apoyo oficial a la investigación

La redacción en sí del libro se hizo en tres lugares diferentes. La tarea se inició mientras me hallaba en año sabático concedido por San Diego. Pasé la primera mitad del año sabático en la Unidad de Psicología Aplicada de Cambridge, Inglaterra, y la segunda mitad en MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation) de Austin, Texas. La MCC es

el consorcio estadounidense de investigación que se ocupa de la tarea de elaborar sistemas de ordenadores o computadoras del futuro. Oficialmente, yo era un «científico en visita»; extraoficialmente, era una especie de «ministro sin cartera», con libertad para vagabundear e interactuar con los múltiples programas de investigación en marcha, especialmente los relativos a la llamada «interfaz humana». En Inglaterra hace frío en invierno, en Texas hace calor en verano. Pero ambos lugares aportaron exactamente los climas adecuados de amistad y de apoyo que necesitaba para hacer la labor. Por último, cuando volví a la Universidad de California en San Diego, revisé el libro varias veces. Lo utilicé en clases y envié copias a varios colegas para que me formularan sugerencias. Las observaciones de mis estudiantes y mis lectores resultaron inapreciables y provocaron revisiones radicales respecto de la estructura inicial.

La investigación contó en parte con el apoyo del contrato N00014-85-C-0133 NR 667-547, del Programa de Personal y de Investigaciones sobre Capacitación de la Oficina de Investigaciones Navales, así como con una subvención de la Fundación para el Desarrollo de Sistemas.

Gente

Existe una gran diferencia ente los primeros borradores de PSICO y la versión definitiva. Muchos de mis colegas se tomaron el tiempo de leer varios borradores y me hicieron observaciones críticas. En particular, deseo dar las gracias a Judy Greissman, de Basic Books, por su paciente crítica a lo largo de varias revisiones. Mis anfitriones en la UPA, en la Gran Bretaña, fueron amabilísimos, en especial Alan Baddeley, Phil Barnard, Thomas Green, Phil Johnson-Laird, Tony Marcel, Karakyn y Roy Patterson, Tim Shallice y Richard Young. El personal científico de MCC aportó sugerencias muy útiles, en especial Peter Cook, Jonathan Grudin y Dave Wroblewski. En la Universidad de California en San Diego, deseo en especial dar las gracias a los estudiantes de Psicología 135 y 205: mis cursos de licenciatura y de postgrado en esa Universidad, titulados «Ingeniería cognoscitiva».

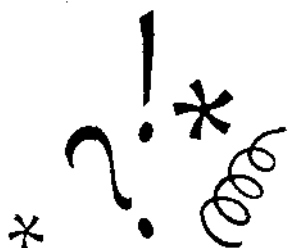
Mis colegas de la comunidad de diseñadores me ayudaron mucho con sus comentarios: Mike King, Mihai Nadin, Dan Rosenberg y Bill Ver-

plank. Especial agradecimiento merecen Phil Agre, Sherman DeFores y Jef Raskin, todos los cuales leyeron el manuscrito atentamente y aportaron múltiples y valiosas sugerencias.

La fotografía de las ilustraciones se convirtió en parte de la diversión al recorrer el mundo cámara fotográfica en mano. Eileen Conway y Michael Norman ayudaron a reunir y organizar las figuras y las ilustraciones. Julie Norman ayudó, como hace con todos mis libros, leyendo pruebas, introduciendo comentarios y sugerencias y dándome su aliento. Eric Norman aportó un asesoramiento y un apoyo valiosos y unos pies y unas manos muy fotogénicos.

Por último, mis colegas del Instituto de Ciencias del Conocimiento de la Universidad de California, San Diego, me ayudaron en todo momento: en parte gracias a la magia que representa el correo internacional entre ordenadores, en parte mediante su asistencia personal en los detalles del proceso. He de destacar a Bill Gaver, Mike Mozer y Dave Owen por sus detalladas observaciones, pero fueron muchos quienes en un momento u otro de la investigación anterior al libro y durante los años que llevó el escribirlo me han ayudado considerablemente.

LA PSICOLOGÍA DE LOS OBJETOS COTIDIANOS



«Kenneth Olsen, el ingeniero que fundó y que sigue dirigiendo Digital Equipment Corp., confesó en la reunión anual que no sabe calentar una taza de café en el microondas de la empresa.» '

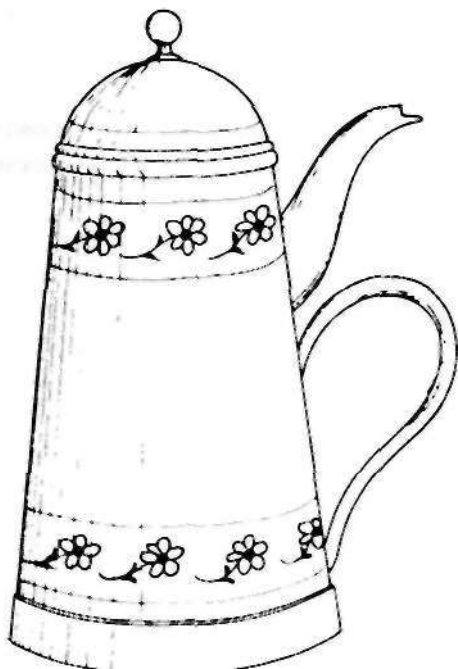
Para entender cosas así habría que ser ingeniero

«Para entender cosas así habría que ser ingeniero por el MIT», me dijo alguien una vez, meneando la cabeza porque no sabía manejar su nuevo reloj digital. Bien, yo tengo un título de ingeniería por el MIT (Kenneth Olsen tiene dos y no sabe cómo manejar un microondas). Si se me dejan unas horas, puedo arreglármelas con el reloj. Pero, ¿por qué hacen falta unas horas? He hablado con mucha gente que es incapaz de utilizar todos los elementos de sus lavadoras o de sus cámaras de fotos que no saben cómo manejar una máquina de coser o una grabadora de vídeo, o que a menudo encienden el quemador equivocado de la cocina.

¿Por que aceptamos las frustraciones de los objetos cotidianos, objetos que no sabemos utilizar, esos paquetes tan bien envueltos en plástico que parecen imposibles de abrir, esas puertas que dejan a la gente atrapada, esas lavadoras y esas secadoras que resultan demasiado complicadas de utilizar, esos sistemas de audio—estéreo— televisión, cassette de vídeo que

según los anuncios lo hacen todo, pero que en la práctica hacen que resulte prácticamente imposible hacer nada?

El cerebro humano está exquisitamente adaptado para interpretar el mundo. Basta con que reciba la mínima pista y se lanza, aportando explicaciones, racionalizaciones y entendimiento. Veamos los objetos —libros, radios, electrodomésticos, máquinas de oficina e interruptores— que forman parte de nuestras vidas cotidianas. Los objetos bien diseñados son fáciles de interpretar y comprender. Contienen pistas visibles acerca de su funcionamiento. Los objetos mal diseñados pueden resultar difíciles de utilizar y frustrantes. No aportan pistas, o a veces aportan falsas pistas. Atrapan al usuario y dificultan el proceso normal de interpretación y comprensión. Por desgracia, lo que predomina es el mal diseño. El resultado es un mundo lleno de frustraciones, de objetos que no se pueden comprender, con mecanismos que inducen al error. Este libro representa una tentativa de cambiar las cosas.



1.1. Cafetera para masoquistas de Carelman. El artista francés Jacques Carelman, en su serie de libros *Catalogue d'objets introuvables* (catálogo de objetos imposibles) aporta ejemplos que son deliberadamente inmanejables, absurdos o en cualquier caso están mal hechos. Jacques Carelman: «Cafetera para masoquistas». Copyright © 1969—76—80 por Jacques Carelman y ADACP. París. De Jacques Carelman, *Catalogue d'objets introuvables*, Balland, París, Francia. Reproducido con autorización del artista.

Las frustraciones de la vida cotidiana

Si me colocaran a mí en la cabina de un moderno avión a reacción, mi incapacidad para actuar con eficacia y acierto no me sorprendería ni me molestaría. Pero no debería tener problemas con las puertas ni los interruptores, con los grifos ni las cocinas. «¿Puertas?» Oigo decir al lector, «¿tiene usted problema con las puertas?». Sí. Empujo puertas de las que debería tirar, tiro de puertas que debería empujar y me tropiezo con puertas que deberían deslizarse. Además, veo que otras personas tienen los mismos problemas: problemas innecesarios. Existen principios psicológicos que pueden utilizarse para que esas cosas sean inteligibles y utilizables.

Veamos la puerta. Con una puerta no se pueden hacer demasiadas cosas: se puede abrir o cerrar. Supongamos que está uno en un edificio de oficinas, pasando por un pasillo. Se encuentra uno con una puerta. ¿En qué sentido se abre? ¿Hay que tirar o empujar, a la izquierda o a la derecha? A lo mejor la puerta es corredera. En tal caso, ¿en qué sentido? He visto puertas que corren hacia arriba. Una puerta plantea únicamente dos cuestiones esenciales: ¿En qué sentido se desplaza? ¿De qué lado debe uno tocarla? Las respuestas las debe dar el diseño, sin necesidad de palabras ni de símbolos, y desde luego sin necesidad de hacer pruebas para ver cómo funciona.

Un amigo me dijo que una vez se había quedado atrapado en el portal de una oficina de correos de una ciudad europea. La entrada estaba formada por una fila impresionante de seis puertas de vaivén de vidrio, seguidas inmediatamente por una segunda fila idéntica. Se trata de un diseño normal: ayuda a reducir la corriente de aire, con lo cual se mantiene la temperatura interior del edificio.

Mi amigo empujó del lado de una de las puertas externas de la izquierda. Esta giró hacia adentro y él entró en el edificio. Después, antes de que pudiera llegar a la fila siguiente de puertas, algo le distrajo y se dio la vuelta un instante. En aquel momento no se dio cuenta, pero se había desplazado algo a la derecha. Deforma que cuando llegó a la puerta siguiente y la empujó, no pasó nada. «Vaya», pensó «debe de estar cerrada con llave». Entonces empujó el costado de la puerta adyacente. Nada. Mi amigo, intrigado, decidió volver afuera. Se dio la vuelta y empujó el lado de una puerta. Nada. Empujó la adyacente. Nada. La puerta por la que acababa de entrar



1.2. Puertas de vaivén en un hotel de Boston. Problema análogo a las puertas de la oficina de correos europea de la que he hablado. ¿De qué lado de la puerta debe uno empujar? Cuando pregunte a gente que acababa de utilizar esas puertas, la mayor parte no sabía qué decir. Pero muy pocas de las personas a las que observe tuvieron problemas con las puertas. Los diseñadores habían incorporado una pista sutil en el diseño. Obsérvese que las barras horizontales no están centradas: están un poco más próximas entre sí en los lados de los que empujar. El diseño es casi funcional, pero no del todo, pues no todo el mundo utilizó bien las puertas la primera vez.

ya no funcionaba. Volvió a darse la vuelta a ver que' pasaba con las puertas de dentro. Nada. Preocupación, y después un cierto pánico. ¡Estaba atrapado! En aquel momento un grupo de personas que se hallaban al otro lado de la entrada (a la derecha de mi amigo) pasó con toda facilidad por las dos series de puertas. Mi amigo se fue corriendo para seguirlos.

¿Cómo puede ocurrir algo así? Una puerta de vaivén tiene dos lados. Uno contiene el pilar de sustentación y el gozne, el otro no se sustenta en nada. Para abrir la puerta hay que empujar el lado que no tiene sustentación. Si se empuja del lado del gozne, no pasa nada. En este caso, el diseñador no había contado con la utilidad, sino con la belleza. No había líneas que distrajeran la atención, pilares visibles, goznes visibles. Entonces, ¿cómo puede el usuario normal saber de qué lado empujar? Mientras mi amigo se había distraído había avanzado hacia el pilar (invisible) de sustentación, de forma que empujaba del lado del gozne. No es de extrañar que no pasara nada. Unas puertas muy bonitas. Probablemente consiguieron un premio.

Esta historia de la puerta constituye un ejemplo de uno de los principios más importantes del diseño: *la visibilidad*: las partes idóneas deben ser visibles, y deben comunicar el mensaje Correcto. Cuando hay que empujar las puertas, el diseñador debe aportar señales que indiquen naturalmente por donde empujar. No hace falta que destruyan la estética. Basta con poner una placa vertical en el lado por el que hay que empujar, y nada en el otro. O hacer que los pilares de sustentación sean visibles. La placa vertical y los pilares de sustentación son señales *naturales*, *naturalmente* interpretadas, sin ninguna necesidad de que se tenga conciencia de ellas. Yo califico al empleo de señales naturales de *diseño natural*, y a lo largo de todo este libro voy ampliando este enfoque.

Los problemas de visibilidad se plantean de muchas formas. Mi amigo, atrapado entre las puertas de cristal, fue víctima de una falta de pistas que indicaran qué parte de la puerta se debía empujar. Otros problemas se refieren a la topografía entre lo que uno quiere hacer y lo que parece ser posible, otro tema del cual seguiré hablando a lo largo del libro. Veamos un tipo de proyector de diapositivas. Este proyector tiene un solo botón para controlar que la bandeja de las diapositivas avance o retroceda. ¿Un botón para hacer dos cosas? ¿Cuál es la topografía? ¿Cómo entender la forma de controlar las diapositivas? Imposible. No hay nada visible que dé la menor pista. Esto es lo que me ocurrió en uno de los muchos lugares poco conocidos para mí en los que he dado clases durante mis viajes como profesor:

Taste (7) für Diawechsel am Gerät

Diawechsel vorwärts = kurz drücken,

Diawechsel rückwärts = länger drücken.

Botón (8) para cambiar las diapositivas

Adelantar diapositiva = un toque corto,

Atrasar diapositiva = un toque más largo.

1.3. Proyector de diapositivas Leitz Pravodit. Por fin encontré el manual de instrucciones del proyector. La fotografía del proyector asigna números a cada una de sus partes. El botón para cambiar las diapositivas lleva el n.º 7. El botón en sí no lleva número. ¿Quién puede descubrir cómo funciona sin ayuda del manual? Véase a la izquierda el texto completo relativo al botón, tanto en el alemán original como en castellano.

En mis viajes me he encontrado varias veces con el proyector de diapositivas Leitz que se menciona en la figura 1.3. La primera vez provocó un incidente bastante dramático. Un estudiante muy concienzudo era el encargado de pasarme las diapositivas. Inicie' la charla y mostré la primera diapositiva. Cuando terminé con la primera y pedí la segunda, el estudiante apretó cuidadosamente el botón de mando y se quedó estupefacto cuando la bandeja retrocedió, se salió del proyector y cayó de la mesa al suelo, derramando todo su contenido. Tuvimos que aplazar la charla quince minutos, mientras yo trataba de reorganizar las diapositivas. La culpa no era del estudiante. Era culpa de aquel elegante proyector. Teniendo tan sólo un botón para controlar el avance de las diapositivas, ¿cómo era posible cambiar desde adelante hacía atrás? Ninguno de los dos éramos capaces de descifrar cómo hacer que funcionara el mando.

A todo lo largo de la conferencia, las diapositivas avanzaban unas veces y otras retrocedían. Después, vimos al técnico local, que nos lo explicó. Bastaba con apretar brevemente el botón y la diapositiva avanzaba, apretarlo más tiempo y retrocedía (¡pobre de aquel estudiante concienzudo que no hacía más que apretar con todas sus fuerzas —y durante mucho tiempo— para tener la seguridad de que el interruptor hacía contacto!). Y el diseño era tan elegante... ¡Pero si lograba realizar dos funciones con sólo un botón! Pero, ¿cómo iba a saberlo quien utilizaba el proyector por primera vez?

Veamos, con otro ejemplo: el precioso anfiteatro Louis Mer de la Sorbona de París, que está lleno de magníficos retratos de grandes figuras de la historia intelectual de Francia (en el mural del techo se ve a un montón de mujeres desnudas que flotan en torno a un hombre que trata valerosamente de leer un libro. El único que puede ver la pintura del derecho es el conferenciante, mientras que para el público está del revés). La sala es maravillosa para dar una conferencia, por lo menos hasta que se pide que se baje la pantalla de proyección. «Ah», dice el profesor encargado, quien hace un gesto al técnico, el cual sale corriendo de la sala, sube unos escalones y desaparece tras una pared. La pantalla desciende algo y se detiene. «No, no», grita el profesor, «un poco más». La pantalla vuelve a bajar, esta vez demasiado. ¡«No, no, no!», grita el profesor dando saltos y con grandes gestos. Es una sala magnífica, con unos cuadros magníficos. Pero, ¿por qué no puede la persona que trata de bajar o subir la pantalla ver lo que está haciendo?

Los nuevos sistemas telefónicos resultan ser otro excelente ejemplo de un diseño incomprensible. Dondequiera que vaya, puedo contar con encontrarme con algún ejemplo especialmente malo.

Cuando visité la editorial americana que publica este libro, advertí que el sistema telefónico era nuevo. Pregunté a la gente si le gustaba. La pregunta desencadenó un torrente de críticas. «No tiene una función de espera», se quejó airada una mujer: la misma queja que hacía la gente de mi universidad acerca de su sistema, bastante diferente. Antes, los teléfonos de empresa siempre tenían un botón para la «espera». Se podía apretar el botón y colgar el teléfono sin necesidad de interrumpir la llamada. Entonces, se podía hablar con un colega, o recibir otra llamada, o incluso retornar la llamada en otro aparato con el mismo número. Cuando se utilizaba esa función se encendía una luz en el botón de espera. ¿Por qué no tenían los nuevos teléfonos de la editorial o de mi universidad una función de espera cuando es tan esencial? Resultó que sí la tenían, incluso el instrumento mismo del cual se quejaba aquella mujer. Pero no resultaba fácil descubrirlo ni aprender a utilizarlo.

Estaba yo visitando la Universidad de Michigan cuando pregunté qué tal funcionaba el sistema recién instalado. «¡Fatal!», fue la respuesta, «y ni siquiera tiene una función de espera». Otra vez lo mismo. ¿Qué es lo que pasa? La respuesta es muy sencilla: en primer lugar, buscar las instrucciones sobre la función de espera. En la Universidad de Michigan, la compañía de teléfonos facilitaba una pequeña placa que se encaja sobre el teclado y recuerda a los usuarios cuáles son las funciones y cómo utilizarlas. Levanté con mucho cuidado una de las placas del teléfono e hice una fotocopia (figura 1.4). ¿Entienden ustedes cómo utilizarlas? Yo no. Existe una operación de «llamada en espera», pero para mí no tiene ningún sentido, al menos para la aplicación que acabo de describir.



1.4. Placa montada sobre el teclado de los teléfonos de la Universidad de Michigan. Estas instrucciones insuficientes son lo único que ve la mayor parte de los usuarios (el botón que lleva las letras «TAP» en la parte inferior derecha se utiliza para pasar o recoger llamadas: se aprieta siempre que la placa de instrucciones indica «TAP»). La luz de la parte izquierda inferior se enciende cuando suena el teléfono).

La situación de la llamada telefónica en espera ejemplifica varios problemas diferentes. Uno de ellos es el que se produce cuando sencillamente las instrucciones son deficientes, en especial cuando no se relacionan las nuevas funciones con las funciones de nombre análogo de las cuales ya está al tanto la gente. En segundo lugar, y lo que es más grave, existe la falta de visibilidad del funcionamiento del sistema. Los nuevos teléfonos, pese a que sean mucho más avanzados, carecen tanto del botón de espera como de la luz intermitente de los antiguos. La espera se significa por un acto arbitrario: marcar una secuencia arbitraria de dígitos (8 ó 99, o lo **que** sea: varía según los sistemas telefónicos). En segundo lugar, no existe un resultado visible de la operación.

Los aparatos domésticos han ido creando problemas conexos: funciones y más funciones, mandos y más mandos. No creo que los aparatos electrodomésticos sencillos: cocinas, lavadoras, aparatos de estéreo y de televisión, deban parecerse a la idea de Hollywood de lo que es un puesto de mando de una nave espacial. Pero ya lo parecen, para gran consternación del consumidor que, muchas veces, ha perdido (o no puede comprender) el manual de instrucciones, de manera que ante ese espantoso complejo de mandos y de cuadros se limita a recordar de memoria una o dos series de posiciones para lograr algo aproximado a lo que desea. Se trata de un diseño que no vale para nada.

En Inglaterra fui a una casa en la que había una combinación a la última moda de lavadora-secadora italiana, con toda una serie de mandos llenos de símbolos preciosos, para hacer todo lo que uno quisiera hacer con el lavado y el secado de ropa. El marido (que era un psicólogo de ingeniería) dijo que se negaba a ni siquiera acercarse a la máquina. La mujer (que era física) dijo que se había limitado a recordar una serie de posiciones de los mandos y trataba de olvidarse del resto.

Alguien había trabajado mucho en la creación de aquel diseño. Leí el manual de instrucciones: la máquina tenía en cuenta todo lo posible acerca de la gran variedad actual de tejidos sintéticos y naturales. Los diseñadores habían trabajado mucho; verdaderamente se habían preocupado. Pero, evidentemente, nunca se habían molestado en probarlo o en ver cómo alguien lo utilizaba.

Si aquel diseño era malo, si aquellos mandos eran tan inútiles, ¿por qué había comprado la máquina aquella pareja? Si la gente sigue comprando productos mal diseñados, los fabricantes y los diseñadores pensarán que lo están haciendo bien y seguirán haciendo lo mismo.

El usuario necesita ayuda. Hace falta que no se vea más que lo necesario: indicar qué partes funcionan y cómo, indicar cómo debe interactuar el usuario con el dispositivo. La visibilidad indica la topografía entre los actos que se desea realizar y el funcionamiento real. La visibilidad indica unas distinciones cruciales, por ejemplo, gracias a ella se puede distinguir entre el salero y el pimentero. Y la visibilidad de los efectos de las operaciones le dice a uno si las luces están bien encendidas, si la pantalla de proyección ha descendido al nivel exacto o si la temperatura de la nevera es la correcta. Es la falta de visibilidad la que hace que tantos dispositivos controlados por ordenadores resulten difíciles de manejar. Y es el exceso de visibilidad el que hace que el estéreo moderno o la grabadora de vídeo, llenos de artilugios y de funciones, resulten tan intimidantes.

La psicología de los objetos cotidianos

Este libro trata de la psicología de los objetos cotidianos. PSICO hace hincapié en la forma de comprender los objetos cotidianos, objetos con pomos y con esferas, con mandos e interruptores, con luces y con contadores. Los ejemplos que acabamos de examinar demuestran varios principios, entre ellos la importancia de la visibilidad, de unas pistas correctas y de la retroalimentación sobre lo que hace uno. Esos principios constituyen una forma de psicología: la psicología de cómo interactúa la gente con los objetos. Un diseñador británico observó una vez que la forma de los materiales utilizados en la construcción de las casetas de espera de los pasajeros afectaba a la forma en que reaccionaban los gamberros. Sugirió que quizá existiera una psicología de los materiales.

PRESTACIONES

«En un caso, los gamberros rompían los vidrios reforzados utilizados para las casetas de pasajeros (de ferrocarril) erigidos por los Ferrocarriles Británicos en cuanto se sustituían los antiguos. Sin embargo, cuando se sustituyen los vidrios reforzados por planchas de conglomerado, se produjeron muy pocos daños, aunque no habría sido necesario emplear más fuerza para destruirlos. Así, los Ferrocarriles Británicos lograron elevar el deseo de destrucción al nivel de los que sabían escribir, aunque fuera

en términos un tanto limitados. Hasta ahora, nadie ha estudiado si existe una especie de psicología de los materiales. ¡Pero por lo que sabemos, es muy posible!»

Ya existe el inicio de una psicología de los materiales y de las cosas, el estudio de las prestaciones de los objetos. Cuando se utiliza el término *prestación* en este sentido, se refiere a las propiedades percibidas y efectivas del objeto, en primer lugar a las propiedades fundamentales que determinan cómo podría utilizarse el objeto (véanse las figuras 1.5 y 1.6). Una silla presta («es para él») apoyo, y en consecuencia presta un asiento. Una silla también se puede transportar. El vidrio es para ver por él, y para romperlo. La madera se utiliza normalmente por su solidez, opacidad, su capacidad de sustentación o para hacer incisiones en ella. Las superficies lisas, porosas y blandas son para escribir en ellas. La madera también es para escribir en ella. De ahí el problema para los Ferrocarriles Británicos: cuando los refugios eran de vidrio, los gamberros los rompían; cuando eran de contrachapado, los gamberros escribían en ellos y los llenaban de incisiones. Los planificadores se veían atrapados por las prestaciones de sus materiales¹.

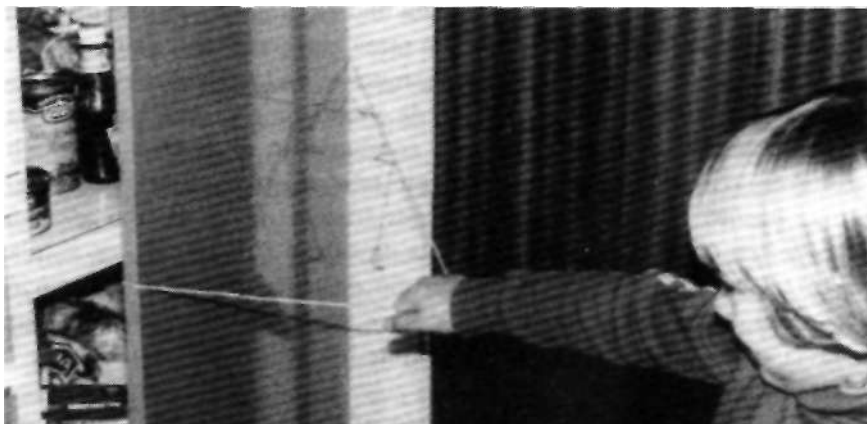
Las prestaciones aportan claras pistas del funcionamiento de las cosas. Las placas son para empujar, los pomos para darles la vuelta. Las ranuras para insertar cosas en ellas. Las pelotas para lanzar o botar. Cuando se aprovechan las prestaciones, el usuario sabe que hacer con sólo mirar: no hace falta una imagen, una etiqueta ni una instrucción. Las cosas complejas pueden exigir una explicación, pero las sencillas no deberían exigirla. Cuando las cosas sencillas necesitan imágenes, etiquetas o instrucciones, es que el diseño ha fracasado.

En la forma en que utilizamos los objetos cotidianos también funciona una psicología de la causalidad. Algo que ocurre inmediatamente después de un acto parece haber sido causado por ese acto. Si se toca la tecla de una computadora justo en el momento en que ésta tiene un cortocircuito, tiende uno a creer que el fallo es culpa de uno, aunque el cortocircuito y el acto de uno no guardan una relación más que casual. Esa falsa causalidad es la base de muchas supersticiones. Muchos de los comportamientos peculiares de personas que utilizan sistemas informáticos o aparatos electrodomésticos complejos son resultado de esas falsas coincidencias. Cuando un acto no tiene un resultado evidente, cabe concluir que ese acto fue ineficaz. Entonces lo repite uno. Hace algún tiempo, cuando las má-



1.5 Prestaciones de puertas. Los elementos metálicos de las puertas pueden indicar si se debe empujar o tirar, sin necesidad de señales. La barra plana horizontal de la foto A (arriba, a la izquierda) no permite más operación que la de empujar: es un adminículo excelente para una puerta que se debe empujar para abrir. La puerta de B (arriba, a la derecha) tiene un tipo diferente de barra a cada lado, una relativamente pequeña y vertical para indicar que se debe tirar, y la otra relativamente grande y horizontal para señalar un empujón. Ambas barras apoyan la prestación que representa la forma de asirlas: el tamaño y la posición especifican si se han de asir para empujar o para tirar, pero lo hacen de forma ambigua.

1.6 Cuando fracasan las prestaciones. Tuve que atar una cuerda a la puerta de mi despensa para que se pudiera tirar de ella.



quinas de tratamiento de textos no mostraban siempre el resultado de su funcionamiento, la gente trataba a veces de cambiar su manuscrito, pero la falta de un efecto visible de cada acto le hacía pensar que sus órdenes no se habían ejecutado, de forma que las repetían, a veces una y otra vez, lo cual después tenía unos efectos que les producían asombro y pesar. Todo diseño que permita cualquier tipo de falsa causalidad es malo.

VEINTE MIL OBJETOS COTIDIANOS

El número de objetos cotidianos es asombroso, quizá veinte mil. ¿Existen verdaderamente tantos? Empecemos por mirar en nuestro derredor. Hay lámparas, bombillas y enchufes; apliques y tornillos; relojes de pulsera, despertadores y correas de reloj. Hay cosas para escribir (delante de mí puedo contar doce, cada una de ellas con una función, un color o un diseño diferentes). Hay artículos de vestir, con diferentes funciones, aperturas y solapas. Observemos la diversidad de materiales y de piezas. Observemos la variedad de cierres: botones, cremalleras, automáticos, cordones. Contemplemos todos los muebles y los utensilios para comer: tantísimos detalles, cada uno de los cuales sirve alguna función en cuanto a fabricación, utilización o aspecto. Observemos el lugar donde trabajamos. Hay clips, tijeras, cuadernos, revistas, libros. En la habitación en que yo trabajo llegué a contar más de cien objetos especializados antes de cansarme. Cada uno de ellos es sencillo, pero cada uno de ellos impone su propio método de funcionamiento, cada uno de ellos es objeto de un aprendizaje, cada uno desempeña su propia tarea especializada y cada uno tiene que diseñarse por separado. Además, muchos de los objetos están hechos de muchas piezas. Una grapadora de mesa tiene dieciséis piezas, una plancha eléctrica quince, la sencilla combinación de bañera con ducha, veintitrés. ¿No se puede uno creer que esos objetos tan sencillos tengan tantas piezas? Veamos las once partes básicas de un lavabo: desagüe, reborde (en torno al desagüe), válvula de sube y baja, lavabo en sí, plato para el jabón, apertura de rebose, caño de agua, vástago de elevación, accesorios, llave del agua caliente y llave del agua fría. Podemos contar todavía más si empezamos a desmontar los grifos, los accesorios y los vástagos.

El libro *What's what: A visual glossary of the physical word* [Qué es qué:

glosario visual del mundo físico] contiene más de 1.500 dibujos y fotos que sirven de ilustración de 23.000 objetos o partes de objetos⁴. Irving Biederman, psicólogo que estudia la percepción visual, calcula que probablemente existen «30.000 objetos fácilmente discernibles por un adulto»³. Cualquiera sea el número exacto, es evidente que las dificultades de la vida cotidiana aumentan debido a la mera profusión de objetos. Supongamos que cada objeto cotidiano exige sólo un minuto de aprendizaje; el aprender 20.000 de ellos lleva 20.000 minutos: 333 horas, o sea, aproximadamente ocho semanas de trabajo de 40 horas. Además, a menudo nos encontramos con nuevos objetos imprevistos, cuando lo que nos interesa en realidad es otra cosa. Nos sentimos confundidos y sorprendidos, y lo que debería ser un objeto sencillo cotidiano y que no exige ningún esfuerzo se injiere en la tarea importante del momento.

¿Cómo se las arregla la gente? Parte de la respuesta se halla en la forma en que actúa el cerebro: en la psicología del pensamiento y el conocimiento humanos. Parte se halla en la información que facilita el aspecto de los objetos: la psicología de los objetos cotidianos. Y parte se halla en la capacidad del diseñador para hacer que el funcionamiento sea claro y para aprovechar otras cosas que cabe prever conozca la gente. En esto es en lo que resulta crucial el conocimiento que tiene el diseñador de la psicología de la gente, junto con el conocimiento de cómo funcionan las cosas.

MODELOS CONCEPTUALES

Contemplemos la extraña bicicleta de la figura 1.7. Comprendemos inmediatamente que no funciona, porque formamos *un modelo conceptual* del artilugio y simulamos mentalmente su funcionamiento. Puede uno hacer la simulación porque las partes son visibles y las consecuencias de su uso son claras.

Otras pistas acerca de cómo funcionan las cosas proceden de su estructura visible: en particular de sus *prestaciones y limitaciones* y de su *topografía*. Observemos un par de tijeras: aunque nunca las hayamos visto o utilizado, comprendemos que el número de actos posibles es limitado. Los agujeros están ahí evidentemente para meter algo en ellos, y lo único lógico que encaja son los dedos. Esos agujeros constituyen prestaciones: permiten



1.7. El tándem de Carelman, «Bicicleta Convergente (Modelo para Novios)».

Jacques Carelman: «Bicicleta convergente», copyright © 1969-76-80 por Jacques Carelman ADAGP. París, de Jacques Carelman, *Catalogue d'objets introuvables*, Balland, París, Francia. Reproducido con autorización del artista.

que se inserten los dedos. El tamaño de los agujeros establece *restricciones* para limitar el número posible de dedos: el grande sugiere varios dedos, el pequeño, sólo uno. La topografía entre agujeros y dedos —el conjunto de operaciones posibles— se ve sugerida y limitada por los agujeros. Además, el funcionamiento no es sensible a la colocación de los dedos: aunque se utilicen los dedos equivocados, las tijeras siguen funcionando. Puede uno imaginar para que son las tijeras porque sus partes funcionales son visibles y las consecuencias son evidentes. El modelo conceptual resulta obvio, y existe una utilización eficaz de las prestaciones y las limitaciones.

Como ejemplo en sentido contrario, veamos el reloj digital, que tiene de dos a cuatro botones laterales o frontales. ¿Para qué son esos botones? ¿Cómo se cambia la hora? No hay forma de saberlo: no existe una relación evidente entre los mandos y las funciones, no hay limitaciones ni una topografía evidente. Con las tijeras, si se mueve el mango, las hojas se mueven. El reloj y el proyector de diapositivas Leitz no establecen ninguna relación visible entre los botones y los resultados posibles, ninguna relación discernible entre los actos y el resultado final.

Principios del diseño para que sea comprensible y tenga capacidad de uso

Ya hemos visto los principios fundamentales del diseño para la gente: 1) aportar un buen modelo conceptual, y 2) hacer que las cosas sean visibles.

APORTAR UN BUEN MODELO CONCEPTUAL

Un buen modelo conceptual nos permite predecir los efectos de nuestros actos. Si no disponemos de un buen modelo, actuamos de memoria, a ciegas; actuamos como se nos ha dicho que lo hagamos; no podemos comprender del todo por qué, qué efectos esperar ni qué hacer si las cosas salen mal. Mientras las cosas funcionen, podemos arreglárnoslas. Pero cuando las cosas van mal, o cuando nos encontramos con una situación nueva, necesitamos una comprensión mayor, un buen modelo.

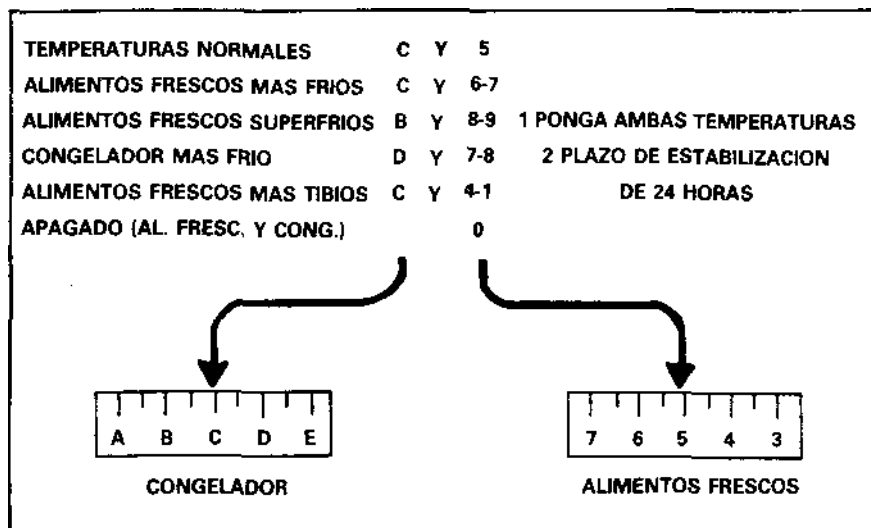
Para los objetos cotidianos, no hace falta que los modelos conceptuales sean muy complejos. Después de todo, las tijeras, las plumas y los interruptores de la luz son mecanismos muy sencillos. No hace falta comprender la física ni la química básicas de cada artefacto que poseemos, sino simplemente la relación entre los mandos y los resultados. Cuando el modelo que se nos expone es insuficiente o equivocado (o, lo que es peor, no existe), podemos tropezar con dificultades. Permítaseme hablar de mi nevera.

Mi casa tiene una nevera normal de dos compartimentos: nada de fantasías. El problema es que no puedo ajustar bien la temperatura. No se puede hacer más que dos cosas: ajustar la temperatura del compartimento congelador y ajustar la temperatura del compartimento de alimentos frescos. Y hay dos mandos, uno con la etiqueta «congelador» y el otro con la etiqueta «alimentos frescos». ¿Dónde está el problema?

Vamos a verlo. En la figura 1.8 se reproduce la placa de instrucciones que hay dentro de la nevera. Supongamos que el congelador está demasiado frío y que la sección de alimentos frescos está bien. Uno quiere subir la temperatura del congelador y mantener constante la de los alimentos frescos. Adelante, leamos las instrucciones a ver qué sacamos en limpio.

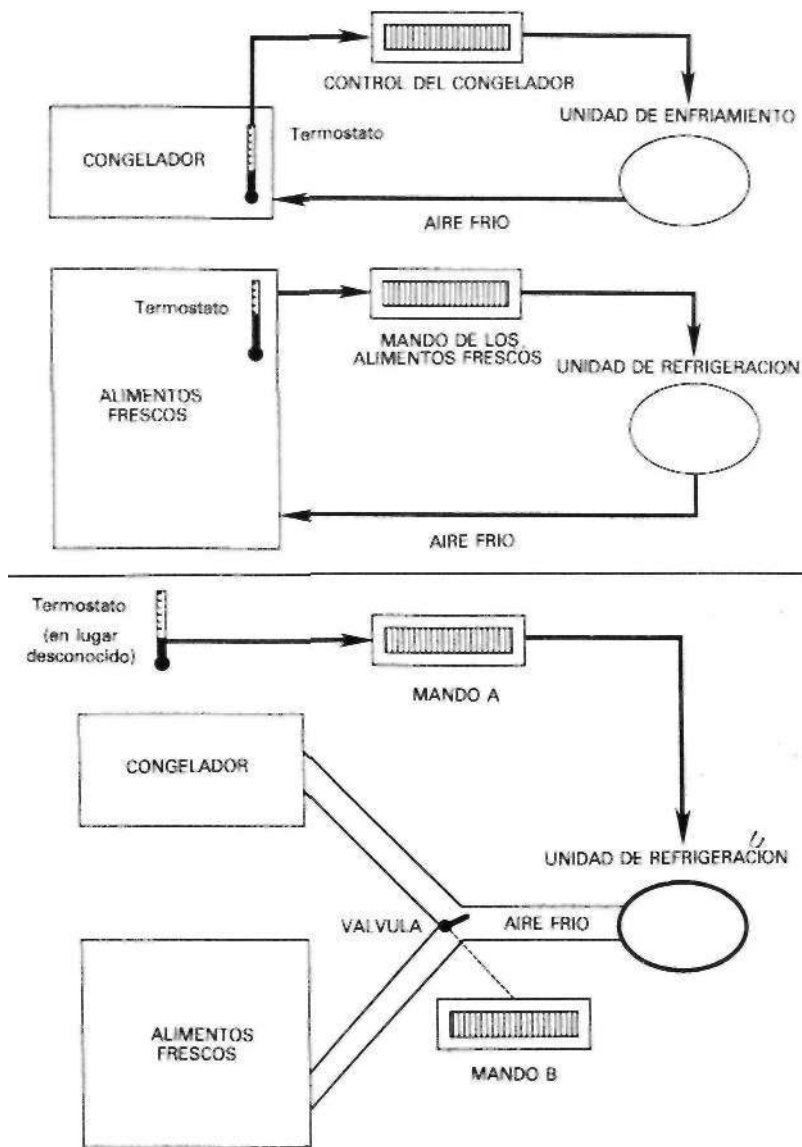
Ah, quizá sea mejor hacer una advertencia. Los dos mandos no son independientes. El mando del congelador afecta a la temperatura de los alimentos frescos y a la

inversa. Y no olvidemos esperar veinticuatro horas para comprobar si hemos hecho bien el ajuste, si es que puede uno recordar lo que hizo.

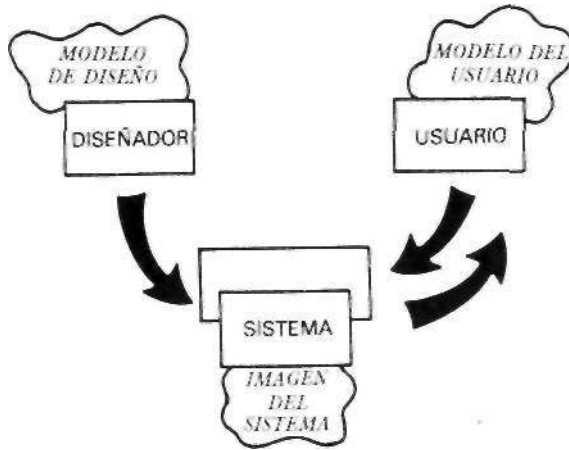


1.8. Mi nevera. Dos compartimentos —alimentos frescos y congelador— y dos mandos (en la sección de alimentos) la ilustración muestra los mandos y las instrucciones. Ahora se ha de suponer que el congelador está demasiado frío y que la sección de alimentos frescos está bien. ¿Cómo ajustaría uno los mandos con objeto de que el congelador esté menos frío y que los alimentos frescos sigan igual? (de Norman, 1986.)

El manejo de la nevera resulta difícil porque el fabricante nos ha dado un modelo conceptual falso. Hay dos compartimentos y dos mandos. El sistema da al usuario con toda claridad y sin ambigüedades un modelo sencillo: cada mando controla la temperatura del compartimento que lleva su nombre. Falso. De hecho, sólo hay un termostato y un mecanismo de refrigeración. Un mando ajusta la posición del termostato y el otro la proporción relativa de aire frío que se envía a cada uno de los compartimentos de la nevera. Por eso los dos mandos interactúan. Con el modelo conceptual que aporta el fabricante, casi siempre resulta imposible, y siempre resulta frustrante, ajustar las temperaturas. Si el modelo fuera correcto, la vida resultaría mucho más fácil (figura 1.9).



1.9. Dos modelos conceptuales de mi nevera. El modelo A (arriba) es el que aporta la imagen del sistema de la nevera que se desprende de los mandos y las instrucciones; el B (debajo) es el modelo conceptual correcto. El problema estriba en que es imposible decir en qué compartimento se halla el termostato y si los dos mandos se hallan en el congelador y en el compartimento para alimentos frescos, o a la inversa.



1.10. Modelos conceptuales. El *modelo de diseño* es el modelo conceptual del diseñador. El *modelo del usuario* es el modelo mental elaborado mediante la interacción con el sistema. La *imagen del sistema* es el resultado de la estructura física que se ha establecido (que comprende la documentación, las instrucciones y las etiquetas). El diseñador espera que el modelo del usuario sea idéntico al modelo de diseño. Pero el diseñador no habla directamente con el usuario: todas las comunicaciones se realizan por conducto de la imagen del sistema. Si la imagen del sistema no hace que el modelo de diseño sea claro y coherente, entonces el usuario acabará con el modelo mental equivocado (de Norman, 1986).

¿Por qué presentó el fabricante el modelo conceptual equivocado? Quizá los diseñadores opinaron que el modelo correcto era demasiado complejo, que el modelo que presentaban era de comprensión más fácil. Pero cuando el modelo conceptual es erróneo, resulta imposible poner los mandos. Y aunque yo estoy convencido de saber ya cuál es el modelo correcto, sigo sin poder ajustar bien las temperaturas porque el diseño del refrigerador hace que me resulte imposible descubrir que mando corresponde al termostato, cuál es la proporción relativa de aire frío y en qué compartimento se halla el termostato. La falta de retroalimentación inmediata de lo que hace uno no sirve precisamente de ayuda: con un plazo de veinticuatro horas, ¿quién va a recordar lo que intentó hacer?

El tema de los modelos conceptuales volverá a aparecer en el libro. Forman parte de un concepto importante del diseño: los *modelos mentales*, los modelos que tiene la gente de sí misma, de los demás, del medio

ambiente y de las cosas con las que interactúa. La gente forma modelos mentales mediante la experiencia, la formación y la instrucción. El modelo mental de un dispositivo se forma en gran parte mediante la interpretación de sus actos percibidos y de su estructura visible. La parte visible del dispositivo es lo que yo califico de *imagen del sistema* (figura 1.10). Cuando la imagen del sistema es incoherente o inadecuada, como ocurre con la nevera, entonces el usuario no puede utilizar el mecanismo con facilidad. Si es incompleta o contradictoria, habrá problemas.

HACER QUE LAS COSAS SEAN VISIBLES

Los problemas que causa una atención insuficiente a la visibilidad se demuestran claramente con un aparato sencillo: el teléfono moderno.

Estoy ante la pizarra de mi despacho, hablando con un estudiante, cuando suena el teléfono. Da uno y después dos timbrazos. Hago una pausa, tratando de terminar la frase antes de responder. Deja de sonar. «Lo siento», dice el estudiante. «No es culpa suya», respondo. «Pero no hay problema, la llamada pasa directamente al teléfono de mi secretaria que la responderá». Mientras escuchamos, oímos, que empieza a sonar el teléfono de mi secretaria. Una vez, dos. Miro el reloj. Las seis. Es tarde, el personal de oficinas se ha marchado ya. Voy corriendo al teléfono de mi secretaria, pero cuando llego a él deja de sonar. «Ah», pienso, «lo están pasando a otro teléfono». Y así es: el teléfono de la oficina adyacente empieza a sonar. Voy corriendo a esa oficina, pero está cerrada. Vuelta a la mía para sacar la llave, vuelta a la puerta cerrada, abro como puedo, entro en la oficina y el teléfono se ha callado. Oigo que al otro extremo del pasillo empieza a sonar un teléfono. ¿Podría tratarse todavía de mi llamada que avanza misteriosamente, con un paso zigzagante y predeterminado, por todos los teléfonos del edificio? ¿O se trata de otra llamada que entra por casualidad en ese momento?

De hecho, podría haber vuelto a tomar la llamada en mi despacho, si hubiera actuado con suficiente rapidez. El manual dice: «Con nuestro grupo preprogramado de llamadas, basta con marcar el 14 para conectar con una llamada que entra. Si no, para responder en cualquier otra extensión que está sonando, marque el número de la extensión que suena y espere al tono de comunicar. Después marque el 8 para conectar con

una llamada de entrada». ¿Cómo? ¿Que significan esas instrucciones? ¿Qué es un «grupo preprogramado de llamadas»? y ¿qué falta me hace saberlo? ¿Cuál es la extensión del teléfono que suena? ¿Puedo recordar todas esas instrucciones cuando las necesito? No.

El último juego de las oficinas modernas es el de «la caza de la llamada», a medida que los elementos automáticos de los teléfonos funcionan cada vez peor: elementos que se han diseñado sin pensarse las cosas y, desde luego, sin que los usuarios finales los hayan podido probar. Hay otros juegos. Uno de ellos se anuncia con la pregunta: «¿Cómo respondo a esa llamada?». La pregunta se tiene que hacer con el tono quejumbroso idóneo frente a un teléfono que suena y se enciende y se apaga, con el receptor en la mano. Después existe el juego de las paradojas titulado «Este teléfono no tiene una función de espera». La acusación se dirige a un teléfono que en realidad sí que tiene una función de espera. Y, por último, está el juego llamado «¿Qué es eso de que yo lo he llamado a usted, usted me ha llamado a mí!».

Muchos de los sistemas telefónicos modernos tienen un elemento nuevo que vuelve a marcar automáticamente un número marcado previamente. Ese elemento recibe nombres como repetición automática de llamada o memoria automática de llamada. Uno debería utilizarlo al llamar a alguien que no responde o que está comunicando. Cuando esa persona cuelga el teléfono, el mío vuela a marcar su número. Pueden activarse al mismo tiempo varias llamadas automáticas. Funciona como sigue: yo llamo a un teléfono. No responden, de modo que pongo en marcha el elemento automático de llamada. Varias horas después suena mi teléfono. Lo tomo y contesto: «Dígame», lo cual recibe como única respuesta un sonido de llamada y después alguien que responde: «Dígame».

«Dígame», responde, «¿quién es?»

«¿Quién es?», escucho como respuesta; «es usted quien me ha llamado».

«No», digo yo, «es usted quien me ha llamado, acaba de sonar mi teléfono».

Lentamente comprendo que quizá se trate de mi llamada aplazada. Bien, vamos a ver, a quién estaba yo intentando llamar hace unas horas. ¿Había dejado varias llamadas aplazadas? ¿Por qué hice yo aquella llamada?

El teléfono moderno no fue algo que surgiera de forma accidental: fue algo diseñado cuidadosamente. Alguien —y lo que es más probable, todo un equipo— inventó una lista de elementos que se consideraban deseables, inventó lo que a su juicio constituían formas plausibles de controlar

esos elementos, y después lo montó todo. Mi universidad, preocupada por los costos y quizá impresionada por esos elementos, compró el sistema y se gastó millones de dólares en una instalación telefónica que ha resultado de lo más impopular e incluso inviable. ¿Por qué compró la universidad ese sistema? La adquisición llevó varios años de trabajo en comités, y estudios y demostraciones por empresas telefónicas competidoras, así como montones de documentos y de especificaciones. Yo mismo participé en todo aquello, contemplando la interacción entre el sistema de teléfonos y las redes de ordenadores, para asegurar que ambas cosas fueran compatibles y tuvieran un precio razonable. Que yo sepa, nadie pensó jamás en someter a una prueba anticipada a los teléfonos. Nadie sugirió instalarlos en un despacho piloto para ver si se satisfacerían las necesidades de los usuarios o si el usuario podía comprender cómo utilizar el teléfono. El resultado: un desastre. El principal defecto —falta de visibilidad— se sumaba a un defecto secundario: un mal modelo conceptual. Cualquier dinero que se haya ahorrado en la instalación y la compra está desapareciendo rápidamente en costos de formación, llamadas desaparecidas y frustraciones. Pero, por lo que he visto, los sistemas telefónicos competidores no hubieran funcionado mejor.

Hace poco pasé seis meses en la Unidad de Psicología Aplicada de Cambridge, Inglaterra. Justo antes de mi llegada, la empresa británica Telecom acababa de instalar un nuevo sistema de teléfonos. Tenía muchos elementos. El teléfono en sí no tenía nada de notable (figura 1.11). Se trataba del teléfono normal de doce teclas, salvo que tenía a un lado otra tecla marcada «R» (nunca logré averiguar el uso de esa tecla).

El sistema telefónico era objeto de quejas constantes. Nadie sabía utilizar todos los elementos. Alguien incluso inició un pequeño proyecto de investigación para dejar constancia de las confusiones que creaba en la gente. Otra persona escribió un pequeño programa de ordenador de «sistema experto», que es uno de los juguetes nuevos en la esfera de la inteligencia artificial; el programa puede ir avanzando razonablemente en situaciones complejas. Si quería uno utilizar el sistema telefónico, quizá para hacer una llamada colectiva entre tres personas, se le pedía al sistema experto, que explicaba cómo se hacía. De manera que está uno hablando con alguien y necesita añadir un tercero a la llamada. Primero se pone en marcha el ordenador. Después se introduce el sistema experto. Al cabo de tres o cuatro minutos (necesarios para cargar el programa),

se teclea lo que quiere uno hacer. Con el tiempo, el ordenador le dice a uno qué hacer (es de suponer que recuerda uno lo que quería hacer y que la persona con la que estaba hablando todavía siga al teléfono). Pero da la casualidad de que utilizar el sistema experto resulta mucho más fácil que leer y comprender el manual que se entrega con el teléfono (figura 1.12).

¿Por qué resulta tan difícil de comprender el sistema telefónico? No contiene nada que sea difícil conceptualmente. De hecho, cada una de las operaciones es muy sencilla. Basta con marcar unos cuantos dígitos. Ni siquiera parece que el teléfono sea complicado. No tiene más que quince mandos: las doce teclas de costumbre —diez numeradas de 0 a 9, más # y *, más el auricular y el micrófono, el botón de colgar y la misteriosa tecla «R». Todo ello, salvo la «R» forma parte del teléfono moderno normal. ¿Por qué era tan difícil el sistema?

Un diseñador que trabaja para una empresa de teléfonos me contó una vez lo siguiente:

«Una vez intervine en el diseño del dial de uno de esos teléfonos de funciones múltiples, los que tienen teclas "R". La tecla "R" es una especie de vestigio. Resulta muy difícil eliminar elementos de un producto recién diseñado cuando ya habían existido en una versión anterior. Es un poco como la evolución física. Si un elemento se halla en el genoma, y si ese elemento no guarda relación con nada negativo (es decir, si los clientes no se quejan de él), entonces se mantiene durante generaciones enteras.

Resulta interesante que haya cosas como la tecla "R" que en gran parte se determinan por ejemplos. Alguien pregunta: "¿para qué se utiliza la tecla "R"?" y la respuesta consiste en dar un ejemplo: "se puede marcar "R" para poder llamar a otras personas por altavoces". Si a nadie se le ocurre un ejemplo, entonces se elimina ese elemento. Sin embargo, los diseñadores son gente bastante capaz. Pueden inventarse un ejemplo bastante plausible para casi cualquier cosa. Por eso introducen elementos, muchísimos elementos, que duran mucho tiempo. El resultado final es que existen unas interfaces muy complejas para cosas que esencialmente son muy sencillas.»^b

Al ir reflexionando sobre este problema, decidí que sería lógico comparar el sistema telefónico con algo que fuera igual de complejo o más, pero de uso más fácil. O sea que dejemos por momento de lado el difícil sistema telefónico para pasar al automóvil. En Europa me compré un coche. Cuan-



1.11, Teléfono británico Telecom. Este era el que había en mi despacho de la Unidad de Psicología Aplicada de Cambridge. Parece muy sencillo, ¿verdad?

1.12. Dos formas de utilizar la reserva en los teléfonos modernos. La ilustración A (abajo izquierda) es la traducción del manual de instrucciones de British Telecom. El procedimiento parece especialmente complicado, con tres claves de tres dígitos que aprender: 681, 682 y 683. La ilustración B (abajo derecha) muestra las instrucciones equivalentes del teléfono analógico de una sola línea Ericsson instalado en la Universidad de California, San Diego. Me parece más fácil comprender las segundas instrucciones, pero sigue siendo necesario marcar un dígito arbitrario: en este caso el 8.

ESPERA

Este elemento permite dejar en espera una llamada ya hecha, después colgar o hacer otra. La llamada en espera puede recuperarse desde la extensión en la que se ha dejado o cualquier otra del sistema.

PARA DEJAR LA LLAMADA EN ESPERA



Se puede utilizar la extensión normalmente

PARA RECUPERAR LA LLAMADA EN SU TELEFONO



PARA RECUPERAR LA LLAMADA EN EL TELEFONO DE OTRA PERSONA



LLAMADAS EN ESPERA

Con otra persona al teléfono

- Apretar la tecla R
- Escuchar el tono de volver a marcar (tres pitidos y tono de marcar)
- Colgar el auricular

PARA RECUPERAR LA LLAMADA DEL MISMO TELEFONO

- Levantar el auricular; queda usted conectado a la llamada

PARA RECUPERAR LA LLAMADA DESDE OTRO TELEFONO

- Levantar el auricular
- Marcar el número de la extensión donde quedó en espera la llamada: esperar al tono de comunicar
- Marcar el 8; queda usted conectado con la llamada.

NOTA: La llamada quedará en espera durante 3 minutos antes de volver a marcar.

do fui a buscarlo a la fábrica, alguien de la empresa vino al coche conmigo y me enseñó cada uno de los mandos, explicándome su función. Una vez que me explicó todos los mandos dije que estaba muy bien, le di las gracias y me fui con el auto. No hicieron falta más instrucciones. El coche tiene 112 mandos. No es tan terrible como parece. Veinticinco de ellos están en la radio. Otros 7 son los del sistema de control de la temperatura y 11 los de las ventanillas y el techo deslizante. El ordenador de a bordo tiene 14 teclas, cada una de ellas correspondiente a una función específica. De forma que sólo cuatro dispositivos —la radio, los mandos de la temperatura, las ventanillas y el ordenador— suman 57 mandos, o sea, más del 50 por 100 del total.

¿Por qué resulta el automóvil, con sus variadas funciones y sus múltiples mandos tanto más fácil de aprender y de utilizar que el sistema telefónico, con su conjunto mucho más reducido de funciones y de mandos? ¿Qué es lo que está bien en el diseño del coche? Las cosas son visibles. La topografía es buena, las relaciones entre los mandos y lo que éstos controlan son naturales. A menudo, los mandos son únicos, tienen funciones únicas. La retroalimentación es buena. El sistema es comprensible. En general, las relaciones entre las intenciones de los usuarios, los actos necesarios y los resultados son sensatas, no arbitrarias, y significativas.

¿Qué es lo que tiene de malo el diseño del teléfono? No existe una estructura visible. La topografía es arbitraria; la relación entre los actos que debe realizar el usuario y los resultados que se han de obtener no tiene el menor sentido. Los mandos tienen funciones múltiples. La retroalimentación no es buena, de forma que el usuario nunca está seguro de haber obtenido el resultado deseado. El sistema, en general, no es comprensible; sus capacidades no son evidentes. En general, las relaciones entre las intenciones del usuario, los actos necesarios y los resultados son totalmente arbitrarias.

Cuandoquiera que el número de actos posibles es superior al número de mandos, es probable que se produzcan dificultades. El sistema telefónico tiene 24 funciones, pero sólo 15 mandos, y en ninguno de los casos se indica un acto concreto. En cambio, el ordenador de a bordo del coche realiza 17 funciones con 14 mandos. Con escasas excepciones, existe un mando para cada función. De hecho, los mandos con más de una función son más difíciles de recordar y de utilizar. Cuando el número de mandos

es igual al número de funciones, cada mando puede ser especializado y llevar una indicación. Las funciones posibles son visibles, pues cada una corresponde a un mando. Si el usuario olvida las funciones, los mandos sirven de recordatorio. Cuando, como ocurre con el teléfono, hay más funciones que mandos, la señalización resulta difícil o imposible. No existe nada que sirva de recordatorio para el usuario. Las funciones son invisibles, están ocultas. No es de extrañar que el funcionamiento resulte misterioso y difícil. Los mandos del coche son visibles y, gracias a su ubicación y a la forma en que se utilizan, tienen una relación inteligente con su funcionamiento. La visibilidad actúa como un recordatorio adecuado de lo que se puede hacer, y permite que el mando especifique cómo se ha de realizar el acto. La buena relación existente entre la ubicación del mando y lo que hace, facilita encontrar el mando adecuado para cada tarea. El resultado es que no hace falta recordar muchas cosas.

EL PRINCIPIO DE LA TOPOGRAFÍA

La palabra **topografía** es un término técnico que significa **la relación entre dos cosas; en este caso entre los mandos y sus desplazamientos y los resultados en el mundo exterior**. Veamos las relaciones topográficas que intervienen en la dirección de un coche. Para que el coche gire a la derecha, se hace girar el volante en sentido de las agujas del reloj (de forma que por arriba se desplaza a la derecha). En este caso, el usuario debe identificar dos topografías: uno de los 112 mandos afecta la dirección, y el volante debe girar en una dirección de las dos posibles. Ambas son algo arbitrarias. Pero el volante y la dirección dextrógira son opciones naturales: visibles, en estrecha relación con el resultado deseado y que aportan una retroalimentación inmediata. La topografía se aprende con facilidad y se recuerda siempre.

La **topografía natural**, con lo cual me refiero a **aprovechar las analogías físicas y las normas culturales**, lleva a una **comprensión inmediata**. Por ejemplo, un diseñador puede utilizar la analogía espacial: para elevar un objeto, llevar el mando hacia arriba. A fin de controlar un juego de luces, organizar los mandos con la misma pauta que las luces. Algunas topografías naturales son culturales o biológicas, como en la norma universal de que un nivel que sube representa más y un nivel que baja, menos. Ana-

lugamente, un sonido más alto puede significar una cantidad mayor. La cantidad y el volumen (como el peso, la longitud de una línea y la brillantez) son dimensiones acumulativas: se añade más para mostrar unos aumentos incrementales. Obsérvese que la relación lógicamente plausible entre tono musical y volumen no funciona: ¿significa un tono más alto menos o más de algo? El tono (y el sabor, el color y la ubicación) son dimensiones sustitutivas: sustituyase un valor por otro para introducir un cambio. No existe un concepto natural de más o menos en la comparación entre diferentes tonos, matices o calidades de sabor. Otras topografías naturales se desprenden de los principios de la percepción y permiten la agrupación o la pauta natural de mandos y retroalimentación (véase la figura 1.13).

Los problemas de topografía son abundantes y constituyen una de las causas fundamentales de la existencia de dificultades. Veamos el teléfono. Supongamos que desea uno activar la llamada de respuesta cuando la función está en «no hay respuesta». A fin de iniciar este elemento de un sistema telefónico hay que apretar y soltar el botón de «nueva llamada» (el que está en el mango del auricular), después marcar el 60 y después el número al que deseaba uno llamar.

Esto plantea diversos problemas. En primer lugar, la descripción que se aporta la función es relativamente compleja, pero, no obstante, incompleta: ¿qué pasa si dos personas desean devolver la llamada al mismo tiempo? ¿Qué ocurre si la persona no regresa hasta dentro de una semana? ¿Qué ocurre si entre tanto se han utilizado tres o cuatro funciones más? ¿Y si quiere uno anularla? En segundo lugar, el acto que realiza es arbitrario (Marcar el número 60. ¿Por qué el 60? ¿Por qué no el 73 o el 27? ¿Cómo se acuerda uno de un número arbitrario?). En tercer lugar, la secuencia termina con algo que parece ser un acto reiterativo e innecesario: el de marcar el número de la persona a la que se desea llamar. Si el sistema de teléfonos es lo bastante inteligente como para hacer todas esas cosas, ¿por qué no puede recordar el número que se acaba de intentar? ¿Por qué hay que repetirlo todo una vez más? En cuarto y último lugar, veamos la falta de retroalimentación. ¿Cómo sé que he hecho lo necesario? A lo mejor he desconectado el teléfono. A lo mejor he puesto en marcha otro elemento especial. No existe una forma visible o audible de saberlo inmediatamente.



1.13. Mando de ajuste de asiento de un automóvil Mercedes. Se trata de un ejemplo excelente de topografía natural. El mando tiene la forma del propio asiento: la topografía es evidente. A fin de elevar la parte delantera del asiento, basta con elevar la parte delantera del botón. Para reclinar el respaldo del asiento, basta con mover el botón hacia atrás. Evidentemente, los Mercedes no son objetos cotidianos para las masas, pero' este principio no exige grandes gastos ni gran riqueza. Cabría aplicarlo a objetos mucho más comunes.

Un dispositivo es fácil de utilizar cuando existe una cierta visibilidad del conjunto de actos posibles, de modo que los mandos y las imágenes explotan la topografía natural. Los principios son sencillos, pero raras veces se incorporan en el diseño. Un buen diseño exige atención, planificación, reflexión. Exige una atención consciente a las necesidades del usuario. Y a veces al diseñador le sale bien:

Una vez que me hallaba asistiendo a una conferencia en Gmunden, Austria, salí en un grupo de excursión. Me senté directamente detrás del conductor del autobús alemán, que era nuevo, aerodinámico y tenía mucha alta tecnología. Contemplé maravillado los centenares de mandos que había repartidos por todo el salpicadero del autobús.

«¿Cómo ha logrado usted aprenderse todos esos mandos?», pregunté al conductor (con la ayuda de un colega que sabía alemán). Evidentemente, el conductor no entendió por qué se lo preguntaba.

«¿Qué dice?», me contestó. «Cada mando está exactamente donde tiene que estar. No es nada difícil.»

Ese es un buen principio. Los mandos están donde tienen que estar. Una función, un mando. Claro que es más difícil hacerlo que decirlo, pero fundamentalmente, ése es el principio de la topografía natural: la relación entre los mandos y los actos debe ser evidente para el usuario. Más adelante volveré a ocuparme de este tema, pues el problema de determinar la «naturalidad» de la cartografía es difícil, pero clave.

Ya he descrito la facilidad con que en general se utilizan los mandos de mi coche. De hecho, el coche tiene muchos problemas. El enfoque de capacidad de uso empleado en el coche parece consistir en asegurarse de que uno pueda alcanzar todo y verlo todo. Eso está bien, pero no es suficiente ni mucho menos.

Veamos un ejemplo bien sencillo: los mandos de los altavoces, un mando sencillo que determina si el sonido sale de los altavoces delanteros, de los traseros o de una combinación de ambos (figura 1.14). Basta con rotar la ruedecilla de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Muy sencillo, pero, ¿cómo sabe uno en qué sentido rolar el mando? ¿En qué sentido pasa el sonido a la trasera y en cuál a la delantera? Si quiere uno que el sonido proceda de los altavoces delanteros, habría que mover el mando hacia adelante. Para que saliera de los traseros, habría que mover el mando hacia atrás. Entonces, la forma del movimiento imitaría a la función y constituiría una topografía natural. Pero la forma en que de hecho está montado el mando en el coche, adelante y atrás se convierten en a derecha y a izquierda. ¿Qué diferencia corresponde a qué? No existe una relación natural. Lo que es peor, el mando no lleva ni siquiera un letrero. Ni siquiera el manual de instrucción dice cómo se debe utilizar.

El mando debe estar montado de forma que avance hacia adelante y hacia atrás. Si no se puede hacer eso, hay que rotar el mando 90 grados en el salpicadero, de forma que se desplace en sentido vertical. El elevar algo para que represente hacia adelante no es tan natural como el desplazar eso mismo hacia adelante, pero por lo menos sigue una convención generalizada.

De hecho, vemos que tanto el coche como el teléfono tienen unas funciones fáciles y otras difíciles. El coche parece tener más de las fáciles y



1.14. Mando de altavoces delanteros y traseros de una radio de automóvil. Si se rota la ruedecilla con las imágenes del altavoz a un lado o a otro, el sonido sale totalmente de los altavoces delanteros (cuando el mando ha girado totalmente hacia un lado) o totalmente de los traseros (cuando el mando ha girado totalmente al otro lado) o de ambos por igual (cuando el mando está a mitad de camino). ¿Que dirección indica los altavoces delanteros y cuál los traseros? No basta con mirar. Y ya que estamos en eso, imaginemos que trata uno de manipular los mandos de la radio mientras mantiene la vista en la carretera.

el teléfono más de las difíciles. Además, en el caso del coche existen suficientes mandos fáciles, de modo que puedo hacer casi todo lo que necesito. No ocurre lo mismo con el teléfono: resulta muy difícil utilizar ni siquiera uno solo de los elementos especiales.

Los aspectos fáciles tanto del teléfono como del coche tienen mucho en común, al igual que los aspectos difíciles. Cuando las cosas son visibles, tienden a ser más fáciles que cuando no lo son. Además, debería existir una relación estrecha y *natural* entre el mando y la función: una *topografía natural*.

EL PRINCIPIO DE LA RETROALIMENTACION

La retroalimentación —el envío de vuelta al usuario de información acerca de qué acto se ha realizado efectivamente y qué resultado se ha logrado— es un concepto muy conocido en la ciencia de la teoría del control y la información. Imaginemos lo que sería tratar de hablar a alguien cuando no puede uno oír ni siquiera su propia voz, o tratar de hacer un dibujo con un lápiz que no traza una línea: no existiría retroalimentación.

En los buenos tiempos del teléfono antiguo, antes de que el sistema telefónico estadounidense se dividiera entre compañías competidoras, antes de que los teléfonos se hicieran fantasiosos y tuvieran tantos elementos, los teléfonos se diseñaban con mucha más atención y preocupación por el usuario. Los diseñadores de los Laboratorios de Teléfonos Bell se ocupaban mucho de la retroalimentación. Las teclas estaban ideadas para transmitir una sensación adecuada: una retroalimentación táctil. Cuando se pulsaba una tecla, en el auricular sonaba un tono, de forma que el usuario sabía que la tecla había sido efectivamente pulsada. Cuando se conectaba la llamada, había una serie de clics, tonos y otros ruidos que proporcionaban al usuario retroalimentación acerca de la marcha de la llamada. Y la voz del que hablaba siempre volvía al auricular con un volumen cuidadosamente controlado, porque la retroalimentación auditiva (calificada de «tono marginal») ayudaba a la persona a regular la altura de su voz. Todo eso ha cambiado. Ahora tenemos teléfonos que son mucho más potentes y a menudo más baratos que los existentes hasta hace unos años: más funciones por menos dinero. Para ser justos, estos nuevos diseños están aproximándose a la paradoja de la tecnología: por lo general, una mayor capacidad funcional se ha de pagar con una mayor complejidad. Pero eso no justifica un progreso regresivo.

¿Por qué resultan tan difíciles de aprender y utilizar los sistemas telefónicos modernos? Básicamente, el problema consiste en que esos sistemas tienen más elementos y menos retroalimentación. Supongamos que todos los teléfonos tuvieran una pequeña pantalla, parecida a las de las calculadoras pequeñas y baratas. La pantalla podría utilizarse para exponer, al pulsar una tecla, un breve menú de todos los elementos del teléfono, uno por uno. Cuando se encontrara el deseado, el usuario apretaría otra tecla para indicar que ése es el que desea. Si hace falta hacer algo más, la pantalla podría decírselo al usuario. La pantalla podría incluso ser

auditiva, con palabras habladas en lugar de signos visuales en la pantalla. No hace falta añadir más que dos teclas al teléfono: una para cambiar lo que se ve en la pantalla y otra para aceptar la opción que se ofrece. Naturalmente, el teléfono sería algo más caro. La cuestión es: costes o utilidad ⁷.

¡Pobre diseñador!

El diseño no es tarea fácil. El fabricante quiere algo que se pueda producir económicamente. La tienda quiere algo que resulte atractivo para los clientes. El comprador tiene varias exigencias. En la tienda, el comprador se centra en el precio y el aspecto, y quizá en el valor de prestigio. En casa, esa misma persona prestará más atención a la funcionalidad y la capacidad de uso. Al servicio de reparaciones le preocupa la mantenibilidad: ¿hasta qué punto es fácil desmontar, diagnosticar y reparar el dispositivo? Las necesidades de quienes intervienen suelen ser diferentes y conflictivas. Sin embargo, el diseñador quizá pueda satisfacer a todos.

Un ejemplo sencillo de un buen diseño es la disquette magnética de 3,5 pulgadas para ordenador, un redondelito de material magnético «blando» incrustado en plástico duro. Los tipos iniciales de discos blandos no tenían ese estuche de plástico, que protege al material magnético contra los malos tratos y contra los daños. Una cubierta deslizante de metal protege la delicada superficie magnética cuando la disquette no se está utilizando, y se abre automáticamente cuando se inserta en la computadora. La disquette tiene forma cuadrada: aparentemente hay ocho formas posibles de insertarla en la máquina y sólo una de ellas es correcta. ¿Qué pasa si lo hago mal? Trato de insertar el disco de lado. Ah, el diseñador ya lo había pensado. Un pequeño estudio revela que el estuche no es verdaderamente cuadrado: es rectangular, de modo que no se pueden insertar los lados más largos. Lo intento del revés. La disquette no se introduce sino en parte. Existen pequeñas protuberancias, dientes y muescas que impiden que la disquette se introduzca hacia atrás o del revés: de las ocho formas en que podría tratarse de insertar la disquette, sólo una es correcta, y sólo una encaja. Un diseño excelente.

Tomemos otro ejemplo de buen diseño. Mi rotulador de punta de fieltro sólo tiene estrías por un lado; todos los demás lados son idénticos. Un examen atento revela que la punta del rotulador hace ángulo y escribe mejor si se sostiene con el lado estriado

hacia arriba, resultado natural si el índice se apoya en las estrías. No pasa nada malo si lo sostengo de otro modo, pero el rotulador escribe peor. Las estrías constituyen una pista sutil del diseño: funcional, pero visible y que no molesta desde el punto de vista estético.

El mundo está lleno de pequeños ejemplos de buen diseño, con esos curiosos detalles que representan aportaciones positivas a nuestras vidas. Cada uno de esos detalles los ha añadido alguien, un diseñador, que reflexionó atentamente sobre las utilizaciones del artefacto, las formas en que la gente utiliza mal las cosas, los tipos de errores que se pueden cometer y las funciones que la gente desea que se desempeñen.

Entonces, ¿cómo es que tantas buenas ideas sobre diseño no se abren camino hasta convertirse en productos del mercado? ¿¿que aparece algo bien ideado pero dura poco y desaparece? Una vez hablé con un diseñador acerca de las frustraciones de tratar de obtener el mejor producto.

Por lo general, hacen falta cinco o seis tentativas para que un producto salga bien. Ello puede resultar aceptable en un producto establecido, pero hay que pensar lo que significa en un producto nuevo. Supongamos que una empresa quiere fabricar un producto que quizá sea verdaderamente nuevo. El problema estriba en que si el producto es auténticamente revolucionario, es poco probable que nadie sepa exactamente cómo diseñarlo bien a la primera; harán falta varias tentativas. Pero si se introduce un producto en el mercado y fracasa, se acabó. Quizá se pudiera introducir una segunda o incluso una tercera vez, pero después se acabó: todo el mundo está convencido de que ha fracasado.

Le pedí que me lo explicara: «Quieres decir», señalé, «que hacen falta cinco o seis tentativas para que una idea salga bien?»

«Sí», respondió, «por lo menos».

«Pero», repliqué, «también has dicho que si un producto recién introducido no funciona a las dos o tres primeras veces, entonces se acabó».

«Exacto», me dijo.

«Entonces, es casi seguro que los productos nuevos fracasarán, por buena que sea la idea.»

«Ahora me entiendes», dijo el diseñador. «No hay más que ver el empleo de mensajes auditivos en artefactos complejos como las cámaras fotográficas, las máquinas de bebidas gaseosas y las fotocopiadoras. Un fracaso. Ya ni siquiera se intenta. Es una pena. Verdaderamente, es una buena idea, pues puede resultar muy útil cuando

se tienen las manos o la vista ocupadas en otra cosa. Pero aquellas primeras tentativas se hicieron muy mal y el público las desechó; e hizo bien. Ahora, nadie se atreve a volverlo a intentar, ni siquiera en los sitios donde hace falta.»

La paradoja de la tecnología

La tecnología ofrece las posibilidades de hacer que la vida resulte más fácil y más placentera; cada nueva tecnología aporta mayores beneficios. Al mismo tiempo, surgen nuevas complejidades que agravan nuestras dificultades y frustraciones. El desarrollo de una tecnología tiende a seguir una curva de complejidad en forma de U: empieza muy alto; va cayendo hasta un nivel bajo y confortable, y después vuelve a subir. Los dispositivos innovadores son complejos y difíciles de utilizar. A medida que los técnicos se van haciendo más competentes y que una industria va madurando, los dispositivos se van haciendo más sencillos, más fiables y más potentes. Pero después, cuando la industria se ha estabilizado, los recién llegados idean cómo añadir más potencia y más capacidad, pero siempre a costa de un aumento de la complejidad y a veces de una disminución de la fiabilidad. Podemos percibir la curva de la complejidad en la historia del reloj, la radio, el teléfono y la televisión. Veamos la radio. En un principio, las radios eran muy complejas. Para sintonizar con una estación hacía falta proceder a varios ajustes, entre ellos el de la antena, el de la **frecuencia** de radio, el de las frecuencias intermedias y el de los mandos tanto de sensibilidad como de volumen. Las radios se fueron simplificando y no tenían mando más que para ponerlas en marcha, sintonizar con la estación y ajustar el volumen. Pero las radios más recientes vuelven a ser muy complejas, quizá todavía más que las antiguas. Ahora a la radio se la llama sintonizador, y está llena de mandos, teclas, barras, luces, pantallitas y medidores. Los aparatos modernos son tecnológicamente superiores, brindan un sonido de mayor calidad, mejor recepción y mayor capacidad. Pero, ¿de qué vale la tecnología si es demasiado compleja para utilizarla?

El problema de diseño que plantean los avances tecnológicos es enorme. Veamos el reloj. Hace unas décadas, los relojes eran sencillos. No había más que poner la hora y darles cuerda. El mando general era la ruedecilla a un lado del reloj. Si esa ruedecilla se sacaba y se le daba la vuelta, las

manecillas se movían. Las operaciones eran fáciles de aprender y de realizar. Existía una relación razonable entre el dar vueltas a la ruedecilla y el giro consiguiente de las agujas. El diseño incluso tenía en cuenta el error humano: la posición normal de la ruedecilla sólo correspondía al acto de darle cuerda, de modo que aunque se girase de más o de menos, la hora no cambiaba.

En el reloj digital moderno ha desaparecido esa ruedecilla, siendo sustituida por un motor impulsado por pilas de larga duración. No queda más que la tarea de poner la hora. La ruedecilla sigue constituyendo una solución sensata, pues se puede avanzar o retroceder, ir hacia adelante o hacia atrás, hasta lograr la hora que se desea. Pero la ruedecilla es más compleja (y en consecuencia más cara) que unos meros botones. Si el único cambio del reloj analógico a cuerda al reloj digital a pilas consistiera en la forma de poner la hora, las dificultades no serían muchas, pero no es así. El problema se debe a que la nueva tecnología nos ha permitido añadir más funciones al reloj: éste puede dar el día de la semana, el mes y el año; puede servir de cronómetro (que ya en sí tiene varias funciones), de sistema de cuenta atrás y de despertador (a veces doble); puede mostrar la hora en diferentes usos horarios; puede servir para echar cuentas e incluso funcionar como calculadora. Pero las funciones adicionales provocan problemas: ¿cómo se diseña un reloj que tiene tantas funciones si se aspira a limitar el tamaño, el costo y la complejidad del aparato? ¿Cuántos botones hacen falta para que el reloj funcione y se pueda aprender, pero no sea demasiado caro? No existen respuestas fáciles. **Siempre que el número de funciones y el de operaciones necesarias es mayor que el número de mandos, el diseño se convierte en arbitrario, antinatural y complicado.** La misma tecnología que simplifica la vida al aportar más funciones a cada aparato, también la complica al hacer que el aparato sea más difícil de aprender y de utilizar. Esa es la paradoja de la tecnología.

Jamás se debe utilizar la paradoja de la tecnología para excusar un mal diseño. Es cierto que a medida que va en aumento el número de opciones y de posibilidades de cualquier mecanismo, también debe aumentar el número y la complejidad de los mandos. Pero los principios del buen diseño hacen que la complejidad sea manejable.

En una de mis clases di como tarea para hacer en casa el diseño de una radio—reloj de funciones múltiples:

Una empresa industrial lo ha empleado a usted para que diseñe su nuevo producto. La empresa está estudiando la posibilidad de combinar en un solo mecanismo todo lo siguiente:

- *Radio AM-FM.*
- *Tocacassettes.*
- *Tocadiscos compacto.*
- *Teléfono.*
- *Contestador de teléfono.*
- *Pelo".*
- *Despertador (la alarma puede poner en marcha una señal, la radio, el tocacassettes o el tocadiscos compacto).*
- *Lámpara de mesa o de cama.*

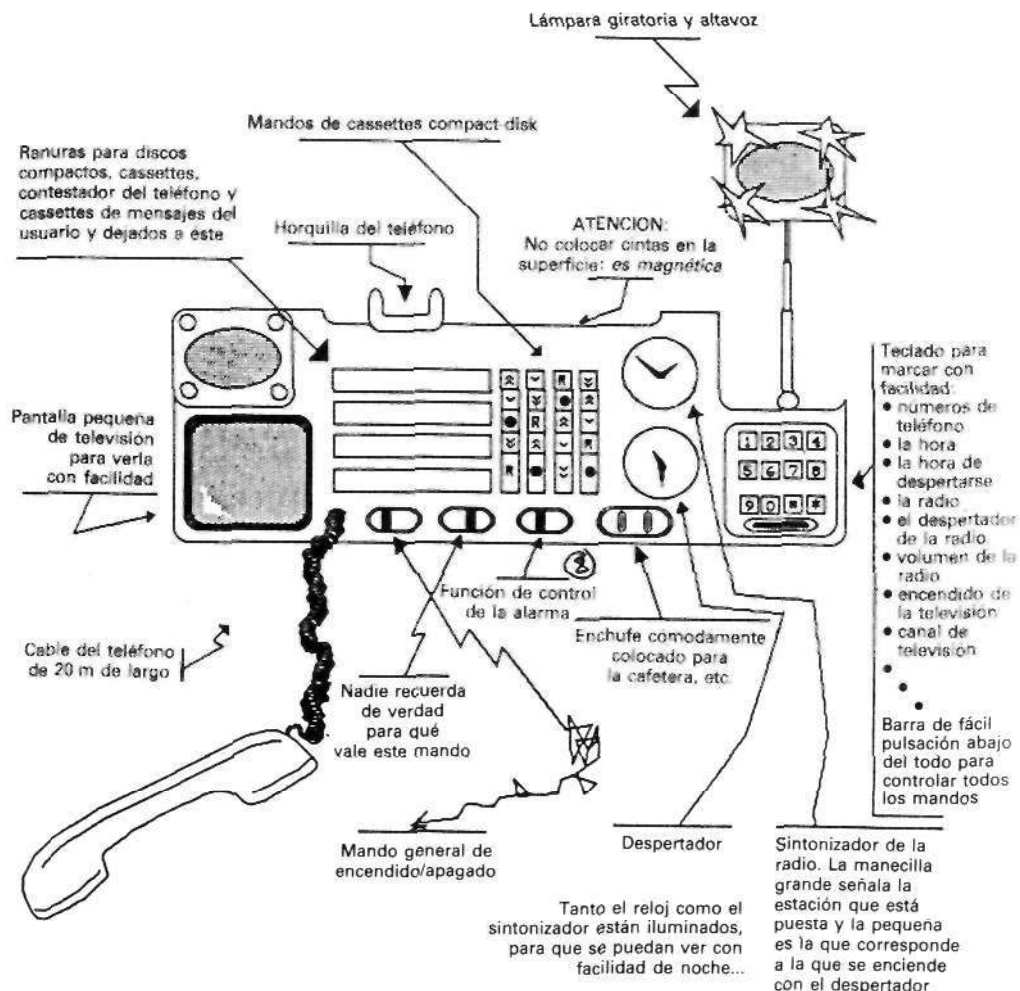
La empresa está tratando de decidir si incluir o no un pequeño aparato de televisión (pantalla de cinco centímetros) y un enchufe para encender una cafetera o una tostadora.

Su misión consiste en: A) recomendar qué fabricar, después B) diseñar el panel de mando, y por último C) certificar que efectivamente eso es lo que los clientes desean y que es fácil de utilizar.

Explique usted lo que haría respecto de las tres partes de su tarea: A), B) y C). Explique cómo justificaría sus recomendaciones.

Dibuje un croquis de un panel de mando de los elementos que figuran en la lista mencionada, con una breve justificación y un análisis de los factores que intervinieron en la elección del diseño.

En la respuesta, yo buscaba varias cosas (la figura 1.15 es una solución inaceptable): en primer lugar, ¿hasta qué punto se ajustaba la respuesta a las necesidades reales del usuario? Esperaba que mis estudiantes visitaran las casas de posibles usuarios para ver cómo utilizaban los aparatos que ya tenían y determinar cómo se utilizaría el mecanismo combinado de funciones múltiples. Después, evalué si todos los mandos eran utilizables y comprensibles y permitían que todas las funciones deseadas se activaran con un mínimo de confusiones y de errores. Las radios-reloj se suelen utilizar en la oscuridad, mientras el usuario está en la cama y levanta la mano en busca del mando que desea. En consecuencia, el aparato tenía que ser utilizable en la oscuridad y sólo al tacto. Tenía que ser imposible cometer un error grave si se activaba accidentalmente el mando equivocado. (Por desgracia, muchas de las radios-reloj existentes no toleran errores graves. Por ejemplo, el usuario puede cambiar la hora si



1.15. Posible solución de mi tarea. Totalmente inaceptable (mi agradecimiento a Bill Gaver por idear y dibujar este ejemplo).

tropieza accidentalmente con el mando equivocado). Por último, el diseño tenía que tener en cuenta cuestiones reales de coste, fabricación y estética. El diseño acabado tenía que recibir la aprobación de los usuarios. La clave del ejercicio era que el estudiante comprendiera la paradoja de la tecnología: es imposible evitar mayores complejidades y dificultades cuando se añaden funciones, pero si el diseño se hace con inteligencia, esas complejidades y dificultades se pueden reducir al mínimo.

LA PSICOLOGÍA DE LAS ACTIVIDADES COTIDIANAS



Cuando estuve con mi familia en Inglaterra, alquilamos una casa amueblada cuyos propietarios estaban fuera. Un día volvió a la casa la dueña de ésta para llevarse unos documentos personales. Fue a donde tenía el archivador y trató de abrir el cajón de arriba. Este no se abría. Tiró de él y lo empujó, lo movió a derecha e izquierda, arriba y abajo, sin éxito. Le ofrecí mi ayuda. Traté de abrir el cajón. Después, manipulé el panel delantero, empujé fuerte y le di un golpe con la palma de la mano. El cajón se abrió. «Vaya» dijo ella, «lo siento. Soy una nulidad para la mecánica».

Cuando uno se echa la culpa sin razón

He estudiado los errores que comete la gente —y a veces son graves— con artilugios mecánicos, interruptores y fusibles, sistemas de ordenadores y de tratamiento de textos, incluso aviones y centrales nucleares. De forma invariable, la gente se siente culpable y trata de ocultar el error o se echa la culpa por su «estupidez» o su «torpeza». Muchas veces me resulta difícil que me den permiso para observar: a nadie le gusta que se lo observe mientras hace mal algo. Señalo que el diseño es malo y que otros cometen los mismos errores. Pero si la tarea *parece ser* sencilla o trivial, entonces la gente se echa la culpa a sí misma¹. Es como si fuera un motivo de orgullo perverso el estar convencido de que uno padece de cretinismo mecánico.

Una vez, una gran empresa de ordenadores me pidió que evaluase un producto totalmente nuevo. Dediqué un día a aprenderlo y someterlo a prueba con varios problemas. Al utilizar el teclado para introducir datos, era necesario diferenciar entre la tecla de «retorno» y la de «insertar». Si se daba a la tecla equivocada, se perdía irremediablemente el trabajo realizado en los últimos minutos.

Señalé este problema al diseñador y le expliqué que yo mismo había cometido ese error a menudo y mis análisis indicaban que probablemente sería un error muy frecuente entre los usuarios. La primera reacción del diseñador fue preguntarme por qué había cometido ese error y si no había leído el manual. Después procedió a explicar las diferentes funciones de las dos teclas.

«Sí, sí», expliqué, «comprendo las dos teclas. Sencillamente me confundo entre ellas. Tienen funciones parecidas, se hallan en lugares parecidos en el teclado y, como estoy acostumbrado a escribir a máquina, muchas veces le doy automáticamente a la tecla de "retorno" sin pensarlo. No cabe duda de que otros han tenido problemas parecidos».

«Ni hablar», dijo el diseñador. Afirmó que yo era el único que me había quejado y que las secretarías de la empresa llevaban muchos meses utilizando el sistema. Me sentí escéptico, de manera que fuimos a ver a algunas de las secretarías y les pregunté si alguna vez habían dado en la tecla de «retorno» cuando debían de haber dado a la de «insertar». Y si alguna vez, como resultado de ello, habían perdido el trabajo realizado.

«Claro que sí», dijeron las secretarías, «nos pasa muchas veces».

«Bien, ¿cómo es que nadie ha dicho nunca nada?», preguntamos a las secretarías. Después de todo, se les había dicho que comunicaran todos los problemas que tenían con el sistema.

El motivo era muy sencillo: cuando el sistema dejaba de funcionar o hacía algo raro, las secretarías, obedientes, comunicaban el problema. Pero cuando eran ellas quienes cometían el error de darle a la tecla de «retorno», en lugar de a la de «insertar», se echaban la culpa a sí mismas. Después de todo ya les habían dicho lo que debían hacer. Sencillamente, se habían equivocado.

Claro que la gente comete errores. Los mecanismos complejos siempre exigen una cierta instrucción, y si alguien los utiliza sin recibir las instrucciones adecuadas, es lógico que cometa errores y que se confunda. Pero los diseñadores deben preocuparse muy especialmente de hacer que los errores tengan el menor coste posible. A continuación cito mi credo sobre los errores:

Si es posible cometer un error, alguien lo cometerá. El diseñador debe suponer que van a cometerse todos los errores posibles y realizar su diseño con objeto de reducir al mínimo la posibilidad de error, para empezar, o sus efectos, una vez que se ha cometido. Los errores deben ser fáciles de detectar, deben tener unas consecuencias mínimas y, de ser posible, sus efectos deben ser reversibles.

Los malentendidos de la vida cotidiana

Nuestras vidas están llenas de malentendidos. Ello no debe resultar sorprendente: a menudo tenemos que enfrentarnos con situaciones para las que no estamos preparados. A los psicólogos les encantan los errores y los malentendidos, pues aportan pistas importantes acerca de la organización y el funcionamiento de nuestros cerebros. Muchos de los malentendidos cotidianos se clasifican como conceptos «ingenuos» o «populares». Y esos malentendidos no se hallan sólo entre la gente corriente: Aristóteles elaboró toda una teoría de la física que los físicos consideran curiosa y divertida. Pero las teorías de Aristóteles corresponden mucho más a las observaciones del sentido común y cotidianas que las teorías muy refinadas y abstractas que se nos enseñan en la escuela. Aristóteles elaboró lo que podríamos calificar de física ingenua. Hasta que se estudia el mundo esotérico de la física no se aprende lo que es «correcto» ni se puede comprender por qué la visión «ingenua» está equivocada.

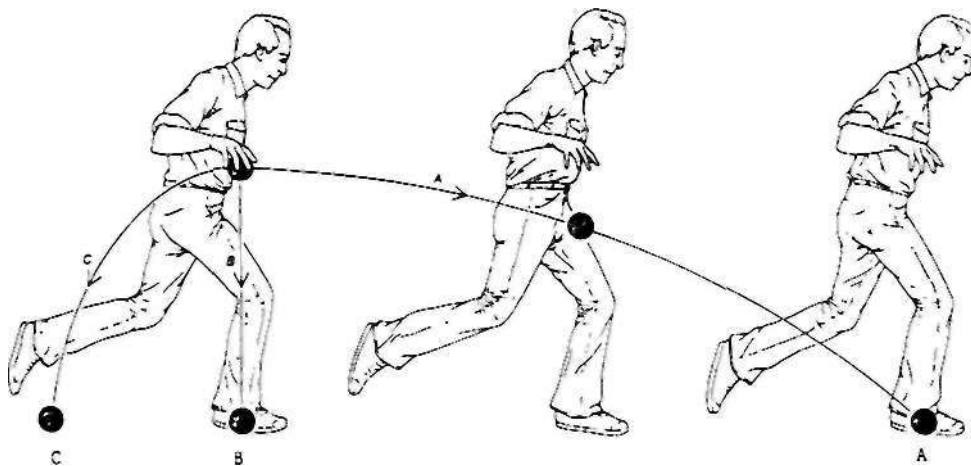
LA FÍSICA INGENUA DE ARISTÓTELES

Aristóteles, por ejemplo, creía que los objetos en movimiento no se mantenían en movimiento más que si algo los seguía impulsando. El físico actual dice que eso es una bobada: un objeto en movimiento sigue moviéndose salvo que se ejerza alguna fuerza para detenerlo. Esa es la primera ley de la dinámica de Newton, y ha contribuido al desarrollo de la física moderna. Pero cualquiera que haya empujado alguna vez un recipiente pesado por una calle, o, de hecho, que haya recorrido kilómetros y kilómetros por un bosque, sabe que Aristóteles tenía razón: si no se sigue empujando, el movimiento cesa. Naturalmente, Newton y sus sucesores presumen la inexistencia de la fricción y del aire. Aristóteles vivía en un

mundo en el cual siempre había fricción y resistencia del aire. Una vez que interviene la fricción, entonces los objetos en movimiento tienden a detenerse salvo que se siga empujándolos. Es posible que la teoría de Aristóteles sea errónea en cuanto a la física, pero describe razonablemente bien lo que podemos percibir en el mundo real. Imaginemos cómo responderíamos a las siguientes preguntas:

1. **Tomo** una pistola y la apunto cuidadosamente para que este' paralela al suelo. Disparo una bala. En la otra mano tengo una bala, de forma que la de la pistola y la que tengo en la mano se hallan exactamente a la misma distancia del suelo. Dejo caer la bala en el mismo instante en que disparo la pistola. ¿Cuál de las balas llega primero al suelo?

2. Imaginemos a **a I** quien que corre por un campo con una pelota en la mano. Mientras miramos, esa persona deja caer la pelota. ¿Qué camino (a, b, o c en la figura 2.1) recorre la pelota al caer al suelo? '



2.1. Una persona corriendo deja caer una pelota. ¿Qué camino recorre la pelota al caer al suelo, el A, el B o el C? Cuando se hizo esta pregunta a escolares de 11 años de escuelas de Boston, sólo el 3 por 100 respondió A, que es la respuesta correcta; los demás se dividieron por igual entre B y C. Los estudiantes de segundo ciclo tampoco acertaron: de 41 estudiantes que acababan de estudiar mecánica newtoniana durante un mes y medio, sólo el 20 por 100 dio con la respuesta correcta; los demás estaban divididos casi por igual entre B y C. (Kstudio realizado por VWhite y Horwitz, 1987. La figura procede de *Intuitive Physics* de McCloskey. Copyright © 1983 por Scientific American, Inc. Reservados todos los derechos).

El físico dice que la respuesta al problema de la bala es trivial: ambas balas dan en el suelo al mismo tiempo. El hecho de que una bala esté desplazándose horizontalmente a gran rapidez no tiene efecto en absoluto respecto de la velocidad con la que cae al suelo. ¿Por qué hemos de aceptar esa respuesta? ¿No debería la bala rápida irse elevando —un poco como los aviones—, de forma que se mantendrá sin caer un rato más, porque la sostiene el aire? ¿Quién sabe? La teoría física se basa en una situación en la cual el aire no existe. El malentendido popular es que la bala disparada dará en el suelo mucho después que la que se ha dejado caer; sin embargo, esta opinión ingenua no parece tan extraña.

En el caso de la pelota que cae, suponemos que ésta caerá recta al suelo. De hecho, la pelota sigue la trayectoria A (figura 2.1). Al llevarla la persona que corre, se pone en movimiento horizontal. Después mantiene la misma velocidad hacia adelante cuando se la suelta, aunque también cae al suelo.

La física ingenua —y las opiniones ingenuas de la psicología y de otras especialidades— suele ser sensata, aunque esté equivocada. Pero a veces, nos puede hacer caer en el error. Sin embargo, hemos de disponer de una forma de digerir lo desconocido, pues los seres humanos son seres explicativos.

LOS SERES HUMANOS COMO SERES EXPLICATIVOS

Los modelos mentales, nuestros modelos conceptuales de la forma en que funcionan los objetos, ocurren los acontecimientos o se comportan las personas, son resultado de nuestra tendencia a formar explicaciones de las cosas. Esos modelos son esenciales para ayudarnos a comprender nuestras experiencias, predecir los resultados de nuestros actos y hacer frente a acontecimientos imprevistos. Basamos nuestros modelos en los conocimientos de que disponemos, sean reales o imaginarios, ingenuos o complejos.

Los modelos mentales suelen construirse a partir de datos fragmentarios, con escasa comprensión de lo que está ocurriendo, y con una especie de psicología ingenua que postula causas, mecanismos y relaciones, incluso cuando no existen. Algunos modelos erróneos llevan a las frustraciones de la vida cotidiana, como ocurría en el caso de mi nevera imposible de

ajustat", en el cual mi modelo mental de su funcionamiento (figura 1.9.4) no correspondía a la realidad (figura 1.9/?). Mucho más grave son los modelos erróneos de sistemas tan complejos como una fábrica o un avión de pasajeros. En esos casos, los malentendidos pueden llevar a accidentes devastadores.

Veamos el termostato de una habitación. ¿Cómo funciona? Se trata de un mecanismo que casi no brinda indicios de su funcionamiento, salvo de forma muy aproximada. Entramos en una habitación y sentimos frío: entonces nos acercamos al termostato y lo ponemos más alto. Al cabo de un rato sentimos más calor. Obsérvese que lo mismo cabe decir del mando de temperaturas de un horno (aunque sea para cocer cerámica, o un acondicionador de aire, o casi cualquier mecanismo cuya temperatura se debe regular). ¿Quiere uno poner un pastel al horno, pero éste está apagado? Se gradúa el termostato del horno y éste alcanza la temperatura que se desea. ¿Hace demasiado calor en la habitación? Se pone el termostato del acondicionador de aire. Muy bien, pero, ¿cómo funciona el termostato?

Si está uno en una habitación fría y le corre prisa calentarla, ¿se calentará más rápidamente la habitación si se pone el termostato al máximo? O, si quiere uno que el horno llegue a su temperatura funcional más rápidamente, ¿hay que poner el botón de la temperatura al máximo y después bajarlo una vez que se alcanza la temperatura deseada? O, para enfriar a toda velocidad una habitación, ¿debe uno poner el termostato del acondicionador en la temperatura más baja?

Si cree uno que la habitación o el horno se calentarán (o se enfriarán) a mayor velocidad en el caso de poner el termostato al máximo, se equivoca. Esa es la teoría popular de los termostatos. Existen dos teorías populares muy frecuentes de los termostatos. La teoría del tiempo y la teoría de la válvula. La teoría del tiempo supone que el termostato se limita a controlar la proporción relativa de tiempo que sigue encendido el mecanismo. Si se pone el termostato a la mitad, el aparato sigue encendido aproximadamente la mitad del tiempo; si se pone al máximo, el mecanismo está encendido todo el tiempo. En consecuencia, para calentar o enfriar algo a la mayor velocidad posible, se coloca el termostato de forma que el mecanismo está encendido todo el tiempo. La teoría de la válvula supone que el termostato controla la cantidad de calor (o de frío) que sale del

aparato. Si se pone el termostato al máximo, se obtiene el máximo de calor o de frío ⁴.

La realidad es que el termostato no es más que un interruptor. Actúa sobre el calentador, el horno y el acondicionador de aire como mecanismos de todo o nada, que pueden estar totalmente encendidos o apagados, sin estados intermedios. El termostato pone el calentador, el horno o el acondicionador de aire al máximo —a toda potencia— hasta que se alcanza la temperatura que indica el termostato. Después, apaga totalmente el aparato de que se trate. El poner el termostato muy alto o muy bajo no puede afectar en modo alguno al tiempo que le lleva alcanzar la temperatura deseada ⁵.

Lo que verdaderamente importa del ejemplo no es que alguna gente tenga teorías erróneas; es que todo el mundo forma teorías (modelos mentales) para explicar lo que ha observado. En el caso del termostato, el diseño no da la menor pista acerca de cuál de las respuestas es la correcta. Al no existir información externa, la gente queda en libertad para dar rienda suelta a su imaginación mientras los modelos mentales que elabore expliquen los datos que percibe.

Echar la culpa a una causa equivocada

«¡Mira esto!», me gritó una vez un colega: «El terminal de mi ordenador está averiado. ¡Es culpa de la biblioteca! Cada vez que lo conecto con el catálogo de la biblioteca tengo problemas. Ya ni siquiera puedo utilizar el terminal para leer el correo de mi ordenador».

«Eso no tiene sentido», le repliqué. «Ni siquiera puedes conectar el encendido del terminal. ¿Cómo va un programa de ordenador a crear un problema así?»

«Lo único que sé», respondí, «es que todo funcionaba perfectamente hasta que traté de consultar un autor en el catálogo de la biblioteca, con ese nuevo programa de la biblioteca, y entonces mi terminal dejó de funcionar. Siempre tengo problemas con ese programa. Y, verdaderamente, es demasiada coincidencia para que se deba a otra cosa».

Bueno, pues era una coincidencia. Resulta que el suministro de energía al terminal se había fundido, hecho que no tenía nada que ver con el programa de la computadora de mi colega. Basta con una coincidencia para que se pongan en marcha los engranajes de la causalidad.

Anteriormente he sugerido que la gente tiene tendencia a echarse la culpa a sí misma por las dificultades que experimenta con la tecnología. De hecho, se trata de algo un tanto más complicado. La gente tiende a encontrar causas de lo que le pasa, y lo que varía es la causa a la que se atribuye el problema. En parte, la gente tiende a establecer una relación causal siempre que dos cosas ocurren sucesivamente. Si realizo un acto *A* antes de que ocurra un resultado *R*, entonces concluyo que *A* debe de haber causado *R*, aunque, como ocurre en el ejemplo citado, en realidad, no existía relación entre las dos cosas. El asunto resulta más complejo cuando nos proponemos realizar un acto para obtener un resultado que deseamos y no lo logramos, y también se plantean problemas cuando realizamos el acto por conducto de un mecanismo intermedio.

¿A qué hay que echarle la culpa de los fallos? La respuesta no está clara. La psicología de la culpa (o, para ser más precisos, de la atribución de la culpa) es compleja y no totalmente comprensible. En parte, parece que tiene que existir una relación causal percibida entre la cosa a la que se echa la culpa y el resultado. La palabra clave es *percibida*: no es forzoso que exista la relación causal; basta con que la persona piense que existe. A veces atribuimos la causa a cosas que no tenían nada que ver con el acto. Y a veces ignoramos quién o qué tiene verdaderamente la culpa.

Un aspecto importante de la atribución de culpas consiste en que a menudo disponemos de poca información conforme a la cual formular el juicio, y la poca de la que disponemos puede ser errónea. El resultado es que la culpa o el mérito se pueden evaluar con casi total independencia de la realidad. En esto es donde la aparente sencillez de los objetos cotidianos causa problemas. Supongamos que trato de utilizar un objeto cotidiano, pero no lo logro: ¿quién tiene la culpa, mi acto o el objeto? Tenemos tendencia a echarnos la culpa a nosotros mismos. Si creemos que otros pueden utilizar el mecanismo y si creemos que no es muy complejo, entonces concluimos que toda dificultad debe de ser culpa nuestra. Supongamos que la culpa es en realidad del mecanismo, de forma que mucha gente tiene los mismos problemas. Como todo el mundo percibe que la culpa tiene que ser suya, nadie quiere reconocer que tropieza con problemas. Ello crea una conspiración del silencio, que mantiene los sentimientos de culpabilidad y de impotencia entre los usuarios.

Resulta interesante que la habitual tendencia a echarnos la culpa a nosotros mismos por nuestros fallos con los objetos cotidianos vaya en

contra de las atribuciones de culpa que suele hacer normalmente la gente. Se ha llegado a la conclusión de que en general la gente atribuye sus propios problemas al medio circundante y los de los demás a sus personalidades.

Veamos un ejemplo imaginario. El de Pepe, el terror de su oficina. Hoy Pepe ha llegado al trabajo tarde, ha pegado un portazo al entrar en su despacho y ha pegado gritos a sus colegas. «¡Dios!», dicen sus colegas y el personal en general, «ya estamos otra vez. Qué nervioso es: siempre se cabrea por lo más mínimo».

Ahora veamos lo que opina Pepe. «La verdad es que ha sido un día desastroso», explica. «Me desperté tarde cuando se encendió mi radio-reloj, traté de darle al botón de la pausa para dormir cinco minutos más, pero me equivoqué y cambié la hora, de modo que dormí una hora de más. Eso no fue culpa mía: la radio está mal diseñada. Ni siquiera tuve tiempo para tomar café. No encontré sitio donde aparcar cerca del trabajo porque llegaba tarde. Y después, con tantas prisas, se me cayeron todos los papeles en la calle y se ensuciaron. Después, cuando fui a buscar un café a la máquina de la oficina, se había acabado. Nada de eso era culpa mía; lo que pasó es que tuve una racha de mala suerte. Sí, traté con descortesía a mis colegas, pero, ¿qué haría cualquier otra persona en las mismas circunstancias? Seguro que me comprenden».

Pero los colegas de Pepe lo ven de forma diferente. No tienen acceso a lo que él piensa, ni siquiera a lo que le ha ocurrido durante la mañana. Lo único que ven es que Pepe les pegó una serie de gritos sencillamente porque la máquina de café de la oficina estaba vacía. Y eso les recuerda otra vez, cuando ocurrió lo mismo. «Siempre hace igual», concluyen, «siempre estalla por lo más mínimo». Los acontecimientos son los mismos, pero existen dos puntos de vista diferentes y dos interpretaciones distintas. El protagonista, Pepe, considera que sus actos son respuestas sensatas a las dificultades de la vida. El espectador considera que los actos de Pepe son resultado de una personalidad explosiva e irascible.

Parece natural que la gente eche la culpa de su mala suerte al medio. También parece igual de natural echar la culpa de la mala suerte de otras personas a las personalidades de estas. Dicho sea de paso, cuando las cosas van bien, se establece la atribución opuesta. Cuando las cosas van bien, la gente lo atribuye a la propia fuerza de su personalidad y a su inteligencia: «hoy verdaderamente lo he hecho todo fenómeno; no me extraña que hayamos acabado el proyecto tan bien». Los espectadores hacen todo lo contrario. Cuando ven que a alguien le van bien las cosas, se lo

atribuyen al medio: «verdaderamente, qué suerte la de Carmen hoy; era ella la que estaba hablando cuando llegó el jefe, de manera que se llevó todo el mérito por el trabajo de todos. Hay gente que tiene una suerte fenomenal».

En todos los casos, tanto si alguien se atribuye sin razón la culpabilidad por su incapacidad para trabajar con objetos sencillos como si atribuye el comportamiento al medio ambiente o a la personalidad, lo que está funcionando es un modelo mental erróneo.

LA IMPOTENCIA APRENDIDA

El fenómeno calificado de *impotencia aprendida* puede servir para explicar la autoatribución de culpa. Se refiere a situaciones en las cuales hay gente que experimenta un fracaso en una tarea, a menudo muchas veces seguidas. Como resultado, decide que esa tarea es imposible, al menos para ella: es impotente. Deja de intentarlo. Si esta sensación abarca todo un grupo de tareas, el resultado puede ser que se tropiece con graves dificultades en la vida. En el caso extremo, esa impotencia aprendida lleva a la depresión y a la idea de que uno no puede hacer frente a la vida cotidiana en absoluto. A veces, para tener esa sensación de impotencia basta con unas cuantas experiencias que salgan mal de forma accidental. Ese fenómeno se ha estudiado sobre todo como precursor del problema clínico de la depresión, pero es fácil que surja a raíz de unas cuantas experiencias negativas con objetos cotidianos.

LA IMPOTENCIA ENSEÑADA

¿Son las frecuentes fobias contra la tecnología y la matemática resultado de una especie de impotencia aprendida? ¿Podrían generalizarse unos cuantos casos de fallos en situaciones que parecen ser muy claras para traspasarlos a todos los objetos tecnológicos y todos los problemas matemáticos? Quizá. De hecho, parece que el diseño de los objetos cotidianos (y el de las clases de matemáticas) casi garantiza ese resultado. Cabría calificar a ese fenómeno de *impotencia enseñada*.

Cuando los objetos están mal diseñados —construidos de modo que

producen malentendidos—, los modelos mentales son erróneos y la retroalimentación es escasa, no es de extrañar que la gente se sienta culpable cuando sufre problemas con la utilización de los objetos, especialmente cuando percibe (aunque sea sin razón) que los demás no tienen los mismos problemas. O, si no, piénsese en el programa normal de matemáticas, que continúa adelante implacablemente suponiendo que en cada lección ya existe un conocimiento y una comprensión plenos de todo lo que ha ocurrido antes. Aunque cada aspecto sea sencillo, una vez que queda uno atrasado, resulta difícil ponerse al día. El resultado es la fobia contra las matemáticas. **No se debe a que el material sea difícil, sino a que se enseña de tal forma que toda dificultad en una fase determinada hace que resulte difícil pasar a la siguiente.** El problema es que una vez que se empieza a fallar, pronto se generaliza por la autoinculpación a todas las matemáticas. Problemas parecidos surgen en relación con la tecnología. Se inicia el círculo vicioso: si uno no hace bien algo, piensa que la culpa la tiene uno mismo. En consecuencia, se piensa que no se puede realizar esa tarea. Como resultado, la próxima vez que se ha de realizar, uno cree que es imposible, de manera que ni siquiera lo intenta. El resultado es que no se puede realizar, exactamente igual que se había pensado. Se queda uno atrapado en una profecía que se autocumple.

El carácter del pensamiento y de la explicación humanos

No siempre resulta fácil saber a qué se le ha de echar la culpa de un problema. Ha habido muchos accidentes dramáticos, en parte, como resultado de una evaluación falsa de la culpa en una situación. Personas muy capacitadas y especializadas utilizan un equipo complejo y de repente algo va mal. Tienen que deducir en qué consiste el problema. La mayor parte del equipo industrial es muy fiable. Cuando los instrumentos indican que algo va mal, hay que estudiar la posibilidad de que los instrumentos en sí estén mal. A menudo, esa evaluación es la correcta. Pero cuando los operarios echan la culpa por error a los instrumentos cuando se trata de un fallo del equipo, la situación está a punto para que se produzca un accidente grave.

Resulta espectacularmente fácil hallar ejemplos de una evaluación falsa

en los accidentes industriales. Los analistas llegan bastante después del accidente en sí, sabiendo ya lo que ha ocurrido; al mirar las cosas con perspectiva resulta casi imposible comprender cómo la gente que estaba allí pudo cometer ese error. Pero desde el punto de vista de la persona que estaba tomando las decisiones en el momento dado, la secuencia de los acontecimientos es perfectamente natural.

En la central nuclear de Three Mile Island, los operarios pulsaron un botón con objeto de cerrar una válvula; la válvula se había abierto (bien) para permitir que el exceso de agua saliera del núcleo. De hecho, la válvula era defectuosa, de forma que no se cerró. Pero una luz en el panel de instrumentos indicaba que la posición de la válvula estaba en posición de cerrado. De hecho, la luz no correspondía a la válvula, sino a la señal eléctrica de la válvula, cosa que los operarios sabían. Entonces, ¿por qué sospechar que había un problema? Los operarios miraron qué temperatura existía en la tubería que salía de la válvula: era alta, lo cual indicaba que el fluido seguía corriendo por la válvula cerrada. Ah, pero los operarios sabían que aquella válvula tenía filtraciones, de manera que la filtración explicaría lo elevado de la temperatura; pero también se sabía que la filtración era pequeña, y los operarios supusieron que no afectaría a la operación principal. Se equivocaron, y el agua que se escapó desde el núcleo aumentó considerablemente los problemas de aquel desastre nuclear. Yo creo que la evaluación de los operarios fue perfectamente razonable: la culpa era del diseño de las luces y del equipo que indicaba falsamente que la válvula estaba cerrada.

Hay malentendidos de ese tipo que ocurren constantemente. He estudiado varios accidentes aéreos. Recordemos la tripulación del vuelo del Lockheed L—1011 que iba de Miami a Nassau (las Bahamas). El avión se hallaba sobre el Océano Atlántico, a unos 180 kilómetros de Miami, cuando se encendió el indicador de que la presión del aceite era escasa en uno de los tres motores. La tripulación apagó el motor y giró para volver a Miami. Ocho minutos después también se encendieron los indicadores de baja presión de los otros dos motores y los instrumentos revelaron que existía una presión de aceite cero y una cantidad de aceite cero en los tres motores. ¿Qué hizo la tripulación? ¡No se lo creyó! Después de todo, como dijo con razón después el piloto, la probabilidad de que se agotara simultáneamente el aceite de los tres motores era «una entre varios millones». En aquel momento, en la cabina del avión, parecía que un

fallo simultáneo era totalmente improbable. Como declaró incluso la Junta Nacional de Seguridad de los Transportes, «el análisis de la situación de la tripulación de vuelo fue el lógico y es lo que probablemente hubiera hecho la mayoría de los pilotos en caso de enfrentarse con una situación de ese tipo» .

¿Qué ocurrió? Efectivamente, el segundo y el tercer motores estaban sin aceite y fallaron. O sea, que no había motores en funcionamiento: uno se había apagado cuando el indicador dio un registro bajo y los otros dos habían fallado. Los pilotos prepararon el avión para un amerizaje de emergencia. Los pilotos estaban demasiado ocupados para dar las instrucciones adecuadas a la tripulación de cabina, de forma que los pasajeros no estaban preparados. En la cabina de pasajeros se produjo una situación de semihisteria. En el último minuto, justo cuando el avión estaba a punto de amerizar, los pilotos lograron volver a poner en marcha el primer motor y aterrizar a salvo en Miami. Después, el motor falló al final de la pista de aterrizaje.

¿Por qué fallaron los tres motores? Faltaban tres juntas tóricas, una de cada uno de los tapones del orificio de lubricación, lo cual permitió que fuera goteando todo el aceite. Las juntas las habían colocado dos personas distintas que habían trabajado en los tres motores (uno con los tapones de los motores de las alas y el otro con el tapón del motor de cola). ¿Cómo ocurrió que los dos trabajadores cometieran el mismo error? Se debió al método normal con el que se habían cambiado los tapones aquel día. Toda la historia resulta de lo más instructivo, pues se produjeron cuatro fallos importantes de tipos diferentes, desde la omisión de las juntas hasta la insuficiencia de los procedimientos de mantenimiento, pasando por la evaluación falsa del problema, hasta llegar a la mala forma en que se preparó a los pasajeros. Afortunadamente, no hubo víctimas. Los analistas de la Junta Nacional de Seguridad de los Transportes redactaron un informe fascinante.

Yo he interpretado mal muchas señales, y estoy seguro de que lo mismo le ha ocurrido a la mayor parte de la gente. Una vez mi familia y yo íbamos de San Diego a Mammoth, California, zona de esquí a unos 800 kilómetros al norte, es decir, un viaje de diez a doce horas en coche. Según nos acercábamos veíamos cada vez más señales que anunciaban los hoteles y los casinos de juego de Las Vegas, Nevada. «Qué raro», comentamos, «Las Vegas siempre ha hecho publicidad a gran distancia —incluso existe un anuncio en San Diego— pero lo que ya parece excesivo es anunciarse en la carretera de Mammoth». Paramos para poner gasolina

y seguimos adelante. Hasta más tarde, cuando tratamos de encontrar un sitio donde cenar, no vimos que habíamos tomado la dirección equivocada hacía casi dos horas, antes de pararnos en la gasolinera, y que no estábamos en la carretera de Mammoth, sino en la de Las Vegas. Tuvimos que rehacer todo aquel trayecto de dos horas, con lo cual perdimos cuatro en el coche. Ahora nos parece divertido; entonces, no.

Si encontramos una explicación, nos quedamos satisfechos. Pero nuestras explicaciones se basan en analogías con experiencias anteriores, experiencias que quizá no sean aplicables a la situación del momento. En el incidente de Three Mile Island, las experiencias anteriores con aquella válvula que goteaba explicaron la discrepancia en la lectura de las temperaturas; en el vuelo de Miami a Nassau, la falta de experiencia de los pilotos con un fallo simultáneo de la presión del aceite desencadenó su opinión de que los instrumentos debían equivocarse; en nuestro viaje en coche, parecía fácil explicar la abundancia de anuncios de Las Vegas. **En cuanto tenemos una explicación —sea correcta o incorrecta— de acontecimientos que en todo lo demás son discrepantes o inquietantes, ya no existe más discrepancia ni más inquietud. El resultado es que nos sentimos satisfechos, al menos durante algún tiempo.**

Cómo hace las cosas la gente: las siete fases de la acción

Estoy asistiendo a una conferencia en Italia. Contemplo cómo el siguiente orador trata de enrollar una película en un proyector que no ha utilizado nunca. Coloca el rollo, después lo saca y lo invierte. Se acerca otra persona a ayudarlo. Juntos, enrollan la película por el proyector y se quedan con el extremo suelto en la mano, hablando de cómo ponerlo en el otro rollo. Vienen a ayudar dos personas más, después otra. Las voces se van haciendo más altas, en tres idiomas: italiano, alemán e inglés. Una de las personas investiga los mandos, manipula cada uno y anuncia el resultado. La confusión va en aumento. Ya no puedo observar todo lo que pasa. Se acerca el organizador de la conferencia. Al cabo de unos momentos se da la vuelta para mirar al público, que espera paciente en el auditorio. «Ejem», dice, «¿hay alguien aquí que entienda de proyectores?». Por último, 14 minutos después de que el orador empezara a enrollar la película (y ocho minutos después de la hora prevista para el principio de la sesión) aparece un técnico de bata azul. Hace una mueca, después saca rápidamente toda la película del proyector, la rebobina y pone el proyector en marcha.

¿Qué es lo que hace que algo —como el rebobinar la película— resulte difícil? Para responder a esa pregunta, que es el problema central de este libro, tenemos que saber lo que ocurre cuando alguien hace algo. Tenemos que examinar la estructura de la acción.

La idea básica es bien sencilla. **Para lograr algo, hay que empezar con alguna idea de lo que se desea: del objetivo a alcanzar.** Entonces hay que hacer algo con el mundo, es decir, realizar un acto para moverse uno mismo, o manipular a alguien o a algo. Por último se verifica para ver si se ha alcanzado el objetivo. **De forma que hay cuatro cosas diferentes que tener en cuenta: el objetivo, lo que se hace al mundo, el mundo en sí y la verificación del mundo.** El acto o **la acción** en sí **tiene dos aspectos principales: hacer algo y verificar.** Califiquémoslos de **ejecución y evaluación** (figura 2.2).

En la realidad, las tareas no son tan sencillas. Es posible que el objetivo original se haya especificado de forma imprecisa: por ejemplo, «buscar algo de comer», «vestirse», «ver la televisión». Los objetivos no especifican con exactitud lo que se ha de hacer: dónde y cómo actuar, qué recoger. Para llevar a la acción, los objetivos deben transformarse en declaraciones específicas de lo que se ha de hacer, declaraciones que yo califico de *intenciones*. **Un objetivo es algo que lograr, a menudo expuesto de forma vaga. Una intención es un acto específico realizado para alcanzar el objetivo.** Pero ni siquiera las intenciones son lo bastante específicas para controlar los actos.

Supongamos que estoy sentado en mi sillón, leyendo un libro. Está atardeciendo y cada vez hay menos luz- Decido que necesito más luz (ése es el objetivo: conseguir más luz)- Mi objetivo debe reflejarse en la intención que afirma el acto apropiado en el mundo: apretar el interruptor de la lámpara. Pero hay más: necesito especificar cómo mover el cuerpo, cómo alargar la mano para alcanzar el interruptor, cómo alargar el dedo para apretarlo (sin tirar la lámpara al suelo). El objetivo tiene que reflejarse en la intención, que a su vez ha de convertirse en una secuencia específica de acción en la que yo pueda controlar mis músculos. Obsérvese que podría satisfacer mi objetivo con oírás secuencias de acción y otras intenciones. Si alguien entrase en la habitación y pasara junto a la lámpara, podría modificar mi intención de apretar el interruptor si pidiera a la otra persona que lo hiciera por mí. El objetivo no ha cambiado, pero sí han cambiado la intención y la secuencia de acción consiguiente.

Los actos específicos colman el vacío entre lo que desearíamos haber he-



2.2. El ciclo de acción (arriba, a la izquierda). La acción humana tiene dos aspectos, ejecución y evaluación. La ejecución implica hacer algo. La evaluación es la comparación entre lo que ha ocurrido en el mundo y lo que queríamos que ocurriese (nuestro objetivo).

2.3. Fases de la ejecución (arriba, a la derecha). Empezamos por el principio, con el *objetivo*, el estado que se pretende alcanzar. El objetivo se refleja en una *intención* de realizar un acto. La intención debe reflejarse en un conjunto de mandos internos, una *secuencia de acción* que pueda realizarse para satisfacer la intención. La secuencia de acción sigue constituyendo un fenómeno mental: no ocurre nada hasta que se *ejecuta*, se realiza en el mundo.

2.4. Fases de la evaluación (abajo, a la izquierda). La evaluación se inicia con nuestra *percepción* del mundo. Después, esa percepción debe *interpretarse* conforme a nuestras expectativas y después compararse (*evaluarse*) tanto con respecto a nuestras intenciones (de la figura 2.3) como a nuestros objetivos.

2.5. Siete fases de la acción (abajo, a la derecha). Las fases de ejecución de la figura 2.3 (intenciones, secuencia de acción y ejecución) se acoplan a las fases de evaluación de la figura 2.4 (percepción, interpretación y evaluación), con objetivos comunes a ambas fases.



cho (nuestros objetivos e intenciones) y todos los actos físicos posibles. Tras especificar qué actos realizar, debemos realizarlos efectivamente: ésta es la fase de ejecución. En total, existen tres fases que se siguen del objetivo: intención, secuencia de acción y ejecución (figura 2.3).

El aspecto de evaluación de las cosas, la verificación de lo que ha ocurrido, tiene tres fases: en primer lugar, percibir lo que ha ocurrido en el mundo; en segundo lugar, tratar de darle un sentido (interpretarlo), y, por último, comparar lo que ha ocurrido con lo que se deseaba (figura 2.4).

Y eso es. Siete fases de acción: una respecto de los objetivos, tres respecto de la ejecución y tres respecto de la evaluación:

- Formulación del objetivo.
- Formulación de la intención.
- Especificación de la acción.
- Ejecución de la acción.
- Percepción del estado del mundo.
- Interpretación del estado del mundo.
- Evaluación del resultado.

Las siete fases constituyen un *modelo aproximado*, no una teoría psicológica completa. En particular, es casi seguro que las fases no constituyen entidades discretas. La mayor parte del comportamiento no exige pasar por todas las fases en secuencia, y la mayor parte de las actividades no se satisfará con actos únicos. Debe haber muchas secuencias, y toda la actividad puede durar horas, o incluso días. Existe una onda constante de retroalimentación, en la cual se utilizan los resultados de una actividad para orientar otros resultados, en la cual los objetivos llevan a subobjetivos, las intenciones llevan a subintenciones. Existen actividades en las cuales los objetivos se olvidan, se desechan o se vuelven a formular.

En el caso de muchas tareas cotidianas, los objetivos y las intenciones no están bien especificados: son más bien oportunistas que planificados. Los actos oportunistas son aquellos en los cuales el comportamiento aprovecha las circunstancias. En lugar de lanzarse a una planificación y un análisis extensivos, la persona realiza las actividades cotidianas y los actos que se proponía si surge la oportunidad pertinente. Así, es posible que no nos desviemos de nuestro camino para ir a una tienda, o a la biblioteca, o a hacer una pregunta a un amigo. Por el contrario, podemos realizar las actividades del día y, si nos encontramos ante la tienda, cerca de la biblioteca o

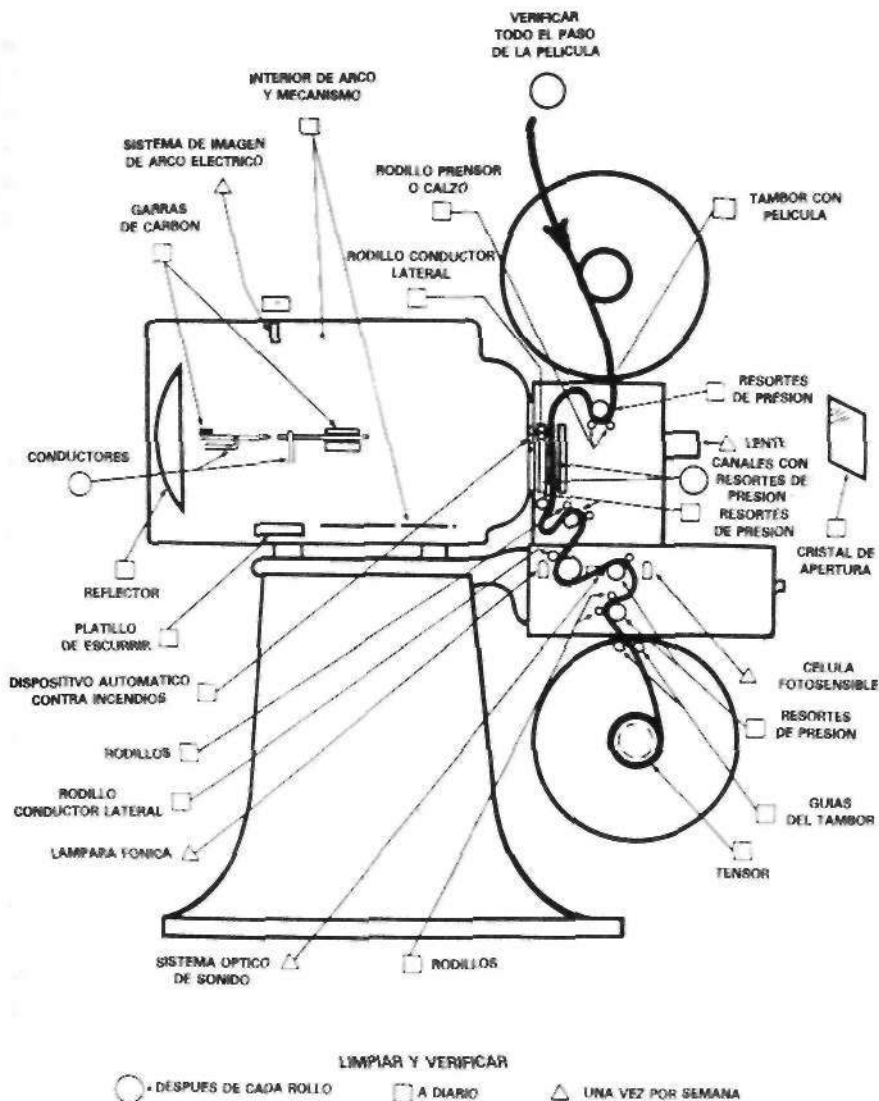
nos tropezamos con el amigo, entonces permitimos que la oportunidad desencadene la actividad pertinente. De lo contrario, la tarea sigue sin realizarse. No realizamos esfuerzos especiales para asegurarnos de que la tarea se realiza más que cuando se trata de tareas cruciales. **Los actos oportunistas son menos precisos y seguros que los objetivos y las intenciones especificados, pero tienen como resultado menos esfuerzos mentales, menos incomodidad y quizá más interés.**

El proceso de acción en siete fases puede iniciarse en cualquier momento. Las personas no siempre se comportan como organismos razonadores plenos y lógicos, que empiezan por unos objetivos de alto nivel y trabajan para alcanzarlos. A menudo, nuestros objetivos están mal formulados y son vagos. Es posible que reaccionemos a los acontecimientos del mundo (en lo que se califica de comportamiento impulsado por los datos), en lugar de reflexionar sobre planes y objetivos. Un acontecimiento ocurrido en el mundo puede desencadenar una interpretación y la consiguiente respuesta. Los actos pueden ejecutarse antes de que se hayan elaborado plenamente. De hecho, algunos ajustamos nuestras vidas de forma que el medio pueda controlar nuestro comportamiento. Por ejemplo, a veces cuando yo he de realizar una tarea importante, me comprometo oficial y públicamente a dejarla terminada para una fecha concreta. Así tengo la seguridad de que me recordarán mi promesa. Y después, horas antes del plazo, me pongo de verdad a trabajar y hago lo prometido. Ese tipo de comportamiento es plenamente compatible con el análisis de las siete fases.

Las lagunas de la ejecución y la evaluación

¿Recuerdan ustedes la historia del proyector de cine? Los problemas de quienes trataban de poner la película no procedían de una falta de comprensión del objetivo ni de la tarea. No se debían a que fuera algo enormemente complejo y sutil. La dificultad estribaba totalmente en determinar la relación entre los actos propuestos y los mecanismos del proyector, en la determinación de las funciones de cada uno de los mandos, en la determinación de qué manipulación específica de cada mando permitía cada función, y en la decisión, conforme a las imágenes, los sonidos, las luces y los movimientos del proyector, de si los actos propuestos se estaban realizando con éxito. Los usuarios tenían un problema con la topografía y la retroalimentación, al igual que la hubieran tenido con el proyector de la figura 2.6.

La historia del proyector no constituye sino un caso extremo de las



2.6. Colocación de la película en el proyector. La línea gruesa de la derecha indica la vía que sigue la película. Esta figura no lo dice todo, pues hay que enrollar una parte de la película con perfecta exactitud, de manera que no esté demasiado tensa ni demasiado suelta. (Tomado de *Projectionist's manual*. Departamento del Ejército y la Fuerza Aérea, mayo de 1966),

dificultades con que se tropieza en la realización de muchas tareas. En una cantidad sorprendentemente elevada de tareas cotidianas, la dificultad radica totalmente en establecer las relaciones entre las intenciones y las interpretaciones mentales y los actos y los estados físicos. Existen varias *lagunas* que separan los estados mentales de los físicos. Cada laguna refleja un aspecto de la diferencia entre las representaciones mentales de la persona y los componentes y los estados físicos del medio. Y esas lagunas plantean graves problemas a los usuarios⁸.

LA LAGUNA DE LA EJECUCIÓN

¿Aporta el sistema actos que correspondan a las intenciones de la persona? La **diferencia entre las intenciones y los actos permisibles es la Laguna de la Ejecución**. Una forma de medir esa laguna es la medida en la que el sistema permite a la persona realizar los actos propuestos directamente y sin esfuerzos extraordinarios. ¿Equivalen los actos previstos por el sistema a los propuestos por la persona?

Veamos el ejemplo del proyector: uno de los problemas fue resultado de la Laguna de Ejecución. La persona quería poner en marcha el proyector. Idealmente, eso sería muy sencillo. Pero, no, hacía falta una secuencia larga y compleja. No estaba claro en absoluto qué actos realizar para llevar a la práctica las intenciones de poner en marcha el proyector y mostrar la película.

Existen proyectores que se cargan solos. Estos colman muy bien la laguna. O pensemos en los vídeos (VCR). Tienen los mismos problemas mecánicos que los proyectores de películas: la cinta de vídeo tiene que enhebrarse en el mecanismo, pero la solución consiste en ocultar esa parte del sistema, en atribuir la tarea a la máquina, y no a la persona. De forma que la máquina colma la laguna. Lo único que ha de hacer el usuario es colocar el cartucho y apretar la puesta en marcha. Es una pena que las empresas de cine estén tan atrasadas. Bueno, dentro de poco no importará. Ya no habrá películas, sino únicamente cintas de vídeo.

LA LAGUNA DE LA EVALUACIÓN

¿Aporta el sistema una representación física que se pueda percibir directamente y que sea directamente interpretable en términos de las intencio-

nes y las expectativas de la persona? La Laguna de la Evaluación refleja la cantidad de esfuerzos que ha de realizar la persona para interpretar el estado físico del sistema y determinar hasta qué punto se han satisfecho las expectativas y las intenciones. La laguna es pequeña cuando el sistema aporta información acerca de su estado de una forma fácil de obtener, fácil de interpretar y que refleje la forma en que la persona concibe el sistema.

En el ejemplo del proyector de cine, también existía un problema debido a la Laguna de la Evaluación. Incluso cuando la película estaba introducida en el proyector, resultaba difícil saber si estaba bien enhebrada. Con los vídeos lo único que hace falta saber es si el cartucho está bien insertado en la máquina. Si no, por lo general, no encaja: se queda claramente fuera y se ve inmediatamente que algo no marcha bien.

Pero los vídeos tampoco son perfectos. Recuerdo a un conferenciante que puso en marcha el vídeo y dijo al público que contemplase la pantalla. No había imagen. Empezó a manipular la máquina y después pidió ayuda. Aparecieron en escena primero uno, después dos y después tres técnicos. Verificaron atentamente los enchufes, los cables que llevaban al vídeo y los circuitos. El público esperaba impaciente con risitas nerviosas. Por último, se vio cuál era el problema: el vídeo no tenía cinta. Si no había cinta, no había imagen. El problema consistía en que una vez se cerraba la portezuela del cartucho de aquel vídeo concreto, no existía una forma visible de saber si contenía cinta o no. Un mal diseño. Esa Laguna de Evaluación había fastidiado a otro usuario.

Las lagunas existen en números increíbles en muchos mecanismos. Por lo general, las dificultades no se advierten, sino que son invisibles. Los usuarios se echan la culpa a sí mismos (en el caso de cosas que creen que deberían saber cómo utilizar, como los grifos, los mandos de temperatura de las neveras, las cocinas, los aparatos de radio y de televisión) o deciden que son incapaces de manejar esos malditos artilugios (máquinas de coser, máquinas de lavar, relojes digitales, mandos digitales de aparatos electrodomésticos, vídeos, aparatos de sonido). Y eso que se trata de mecanismos que existen en la vida doméstica cotidiana. Ninguno de ellos tiene una estructura compleja, pero muchos de ellos son capaces de derrotar a unos usuarios que en todo lo demás son perfectamente competentes.

Las siete fases de la acción como elementos auxiliares del diseño

La estructura en siete fases puede constituir un valioso elemento auxiliar del diseño, pues aporta una lista básica de preguntas que se han de hacer para tener la seguridad de que se colman las Lagunas de Evaluación y Ejecución (figura 2.7).

En general, cada fase de la acción exige sus propias estrategias especiales de diseño y, a su vez, aporta su propia oportunidad de desastre. Resultaría divertido, si no resultara también tan frustrante, contemplar el mundo y analizar alegremente cada defecto-. En general, como cabe advertir en la figura 2.7, las preguntas que determinan cada fase son relativamente sencillas. Y, a su vez, se reducen a los principios del buen diseño introducidos en el capítulo 1.

¿Con qué facilidad se puede:

Determinar la función
del dispositivo?

2.7. Utilización de las siete fases para hacer preguntas sobre el diseño.

Saber qué actos
son posibles?

Saber si el sistema se
halla en el estado deseado?

Determinar la topografía
desde la intención
hasta el acto físico?

Determinar la topografía
desde el estado del sistema
hasta la interpretación?

Realizar el acto?

Saber en qué estado
se halla el sistema?

— **Visibilidad.** Con sólo mirar, el usuario puede decir cuál es el estado del dispositivo y las opciones de acción.

— **Un buen modelo conceptual.** El diseñador proporciona al usuario un buen modelo conceptual, coherente en la exposición de las operaciones y los resultados y con una imagen del sistema coherente y pertinente.

— **Buena topografía.** Es posible determinar las relaciones entre los actos y los resultados, entre los mandos y sus efectos, y entre el estado del sistema y lo que es visible.

— *Retroalimentación.* El usuario recibe una retroalimentación completa y constante acerca de los resultados de sus actos.

Cada uno de esos aspectos presta apoyo a una o más de las siete fases de la acción. La próxima vez que no pueda uno entender inmediatamente cómo funciona el mando de la ducha en un hotel o activar una televisión o una cocina que no conoce, debe recordar que el problema se halla en el diseño. Y la próxima vez que tome uno un objeto desconocido y lo utilice con facilidad y sin esfuerzo a la primera ocasión, debe detenerse a examinarlo: la facilidad del uso no es algo accidental. Alguien diseñó ese objeto atentamente y bien.

EL CONOCIMIENTO EN LA CABEZA Y EN EL MUNDO



Un amigo mío tuvo la amabilidad de prestarme su coche. Cuando estaba a punto de salir, vi que había una nota: «debería haber mencionado que para sacar la llave del encendido hay que poner la marcha atrás». ¡Poner la marcha atrás! De no haber visto yo la nota, jamás me lo podría haber imaginado. En el coche no existía ninguna pista visible: el conocimiento necesario para hacer aquello tenía que estar en la cabeza. Si el conductor no lo sabe, la llave se quedará puesta eternamente en el encendido.

Es muy fácil demostrar el carácter erróneo del conocimiento y la memoria humanos. Un ejercicio común en las aulas de los Estados Unidos revela que los estudiantes no pueden recordar las letras que corresponden a cada número de sus teléfonos. Uno de mis estudiantes postgraduados averiguó que cuando se dan a mecanógrafas profesionales máquinas con las letras tapadas, no pueden decir cuál es su orden exacto¹. Los estudiantes estadounidenses marcan bien los teléfonos, y todas aquellas mecanógrafas sabían escribir a máquina con rapidez y bien. ¿Por qué esa evidente discrepancia entre la precisión de la conducta y la imprecisión del conocimiento? Porque no todos los conocimientos necesarios para un comportamiento preciso tienen que hallarse en la cabeza. Pueden estar distribuidos: una parte en la cabeza, una parte en el mundo y otra parte en las restricciones que impone el mundo. Un comportamiento preciso puede ser resultado de un conocimiento impreciso por cuatro motivos:

1 *IM información está en el mundo.* Gran parte de la información que necesita uno para realizar una tarea puede hallarse en el mundo. El comportamiento se determina al combinar la información en la memoria (en la cabeza) con la que está en el mundo.

2_ *No hace falta una gran precisión.* Raras veces se necesitan precisión, exactitud y totalidad de conocimiento. El comportamiento perfecto se produce si el conocimiento describe la información o el comportamiento lo bastante bien para distinguir la opción correcta de todas las demás.

3. *Existen restricciones naturales.* El mundo limita el comportamiento permisible. Las propiedades físicas de los objetos limitan las operaciones posibles: el orden en que se pueden unir las partes y las formas en que se puede mover, recoger o manipular de otro modo un objeto. Cada objeto tiene características físicas —proyecciones, depresiones, pasos de tuerca y apéndices— que limitan sus relaciones con otros objetos, las operaciones que se pueden realizar con él, las que se le puede adjuntar, etc.

4. *Existen restricciones culturales.* Además de las imposiciones naturales, físicas, la sociedad ha ido creando muchas convenciones artificiales que rigen lo que es el comportamiento social aceptable. Esas convenciones culturales se tienen que aprender, pero una vez aprendidas se aplican a una gama muy amplia de circunstancias.

Debido a esas restricciones naturales y artificiales, el número de opciones respecto de cualquier situación dada es reducido, al igual que la cantidad y la especificidad del conocimiento que debe contener la memoria humana.

En las situaciones cotidianas, el comportamiento se determina mediante la combinación de conocimientos internos y de información y restricciones externas. La gente suele aprovechar esto como cuestión rutinaria. Puede reducir al mínimo el volumen de material que debe aprender o la totalidad, la precisión, la exactitud o la profundidad del aprendizaje. La gente puede organizar deliberadamente el medio ambiente para que apoye su comportamiento. Hay personas con lesiones cerebrales que funcionan tan bien que ni siquiera sus colegas se dan cuenta de ese impedimento. Se sabe de analfabetos que han engañado a otras personas, incluso en situaciones en las cuales su trabajo presupone en principio que saben leer. Saben lo que se espera de ellos, siguen el comportamiento de sus colegas y establecen situaciones en las cuales no necesitan leer o en las que sus colegas leen en lugar de ellos.

Lo que es aplicable a estos casos extremos debe también sin duda ser

aplicable a gente normal en situaciones normales; lo único que cambia es la cantidad de confianza que se tiene en el mundo externo. Existe una compensación entre la cantidad de conocimientos mentales y la de conocimientos externos que hacen falta para la realización de tareas. La gente puede actuar de diversos modos para tener en cuenta esa compensación.

Un comportamiento preciso a partir de un conocimiento impreciso

LA INFORMACIÓN SE HALLA EN EL MUNDO

Siempre que la información necesaria para realizar una tarea se halla fácilmente disponible en el mundo, la necesidad de aprenderla se reduce. Por ejemplo, carecemos de conocimiento acerca de las monedas más corrientes, aunque las reconocemos perfectamente. Lo mismo ocurre con la mecanografía. Muchas mecanógrafas no se saben de memoria el teclado. Por lo general, cada letra está escrita en la tecla, de forma que quienes no son mecanógrafos profesionales pueden ir buscando las letras una por una, fiándose del conocimiento que se halla en el mundo y reduciendo al mínimo el tiempo necesario para el aprendizaje. El problema estriba en que esa forma de escribir a máquina es lenta y difícil. Naturalmente, con la experiencia muchos de los que no han estudiado mecanografía aprenden el lugar en que se hallan muchas de las letras del teclado, incluso sin seguir estudios al respecto, y la velocidad con que escriben a máquina aumenta mucho y supera en seguida la velocidad de la escritura a mano y en algunos casos llega a velocidades muy respetables. La visión periférica y el contacto con el teclado aportan algo de información acerca de la situación de cada tecla. Las teclas que se utilizan con más frecuencia pasan a aprenderse totalmente, la menos frecuentes no se aprenden bien y las otras se aprenden en parte. Pero mientras el mecanógrafo necesite mirar el teclado, la velocidad está limitada. El conocimiento sigue hallándose sobre todo en el mundo, y no en la cabeza.

Si alguien necesita mecanografiar grandes cantidades de material periódicamente, merece la pena hacer una inversión mayor: seguir un curso, comprar un libro o un programa interactivo de ordenador. Lo importante

es aprender la colocación exacta de los dedos en el teclado, aprender a escribir sin mirar, a sacar del mundo el conocimiento del teclado y meterlo en la cabeza. Para aprender el sistema hacen falta varias horas y para convertirse en un experto varios meses. Pero todo ese esfuerzo tiene como rendimiento un aumento de la velocidad de la escritura, una mayor exactitud y una reducción de la carga y del esfuerzo mentales en el momento de escribir a máquina.

Existe una disyuntiva entre la velocidad y la calidad del rendimiento y del esfuerzo mental. Así, cuando uno busca una dirección de una ciudad, artículos en una tienda o una casa, o trabaja con máquinas complejas, la compensación puede determinar lo que hace falta aprender. Como ya se sabe que existe información disponible en el medio ambiente, la disyuntiva que generalmente se codifica en la memoria tiene que ser lo bastante precisa para sostener la calidad de comportamiento que se desea. Ese es uno de los motivos por los que la gente puede funcionar muy bien en su **medio** ambiente y sin embargo no saber cómo describir lo que hace. Por ejemplo, una persona puede desplazarse perfectamente por una ciudad sin que pueda describir exactamente la ruta que sigue.

La gente funciona gracias a que utiliza dos tipos de conocimientos: el conocimiento *de* y el conocimiento *de como*. El conocimiento *de* —lo que los psicólogos califican de **conocimiento declarativo**— incluye el **conocimiento de datos y de normas**. «Detenerse si la luz está en rojo.» «Nueva York está en un paralelo un poco al sur de Madrid; la longitud de San Diego está al este de la Reno.» «Para sacar la llave del encendido, hay que poner la marcha atrás.» **El conocimiento declarativo es fácil de escribir y de enseñar.** El conocimiento *de cómo* —lo que los psicólogos califican de **conocimiento del procedimiento**— **es el conocimiento que permite a una persona tocar un instrumento**, frenar un coche sin problemas cuando se tiene un pinchazo en una carretera cubierta de hielo, devolver el servicio en el tenis o mover la lengua al pronunciar la frase «estaba un perro debajo de un carro». **El conocimiento del procedimiento es difícil o imposible de escribir y difícil de enseñar.** La mejor forma de enseñarlo es mediante demostraciones y la mejor forma de aprenderlo es mediante la práctica. Ni siquiera los mejores profesores saben describir habitualmente lo que están haciendo. El conocimiento del procedimiento es en gran medida subconsciente.

Por lo general es fácil obtener el conocimiento que se halla en el mundo.

Los diseñadores proporcionan un gran número de elementos auxiliares de la memoria. Un ejemplo de ello son las letras en las teclas de la máquina de escribir. Las luces y los letreros de los mandos actúan como elementos auxiliares externos de la memoria y recuerdan al usuario cuál es el objetivo y el estado del mando. El material industrial está lleno de luces de señalización, indicadores y otros recordatorios. Utilizamos mucho las notas escritas. Colocamos cosas en lugares determinados para recordar determinadas cosas. **En general, la gente estructura el medio de manera que le aporte una cantidad considerable de la información necesaria para recordar algo.**

Mucha gente organiza sus vidas en el mundo, creando un montón aquí y otro allá, cada uno de los cuales indica alguna actividad que realizar, o algo que se está haciendo. Probablemente todo el mundo utiliza hasta cierto punto una estrategia de ese tipo. Basta con mirar las diversas formas en que la gente estructura sus habitaciones y sus mesas de trabajo. Hay muchos estilos posibles de organización, pero la disposición física y la visibilidad de los artículos suelen comunicar información acerca de la importancia relativa. ¿Quiere uno hacerle una faena a sus amigos? Basta con hacerles un favor: ponerles en orden sus mesas de trabajo o sus habitaciones. Hay gente a la que cuando se le hace esto se le puede impedir que funcione en absoluto.

NO HACE FALTA UNA GRAN PRECISIÓN

Normalmente, la gente no necesita una información memorizada precisa. La gente sabe recordar lo suficiente para distinguir una moneda conocida de otra, aunque quizá no pueda recordar las caras, las imágenes o las palabras impresas en las monedas¹. Pero si se impone la necesidad de una memoria más precisa, el resultado es el caos. Tres países lo han redescubierto en los últimos años: los Estados Unidos cuando introdujo una nueva moneda de un dólar, la Gran Bretaña cuando introdujo la moneda de una libra y Francia cuando introdujo una nueva moneda de diez francos. La nueva moneda de dólar estadounidense se confundía con la ya existente de veinticinco centavos (el *quarter*) y la moneda británica de libra se confundía con la ya existente de cinco peniques (la moneda de una libra tiene el mismo diámetro que la de cinco peniques, pero es mucho más gruesa y más pesada). Veamos lo que sucedió en Francia:

«PARÍS...» Con gran ceremonia, el Gobierno de Francia hizo pública la nueva moneda de 10 francos (aproximadamente 200 pesetas) el 22 de octubre de 1986. El público la contempló, la pesó y empezó a confundirla a tal velocidad con la moneda de medio franco (que sólo vale aproximadamente 10 pesetas) que empezaron a llover insultos sobre el Gobierno y la moneda.

Cinco semanas después, el Ministro de Hacienda, Edouard Balladur, suspendió la circulación de la moneda. Al cabo de otras cuatro semanas, la canceló definitivamente.

Vista en retrospectiva, la decisión francesa parece tan absurda que resulta difícil entender cómo se pudo llegar a ella... Tras grandes estudios, los diseñadores presentaron una moneda de color plateado, hecha de níquel y con un dibujo modernista, del artista Joaquim Jiméñez, con un gallo gálico en un lado y en el otro Marianne, el símbolo femenino de la República Francesa. La moneda era poco pesada, tenía un dentado especial en el borde para que las máquinas electrónicas de venta la leyeran con facilidad y parecía difícil de falsificar.

Pero evidentemente, los diseñadores y los burócratas se sintieron tan contentos con su creación que pasaron por alto o se negaron a aceptar el parecido de la nueva moneda con los centenares de millones de monedas de medio franco de color plateado y con una base de níquel que ya estaban en circulación... (cuyo) tamaño y peso eran peligrosamente parecidos» *.

Es probable que las confusiones se produjeran porque los usuarios de las monedas formaban representaciones en sus sistemas de memoria que sólo eran lo bastante precisas para distinguir entre las monedas que efectivamente tenían que utilizar. Una propiedad general de la memoria es que no almacenamos sino descripciones parciales de las cosas que recordar, descripciones lo bastante precisas para que funcionen en el momento en que se aprende algo, pero que quizá no funcionen más adelante, cuando también se han tenido nuevas experiencias que han entrado en la memoria. Las descripciones formadas para distinguir entre las monedas antiguas no eran lo bastante precisas para distinguir entre la nueva y por lo menos una de las antiguas °.

Supongamos que yo puedo llevar todas mis notas en un cuaderno rojo. Si es el único que tengo, puedo calificarlo sencillamente de mi cuaderno. Si compro varios cuadernos más, la descripción anterior ya no sirve. Ahora tendré que llamar al primero el pequeño o el rojo, o a veces tanto el pequeño como el rojo, lo cual me permite distinguirlo de los demás. Pero, ¿qué ocurre si compro varios cuadernos pequeños rojos? Entonces

tengo que hallar otra forma de describir el primero, lo cual incrementa la diversidad de la descripción, y en consecuencia la capacidad de ésta para discriminar entre los diversos artículos parecidos. Las descripciones no tienen que discriminar más que entre las opciones a mi alcance, pero es posible que lo que sirve para una cosa no sirva para otra .

LA FUERZA DE LAS IMPOSICIONES

En los viejos tiempos de la tradición oral (c incluso hoy en algunas culturas), había artistas que se desplazaban de un lugar a otro para recitar poemas épicos de miles de versos. ¿Cómo lo lograban? ¿Es que hay gente que retiene enormes cantidades de conocimiento en la cabeza? En realidad, no. Lo que ocurre es que existen unas restricciones externas que ejercen un gran control sobre la opción permisible de palabras, lo cual reduce mucho la carga para la memoria.

Veamos las restricciones a la rima. Si desea uno rimar una palabra con otra, puede haber de diez a veinte opciones. Pero si se necesita una palabra con un significado concreto que rime con otra, por lo general no hay candidatos en absoluto. Y si los hay, en la mayor parte de los casos sólo hay uno. La combinación de las dos restricciones de rima y significado puede, pues, reducir a la nada la información acerca de la palabra determinada que se debe recordar; mientras se conozcan esas limitaciones, la elección de la palabra puede estar totalmente determinada. El aprendizaje de un material como es la poesía se ve muy ayudado por restricciones de ese tipo, que actúan sobre el esquema general del tipo de poema, metro y tema.

Veamos un ejemplo. Pienso en tres palabras: una de ellas significa «un adjetivo» la segunda es «el nombre de una actividad rural», y la tercera es «una unidad de tiempo». ¿En qué palabras pienso? Aunque probablemente pueda uno pensar en tres palabras que corresponden a esas descripciones, no es probable que sean las mismas tres en las que pienso yo. Sencillamente no existen suficientes limitaciones.

Ahora veamos una segunda tarea, esta vez en busca de palabras que rimen. Pienso en tres palabras: una de ellas rima con «correo», la segunda con «el segundo mes» y la tercera con «pañó». ¿En qué palabras estoy pensando?

Supongamos que ahora digo que las palabras que busco son las mismas en ambas

tareas. ¿Que' palabra significa un adjetivo y rima con «correo»? ¿Qué palabra es el nombre de una profesión rural y rima con «el segundo mes»? Y, ¿qué palabra es una unidad de tiempo y rima con «pañó»? Ahora se ha simplificado la tarea: la especificación conjunta de las palabras limita totalmente la selección.

En el laboratorio de psicología los asistentes casi nunca daban los significados y las rimas correctos de las dos primeras tareas, pero respondían correctamente «feo», «carretero», «año» en la tarea combinada .

El estudio clásico de la memoria respecto de la poesía épica fue el que hizo Albert Bates Lord. Fue a Yugoslavia en busca de gente que seguía todavía la tradición oral. Demostró que el «narrador de historias», la persona que se aprende poemas épicos y va recitándolos de aldea en aldea en realidad los recrea, y compone poesía improvisada de tal forma que obedezca al ritmo, el tema, el argumento, la estructura y otras características del poema. Se trata de una hazaña prodigiosa, pero no es un ejemplo de aprendizaje de memoria. Más bien, la práctica demuestra la inmensa fuerza de las múltiples restricciones que permiten al narrador escuchai una vez la larga narración que hace otro y después (al cabo de unas horas o un día) aparentemente recitar «el mismo poema, palabra por palabra y verso por verso»⁸. De hecho, como señala Lord, el original y el nuevo recitado no son los mismos palabra por palabra. Pero el oyente los percibiría como sí fueran los mismos, aunque la segunda versión fuera el doble de larga que la primera. Son los mismos en los sentidos que importan al oyente: cuentan la misma historia, expresan las mismas ideas, siguen el mismo metro y la misma rima. Son los mismos en todos los sentidos que importan para la cultura. Lord demuestra precisamente cómo se combina la capacidad para memorizar la poesía, el tema y el estilo con las estructuras culturales en lo que él califica de fórmula para producir un poema apropiado, percibido como idéntico a recitados anteriores. La idea de que alguien debe ser capaz de recitar algo literalmente es relativamente moderna. Esa idea sólo se puede sostener a partir de la existencia de textos impresos; de otro modo, ¿quién puede juzgar la exactitud de un recitado? Y lo que quizá sea más importante, ¿a quién le importaría? Todo esto no significa minimizar la hazaña. El aprender y recitar un poema épico como la *Odisea* o la *Ilíada* de Homero es evidentemente algo muy difícil aunque el recitador los esté recreando: la versión escrita tiene 27.000 versos⁹.

Casi ninguno de nosotros aprende poemas épicos. Pero sí utilizamos fuertes restricciones que sirven para simplificar lo que debe retenerse en la memoria. Veamos un ejemplo totalmente distinto: desmontar y volver a montar un artefacto mecánico. Entre las cosas típicas de la casa que una persona atrevida podría tratar de reparar figuran una cerradura, una tostadora y una lavadora. Es probable que el mecanismo tenga docenas de piezas. ¿Qué es lo que hay que recordar para volver a colocar las piezas en el orden adecuado? No tanto como parece un análisis inicial. En el caso extremo, si hay diez piezas existen 10! (10 factorial: $10 \times 9 \times 8 \dots$) formas distintas en las que volver a montarlas: poco más de 3,5 millones de opciones. Pero nunca se pueden producir todas las ordenaciones posibles: la forma de ordenar las piezas está limitada por una serie de elementos físicos. Algunas deben montarse antes de que resulte ni siquiera posible montar las otras. Hay elementos físicos que impiden físicamente encajar unas piezas en los espacios reservados para otras: los tornillos deben entrar en agujeros del diámetro y la profundidad idóneos; las tuercas y las arandelas deben ir aparcadas siempre con tornillos y husillos de los tamaños adecuados; y siempre hay que meter el tornillo antes que la tuerca. Existen incluso limitaciones culturales: para apretar un tornillo lo giramos hacia la derecha y para aflojarlo hacia la izquierda; las cabezas de los tornillos tienden a estar en la parte visible (la delantera o la superior) de una pieza, las tuercas en la parte menos visible (en el fondo, a un lado o en el interior) de una pieza; los pernos de madera y los maquinados son visiblemente diferentes y se insertan en tipos diferentes de materiales. Al final, el número aparentemente enorme de decisiones se reduce sólo a unas cuantas opciones que se deberían haber aprendido o señalado al desmontar el artefacto. A menudo, las restricciones en sí mismas no bastan para determinar la forma adecuada de volver a montar el artefacto —se cometen errores—, pero las restricciones reducen lo que debe aprenderse a un volumen razonable.

La memoria es conocimiento que se halla en la cabeza

¿Recuerdan el cuento de «Alí Baba y los cuarenta ladrones»? Alí Baba descubrió la consigna que abría la cueva de los ladrones. Su cuñado, Kasim, lo obligó a revelar el secreto. Después, Kasim fue a la cueva.

«Cuando llegó a la entrada de la cueva, pronunció las palabras "¡Ábrete. Sésamo!"

La puerta se abrió inmediatamente y cuando entró se cerró tras él. Cuando examinó la cueva se sintió muy asombrado al encontrar muchas más riquezas de lo que esperaba por lo que le había dicho Alí Baba. Rápidamente cargó a la puerta de la cueva todos los sacos de oro que podían llevar sus diez muías, pero ahora no podía pensar más que en la enorme riqueza que podía poseer, de forma que no se le ocurrían las palabras necesarias para que se abriera la puerta. En lugar de "¡Ábrele, Sésamo!", dijo "¡Ábrete, cebada!" y se sintió muy sorprendido al ver que la puerta seguía cerrada. Invocó varios tipos de cereales, pero la puerta seguía sin abrirse.

Kasim nunca había previsto un incidente así y se sintió tan alarmado ante el peligro en que se hallaba que cuanto más trataba de recordar la palabra "Sésamo", más se le confundía la memoria, y prácticamente la olvidó, como si jamás la hubiera oído mencionar.»

Kasim no logró salir. Los ladrones regresaron, le cortaron la cabeza y descuartizaron su cadáver ⁽.

LA CONSPIRACIÓN CONTRA LA MEMORIA

A la mayoría de nosotros no nos van a cortar la cabeza si no logramos recordar una clave secreta, pero el recordar algo puede resultar muy difícil. Una cosa es tener que recordar uno o dos secretos: una clave, una cosigna o el secreto para abrir una puerta. Pero cuando el número de claves secretas resulta demasiado grande, la memoria falla. Parece existir una conspiración calculada para destruir nuestra cordura mediante una sobrecarga de la memoria. Veamos lo que se nos pide que recordemos en nuestro mundo «sencillo». Una simple búsqueda en mi propia cartera revela lo siguiente:

— Códigos postales que van en los Estados Unidos de los «breves» de cinco dígitos, a los «largos» de nueve. La memoria humana no puede retener con facilidad, a corto plazo, más que un número de cinco a siete dígitos, pero en este caso se me pide que utilice nueve. Tengo que recordar el código postal de mi casa, el de mi trabajo, los de mis padres y de mis hijos, los de mis amigos y los de toda la gente con la que sostengo una correspondencia regular. Códigos estadounidenses, como 92014-6207; códigos británicos como WC1N3BG; códigos canadienses, como M6P2V8. 'lodo ello para que funcionen bien las máquinas y

pese a que las direcciones son perfectamente sensatas, y por lo general nada ambiguas. Pero a las máquinas les resulta difícil leer las direcciones, mientras que les resulta fácil enfrentarse a códigos postales.

— Números de teléfono, a veces con indicativos de zona y extensiones. Un número de siete dígitos pasa a ser de diez cuando se le añade el indicativo de zona, y de catorce cuando existe una extensión de cuatro dígitos. Códigos internacionales, con el del país y el de la ciudad, o sea, más dígitos. ¿Cuántos números de teléfono tengo que conocer? Más de los que desearía tener ni siquiera en cuenta. Todos mis contactos personales. Números de información, la hora y el tiempo; el número especial para casos de urgencia. Y no se me debe olvidar que he de marcar el 9 (o, en algunos casos, el 8), de forma que la llamada salga de la institución o de la empresa en la que me hallo.

— Números de acceso para las tarjetas de teléfono oficiales, de forma que cuando llamo en conferencia desde la universidad, puedo hacer que sea la cuenta idónea la que pague la factura: un número de cinco dígitos para cada cuenta (y tengo cuatro). Me han dicho que no debo revelar esos números a nadie. Hay que mantenerlos en secreto.

— Números de acceso para mis tarjetas de crédito telefónicas, de forma que al viajar puedo hacer que la factura se atribuya automáticamente al teléfono de mi casa. Las claves consisten en el teléfono de mi casa más cuatro números secretos. Los dígitos secretos ni siquiera están impresos en la tarjeta: hay que recordarlos y destruirlos. Pero tengo seis de esas tarjetas (dos para los teléfonos de casa y cuatro cuentas diferentes de la universidad). Si quiero llamar a algún lugar lejano desde un hotel con una de mis tarjetas de crédito de teléfonos, tengo que marcar nada menos que 36 dígitos.

— Números secretos de los cajeros automáticos, esas máquinas tan inteligentes que le permiten a uno introducir una tarjeta, marcar el número secreto y sacar dinero. Dos cuentas bancarias, dos números secretos. No hay que escribirlos, porque podría verlos un ladrón. Hay que recordar. Y recordar.

— Números secretos de mis cuentas de ordenador: no puedo dejar que nadie robe mis valiosos datos, o quizá cambie las notas de sus exámenes, o vea cuáles son las preguntas para esos exámenes. Se nos dice que la clave debe tener por lo menos seis letras, Y nada de palabras: es muy fácil que alguien descubra una palabra; hay que hacer algo que no tenga sentido (yo hago trampa y hago que todas mis cuentas de computadora utilicen la misma clave).

— Número del carnet de conducir. Una vez pasé una temporada en Texas y no lograba hacer nada si no tenía el número de mi carnet de conducir: no podía pagar lo que compraba en el supermercado ni la cuenta del teléfono, ni siquiera abrir una cuenta bancaria. Se trataba de una letra y siete dígitos. Otros estados tienen números más largos.

- Números de la seguridad social mía, de mi mujer y de mis hijos. Nueve dígitos cada uno.
- Números de pasaportes, una vez más los de toda mi familia.
- Mi número en la empresa.
- Las matrículas de nuestros coches.
- Cumpleaños.
- Edades.
- Tallas de las prendas de vestir.
- Direcciones.
- Números de las tarjetas de crédito.
- Tonterías y estupideces.

Son muchísimos los números clave que mantener secretos. Según parece, por todas partes se ciernen ladrones que están esperando a que escriba mi número o mi palabra secretos, contemplando nerviosos cómo hago una llamada telefónica contra mi cuenta o compro algo con mi tarjeta de crédito. No hay forma de que yo pueda aprenderme todos esos números. Y, de todos modos, no hacen más que cambiar, algunos de ellos una vez al año. Me cuesta trabajo hasta recordar qué edad tengo: también cambia una vez al año (veamos rápido: ¿cuál era la palabra mágica que trataba de recordar Kasim para abrir la puerta de la cueva?).

¿Cómo podemos recordar tantas cosas? Casi ninguno de nosotros lo logra, ni siquiera aunque utilice la mnemotecnia para dotar de algún sentido a un material que no lo tiene. Los libros y los cursos sobre cómo mejorar la memoria pueden servir de algo, pero los métodos son laboriosos de aprender y requieren una práctica constante para retenerlos. Por eso colocamos la memoria en el mundo, anotamos cosas en libros, en pedazos de papel, incluso en el dorso de la mano. Pero lo disimulamos para frustrar a los posibles ladrones. Ello crea otro problema: ¿cómo ocultar las cosas, cómo esconderlas, cómo recordar dónde y cómo las escondimos u ocultamos? Bien, éstos son los problemas de la memoria.

¿Dónde esconder algo para que no lo pueda encontrar nadie? En sitios difíciles, ¿no? El dinero se oculta en el congelador, las joyas en el botiquín o en unos zapatos en el armario. La llave de la puerta principal se esconde bajo el felpudo o justo debajo de la ventana. La llave del coche debajo del parachoques. Las cartas de amor en un jarrón de flores. El problema estriba en que no hay tantos sitios difíciles en una casa. Uno quizá no recuerde dónde están las cartas de amor o las llaves, pero el ladrón sí. Dos psicólogos que estudiaron esta cuestión describieron así el problema:

«A menudo existe una lógica en la elección de lugares improbables. Por ejemplo, a una amiga nuestra la compañía de seguros le exigió que comprase una caja fuerte si quería asegurar sus joyas. Al reconocer que podía olvidarse de la combinación de la caja, pensó cuidadosamente dónde esconder esa combinación. La solución consistió en escribirla en la agenda bajo la letra C, al lado de «Sres. Caja», como si fuera un número de teléfono. Ello tiene una lógica evidente: poner la información numérica con el resto de la información numérica. Sin embargo, se sintió horrorizada al ver cómo un ex ladrón contaba en la televisión que cuando se encontraba con una caja fuerte, siempre iba a buscar la agenda, porque ahí es donde mucha gente guarda la combinación.» "

El tener que recordar todos esos números equivale a una tiranía inconsciente. Ya ha llegado la hora de rebelarse.

LA ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

«Diga en voz alta los números 1, 7, 4, 2, 8. Después, sin volver a mirar, repítalos. Vuelva a intentarlo, si es necesario, quizá con los ojos cerrados, a fin de "escuchar" mejor el sonido que ha dejado el eco en la actividad mental. Haga usted que alguien le lea una frase al azar. ¿Qué decía? La memoria de lo que acaba de ocurrir está disponible de forma inmediata, clara y completa, sin un esfuerzo mental.

¿Qué cenó usted hace tres días? Ahora la sensación es diferente. Hace falta tiempo para recuperar la respuesta, que no constituye un recuerdo tan claro ni tan completo como lo de lo recién ocurrido, y es probable que esa recuperación exija un esfuerzo mental considerable. La recuperación del pasado es diferente de la recuperación de lo recién ocurrido. Hace falta un esfuerzo mayor, y el resultado es menos claro. De hecho, no hace falta que el "pasado" date de hace tanto tiempo. Sin mirar atrás, ¿qué números eran los citados más arriba? Para algunos eso ya requiere un cierto tiempo y esfuerzo.»

Los psicólogos distinguen entre dos tipos principales de memoria: la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo (en abreviatura, MCP y MLP, respectivamente). Son muy diferentes. La memoria a corto plazo es la de lo recién ocurrido. La información se retiene en ella de forma automática y se recupera sin esfuerzo; pero el volumen de información que se puede retener así es muy limitado. El límite de la MCP oscila

alrededor de siete cosas, mientras que el número asciende a diez o doce si la persona de que se trate también ensaye y repita mentalmente las cosas que tiene que recordar. La memoria a corto plazo es inapreciable en la realización de las tareas cotidianas, al permitirnos recordar palabras, nombres, frases y partes de tareas. Actúa como memoria de trabajo o temporal. Pero la memoria es muy frágil. Basta con que cualquier otra actividad lo distraiga a uno y, ¡zas!, desaparece lo que había en la MCP. Esta puede retener un código postal de cinco dígitos o un número de teléfono de siete dígitos desde el momento en que se los consulta hasta el momento en que se utilizan, siempre que no intervenga ningún elemento de distracción. Los números de nueve o diez dígitos plantean problemas, y cuando ese número empieza a ser superior, hay que dejarlo. Vale más la pena escribirlo. O dividir el número en varios segmentos más cortos.

La memoria a largo plazo es la memoria del pasado. Por lo general, hace falta tiempo para depositar cosas en la MLP y un cierto tiempo y esfuerzo para volverlas a extraer. Así es como mantenemos nuestra experiencia, no como un registro exacto de los acontecimientos, sino tal como éstos se interpretan mediante nuestra comprensión de ellos, a reserva de todas las deformaciones y los cambios que impone el mecanismo explicativo humano a la vida. La medida en que podremos alguna vez recuperar experiencias y conocimientos de la MLP depende mucho de cómo se interpreta el material en primer lugar. Es probable que lo que se deja almacenado en la MLP conforme a una interpretación no se pueda recuperar más adelante cuando se busca bajo otra interpretación. En cuanto a lo amplia que es la memoria, no hay nadie que lo sepa en realidad: probablemente de miles de millones de cosas. Un científico experto en la materia calcula que la capacidad es de mil millones (10^9) de bits, o sea, aproximadamente 100 millones (10^8) de cosas³. Cualesquiera sean las dimensiones, son tan amplias que no imponen un límite práctico. La dificultad con la MLP es de organización —la de introducir el material e imaginar cómo recuperarlo—, y no de capacidad. El almacenamiento y la recuperación resultan más fáciles cuando el material tiene sentido, cuando encaja en lo que ya se conoce. Cuando el material no tiene sentido, habrá que trabajar en él, estructurarlo e interpretarlo, hasta que por fin se pueda retener.

La memoria humana consiste fundamentalmente en conocimientos que se hallan en la cabeza, o conocimientos internos. Si examinamos cómo

utiliza la gente la memoria y cómo recupera la información, descubrimos varias categorías. En este caso hay tres que nos resultan importantes:

1. *Memoria de cosas arbitrarias*. Las cosas que retener parecen arbitrarias, sin significado y sin una relación especial entre sí ni con cosas ya sabidas.
2. *Memoria de relaciones significativas*. Las cosas que retener forman relaciones significativas consigo mismas o con otras cosas ya sabidas.
3. *Memoria mediante explicación*. No hace falta retener el material, que se puede derivar de algún mecanismo explicativo.

MEMORIA DE COSAS ARBITRARIAS

Los conocimientos arbitrarios se pueden clasificar como el simple recuerdo de lo que se ha de hacer, sin recurrir a una comprensión del porqué ni a la estructura interna. Así fue como aprendimos el alfabeto y cómo atarnos los cordones de los zapatos. Así fue incluso como aprendimos las tablas de multiplicación, que 3 por 2 son 6, aunque a ese respecto podríamos remitirnos a una estructura externa. Así es como se espera de nosotros que aprendamos códigos arbitrarios para manejar ese sistema telefónico moderno malparido. Así es como nos vemos obligados a aprender muchos procedimientos que exige la tecnología moderna: «para poner en marcha el programa, póngase la disquette blanda en la marcha A, escriba *ALT MODE, CONTROL SHIFT-X, DELETE*». Se trata de un aprendizaje de memoria, que es la maldición de la existencia moderna.

El aprendizaje de memoria crea problemas. En primer lugar, como lo que se aprende es arbitrario, el aprendizaje resulta difícil: puede exigir un tiempo y un esfuerzo considerables. En segundo lugar, cuando surge un problema, la secuencia memorizada de actos no aporta ninguna sugerencia acerca de lo que ha salido mal, de lo que habría que hacer para resolver el problema. Aunque algunas cosas conviene aprenderlas de memoria (por ejemplo, las letras del alfabeto), en la mayor parte de los casos no es así. Por desgracia, el aprendizaje de memoria sigue constituyendo el método dominante de instrucción de muchos sistemas docentes, e incluso de gran parte de la enseñanza de adultos. Así es como se enseña a alguna gente a utilizar los ordenadores o a cocinar. Así es como hemos de aprender a utilizar algunos de los artilugios nuevos (y mal diseñados) de nuestra tecnología.

La mayor parte de los psicólogos aducirían que en realidad no es posible aprender asociaciones ni secuencias arbitrarias. Incluso cuando parece que no existe una estructura, la gente se organiza una estructura artificial y por lo general bastante insatisfactoria, y por eso se aprenden tan mal las cosas. Para nuestros fines, no importa que el aprendizaje arbitrario sea imposible o sencillamente muy difícil, pues el resultado final es el mismo: no es la mejor forma de actuar, si es que existe algún tipo de opción al respecto. Así, al enseñar el alfabeto tratamos de darle un ritmo, y utilizamos las restricciones naturales de la rima y el metro para simplificar la carga de la memoria. Lo más probable es que quienes han aprendido de memoria a utilizar ordenadores o a cocinar no lo hagan muy bien. Como no comprenden los motivos de sus actos, tienen que considerar que esas tareas son arbitrarias y extrañas. Cuando algo sale mal, no saben que hacer (salvo que hayan aprendido soluciones de memoria). Aunque a veces el aprendizaje de memoria es necesario o eficiente —de forma que los procedimientos de emergencia de actividades como las de los pilotos de aviones militares de propulsión a chorro se realizan rápida y automáticamente cuando es necesario—, por lo general es de los más insatisfactorio.

MEMORIA DE RELACIONES SIGNIFICATIVAS

La mayor parte de las cosas del mundo tienen una estructura sensata, lo cual simplifica enormemente la tarea de la memoria. Cuando las cosas tienen sentido, corresponden a conocimientos que ya tenemos, de forma que el nuevo material se puede comprender, interpretar e integrar con un material adquirido anteriormente. Ahora podemos utilizar normas y limitaciones para comprender qué es lo que va con qué. Una estructura significativa puede organizar lo que aparentemente consiste en caos y arbitrariedad.

¿Recordamos los comentarios acerca de los modelos mentales, del capítulo 2? Parte de la fuerza de un buen modelo mental se halla en su capacidad para dar sentido a las cosas. Contemplemos un ejemplo para ver cómo una interpretación significativa transforma en natural una tarea aparentemente arbitraria. Obsérvese que al principio la interpretación correcta puede no aparecer evidente; también ella es conocimiento y ha de descubrirse.

A un colega japonés, llamémoslo Sr. Tanaka, le resultaba difícil recordar cómo utilizar la señal de intermitente del lado izquierdo del manillar de la motocicleta. Si movía el mando adelante, señalaba que iba a girar a la derecha, y si lo movía hacia atrás, que iba a girar a la izquierda. El significado del mando era claro y evidente, pero la dirección en la cual debería adelantarse no lo era. Tanaka pensaba que como el mando estaba en el puño izquierdo, al llevarlo adelante señalaría que giraba a la izquierda. Es decir, trataba de establecer una topografía de sus actos: «empujar el mando izquierdo adelante» para que significara la intención de «girar a la izquierda», y se equivocaba. El resultado es que le resultaba difícil recordar qué dirección del mando debería utilizarse para qué dirección del giro. La mayor parte de las motocicletas tienen un mando de intermitentes que está montado de forma diferente y se rota 90¹, de forma que si se mueve hacia la izquierda se indica el giro a la izquierda y si se mueve a la derecha el giro a la derecha. Esta topografía es fácil de aprender (es una topografía natural). Pero el mando de los intermitentes de la motocicleta de Tanaka se desplazaba adelante y atrás, y no a la izquierda y la derecha. ¿Cómo aprenderlo?

El Sr. Tanaka resolvió el problema mediante una reinterpretación del acto. Veamos cómo gira el manillar de la motocicleta. Para girar a la izquierda, el puño de la izquierda se echa atrás. Para girar a la derecha, el puño de la izquierda se mueve hacia adelante. Los movimientos del mando eran exactamente iguales a los del manillar. Si la tarea se reconceptualiza como señal de la dirección del movimiento de los puños, en lugar de la dirección de la motocicleta, puede interpretarse que el movimiento del mando imita el que se desea; por fin disponemos de una topografía natural. Al principio, el movimiento del mando parecía arbitrario, indirecto y difícil de recordar. Con la interpretación idónea, el movimiento del mando es directo y lógico, y, en consecuencia, resulta fácil de aprender y de utilizar. Es posible que sea indispensable una relación significativa, pero hay que disponer de la correcta

Al no disponer de una interpretación correcta, al Sr. Tanaka le resultaba difícil recordar las direcciones del mando. Al sí disponer de ella, tanto el recuerdo como la realización de la tarea pasan a convertirse en cosas triviales. Obsérvese que la interpretación de Tanaka del movimiento del mando no *explicaba* nada. Simplemente le permitía relacionar la dirección correcta en la cual mover el mando con la dirección en la cual hacía girar a la motocicleta. La interpretación es algo esencial, pero no debe confundirse con la comprensión.

MEMORIA MEDIANTE EXPLICACIÓN

Ahora llegamos a una forma diferente y más potente de la **memoria interna: la comprensión**. Las personas son seres explicativos, como ya mostré en el capítulo 2. **Las explicaciones y las intepretaciones de los acontecimientos son fundamentales para la actuación humana, tanto en la comprensión del mundo como en el aprendizaje y el recuerdo.** En este aspecto, **los modelos mentales desempeñan un papel importante.** Los modelos mentales **simplifican el aprendizaje**, debido en parte a que los detalles del comportamiento necesario se pueden derivar cuando se necesitan. Pueden ser inapreciables para hacer frente a situaciones imprevistas. Obsérvese que el empleo de modelos mentales para recordar (en este caso, para obtener) el comportamiento no es lo ideal para tareas que deban realizarse rápida y fácilmente. La obtención lleva tiempo y exige recursos mentales, y es posible que no se disponga de ninguna de esas cosas en casos de incidentes críticos. **Los modelos mentales permiten a la gente obtener el comportamiento adecuado para situaciones que no se recuerdan (o con las cuales nunca se ha tropezado antes).** Es probable que la gente construya modelos mentales de la mayor parte de las cosas que hace. Por eso **los diseñadores deben facilitar a los usuarios unos modelos adecuados; cuando no se facilitan, es probable que la gente utilice unos modelos inadecuados**¹⁵.

La máquina de coser constituye un buen ejemplo de la fuerza de un modelo mental. Una máquina de coser es un animal misterioso, que logra enhebrar el hilo alto pasando por otro más bajo, aunque cada uno de ellos siempre está conectado a su carrete o su bobina, respectivamente. El modelo mental tiene que explicar cómo es que el hilo de arriba pasa por el material que se está cosiendo, se hunde bajo la placa del tablero y después se vuelve a enhebrar abajo.

Resulta que el modelo adecuado es algo como lo que sigue: véase la bobina de abajo sostenida suavemente en la máquina por una especie de taza de lados curvados. La taza mantiene estable la bobina y le permite rolar de forma que se pueda rebobinar el hilo. Pero la taza está lo bastante suelta para que el hilo de arriba pueda entrar en la taza y enrollarse en la bobina, y en consecuencia en torno al hilo de abajo. Cuando la aguja de arriba pasa por el material y bajo la taza, un garfio giratorio ase el hilo y lo guía entre la parte inferior de la taza y la exterior de la caja de la bobina. Ello sirve para explicar por qué la máquina no funciona bien si la bobina

está deformada, aunque parezca estar bien y el hilo de abajo se desenrolle bien. Explica por qué si hay suciedad en la bobina o en la laza todo se enreda y por qué algunos tipos de hilo para la parte de arriba pueden causar más problemas que otros (un hilo superior grueso, especialmente si es rugoso o pegajoso, no podría enrollarse fácilmente en torno a la bobina).

Para hablar con franqueza, no sé si todo lo que he dicho acerca de los fallos de las bobinas es correcto. He derivado cada ejemplo de mi modelo mental de una máquina de coser. Yo no sé coser. Pero cuando Naomi Miyake hizo la investigación para su tesis doctoral en mi laboratorio, estudió la forma en que la gente comprendía la costura y las máquinas. El resultado fue doble: una magnífica investigación por su parte y un modelo mental por la mía. De forma que ahora puedo derivar lo que ocurriría, aunque nunca me haya ocurrido a mí.

La fuerza de los modelos mentales reside en que le permiten a uno imaginar lo que ocurriría en situaciones nuevas. O, si de hecho está uno realizando una tarea y se plantea un problema, le permiten a uno entender lo que está pasando. Si el modelo es equivocado, entonces uno también se equivoca, ¿tengo razón en lo que digo acerca de la máquina de coser? Decida usted: vaya en busca de una.

Cuando se corrió la noticia de que yo andaba reuniendo ejemplos de peculiaridades de diseño, un amigo me dijo lo siguiente acerca del techo corredizo de su nuevo coche, un Audi. En principio, si no está conectado el encendido, no se puede mover el techo. Sin embargo, un mecánico explicó que se puede cerrar el techo aunque no esté la llave en el encendido si se ponen las luces y después: 1) se echa hacia atrás el intermitente (lo cual normalmente pone las luces largas) y 2) se pulsa el mando del techo móvil.

Mi amigo dijo que Audi había tenido una buena idea al crear esa alternativa a la llave del encendido en el caso de que estuviera abierto el techo cuando empezara a llover. Se podía cerrar aunque no se tuviera la llave. Pero ambos nos preguntamos por qué era tan extraña aquella secuencia.

Escéptico como siempre, pedí que me enseñara el manual del coche. El manual era explícito: «no se puede correr el techo si no está la llave en el encendido». En el comentario acerca de las ventanillas automáticas figuraba la misma explicación. El modelo mental de mi amigo era funcional: explicaba por qué querría uno disponer de esa posibilidad, pero no cómo funcionaba. Si ese elemento era tan deseable, ¿por qué no se mencionaba en el manual?

Buscamos otra explicación. Quizá no constituyera un elemento del diseño, después

de todo. Quizá fuera algo accidental. Quizó al encender las luces y girar el mando se conectaba la electricidad del coche, aunque la llave del encendido no estuviera puesta. Ello permitiría que funcionara el techo corredizo, pero únicamente como producto secundario de la forma en que estaban cableados los faros.

Este modelo era más específico. Explicaba lo que ocurría y nos permitía predecir que todos los elementos eléctricos deberían funcionar. Entonces lo comprobamos. Al apretar el mando de las luces sin encender el coche no se encendían los faros principales, sólo los de aparcamiento. Pero cuando también se manejaba el intermitente, los faros principales se encendían, aunque la llave no estaba en el encendido. Si se tiraba del segundo mando, el techo corredizo se podía abrir o cerrar. Las ventanas se abrían y se cerraban. El ventilador del sistema de calefacción funcionaba. La radio también. Se trataba de un modelo mental eficaz- Ahora podíamos comprender mejor lo que ocurría, predecir nuevos resultados y recordar con más facilidad el extraño conjunto de operaciones necesarias para la tarea.

La memoria también es conocimiento que se halla en el mundo

Como ya hemos visto, el conocimiento que se halla en el mundo, el conocimiento externo, puede ser muy apreciable. Pero también tiene sus problemas. Para empezar, sólo está disponible cuando se halla uno allí, en la situación adecuada. Cuando se halla uno en otro lugar, o si entre tanto ha cambiado el mundo, el conocimiento desaparece. Los elementos auxiliares críticos de la memoria que aporta la información externa no se hallan presentes, de forma que quizá no se recuerde la tarea o la cosa. Hay un dicho que representa esta situación: «*Ojos que no ven, corazón que no siente*».

RECORDATORIOS

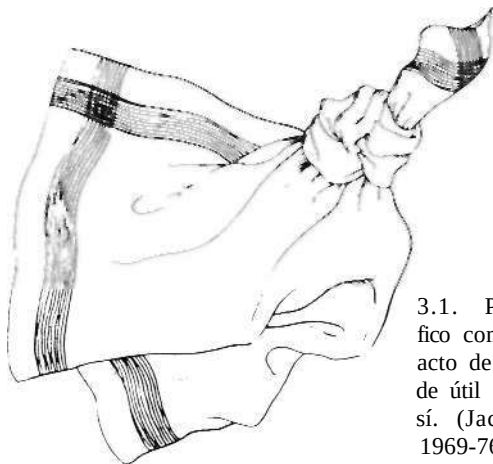
Uno de los aspectos más importantes e interesantes de la función de la memoria externa es el de los recordatorios, que constituyen un buen ejemplo de la interrelación entre el conocimiento que se halla en la cabeza y el que se halla en el mundo. Supongamos que una familia vecina le pide a uno que la lleve al aeropuerto. Se ponen de acuerdo para que uno los

lleve el sábado siguiente a las 15.30 horas. Ahora el conocimiento se halla en la cabeza, pero, ¿cómo va uno a recordarlo a la hora necesaria? Necesitará algo que se lo recuerde. Existen muchas estrategias para recordar. Una consiste sencillamente en mantener la información en la cabeza. Si se trata de algo lo bastante importante, puede uno contar con que le vendrá a la cabeza reiteradas veces —lo que los psicólogos califican de ensayo—, de forma que puede uno limitarse a suponer que no habrá ninguna dificultad para recordar cuándo tiene que salir el sábado. Puede mantener la información en la cabeza, especialmente cuando se trata de algo de gran importancia personal: por ejemplo, que alguien toma el avión para hacer el primer viaje de su vida a París. No le costará ningún trabajo recordarlo. Pero, por lo general, el mantener el conocimiento en la cabeza no es una buena técnica para recordar.

Supongamos que se trata de algo que no tiene importancia personal, para lo que faltan varios días, y que lleva uno una vida muy ocupada. Entonces, es mejor traspasar parte de la carga del recuerdo al mundo externo. En esos casos es cuando se utilizan notas, o agendas de bolsillo o de mesa, o relojes electrónicos cuya alarma se puede poner para el día y la fecha. O puede uno pedirle a un amigo que se lo recuerde. Quienes tienen secretarías traspasan la carga a éstas. Ellas, a su vez, redactan notas, apuntan el caso en agendas o ponen una alarma en el ordenador (si está lo bastante bien diseñado como para que puedan imaginarse la forma de hacerlo). Un buen método de recordatorio consiste en atribuir la carga a la propia cosa. ¿Mis vecinos quieren que los lleve al aeropuerto? Estupendo, pero tendrá que telefonarme la noche antes y recordármelo. ¿Quiero recordar que tengo que llevar un libro a la universidad para dárselo a un colega? Pongo el libro en un sitio donde no puedo dejar de verlo al salir de casa. Un buen sitio es delante de la puerta principal. No puedo salir sin tropezar con el libro. Estoy en casa de un amigo y pido prestado un documento o un libro, y para recordar que tengo que llevármelo, le pongo las llaves del coche encima. Después, al salir, lo recuerdo. Aunque se me olvide y salga al coche no puedo irme sin las llaves.

Los recordatorios tienen dos aspectos diferentes: la señal y el mensaje. Igual que al realizar un acto podemos distinguir entre saber lo que se puede hacer y saber cómo hacerlo, para recordar hemos de distinguir entre saber que es necesario recordar algo y recordar de qué se trata. Los mecanismos de recordatorio más populares no aportan

sino uno de esos dos aspectos críticos. Cosas muy populares como «ponerse el anillo del revés» en el dedo no apartan sino la señal. No dan una pista de que' es lo que se ha de recordar. El redactar una nota no aporta sino el mensaje, no recuerda a uno que tiene que mirarlo (el hacer un nudo en el pañuelo —el artefacto de Carelman en la figura 3.1— no aporta ni señal ni mensaje). **El recordatorio ideal debe tener ambos componentes: la señal de que hay algo que recordar y el mensaje de en que' consiste.**



3.1. Pañuelo preanudado de Carelman. Magnífico como ayuda para los olvidadizos, salvo que el acto de atar el pañuelo resulta probablemente igual de útil como pista para la memoria que el nudo en sí. (Jacques Carelman: «Pañuelo preanudado» ® 1969-76-80 Jacques Carelman y ADAGP. París. De Jacques Carelman *Objetos imposibles*, Balland. París-Francia. Utilizado con autorización del artista.)

La necesidad de contar con recordatorios adecuados ha creado montones de productos que facilitan poner el conocimiento en el mundo: despertadores, agendas, calendarios. Están empezando a aparecer toda una serie de relojes complicados y de pequeños mecanismos de recordatorio del tamaño de una calculadora. Hasta ahora tienen una capacidad limitada y son difíciles de utilizar. Pero a mí me parecen necesarios. Sencillamente, necesitan que se les dedique más trabajo, se introduzca una tecnología mejor y se diseñen mejor.

¿No le gustaría a usted disponer de un aparato de bolsillo que le recordase cada cita que tiene y todo lo que ha de hacer en el día? A mí sí. Estoy esperando a que llegue el día en que los ordenadores portátiles resulten lo bastante pequeños para llevar siempre uno encima. Desde luego, lo cargaré con todos mis recordatorios. Tiene que

ser pequeño. Tiene que ser cómodo de usar. Y tiene que disponer de una cierta potencia, al menos para las normas actuales. Necesitaría un teclado completo de escribir y una pantalla bastante grande. También un buen sistema de grajismo, porque eso resulta muy importante en cuanto a capacidad de uso, además de mucha memoria: de hecho, una memoria enorme. Y tendría que ser fácil de enchufar al teléfono. Necesitaría conectarlo a mis ordenadores, en casa y en el laboratorio. Naturalmente, debería ser relativamente barato.

Lo que estoy pidiendo no es irracional. La tecnología que necesito ya está disponible hoy. Sencillamente, es que todavía nadie la ha organizado con ese objetivo, debido en parte a que en el mundo actual su costo sería prohibitivo. Pero existirá en forma imperfecta dentro de cinco años, y quizá en forma perfecta dentro de diez.

TOPOGRAFÍAS NATURALES

La disposición de los quemadores y los mandos en las cocinas aporta un buen ejemplo de la capacidad de las topografías naturales para reducir la necesidad de información en la memoria. Sin una buena topografía, el usuario no puede determinar con facilidad qué quemador corresponde a cada mando. Veamos la cocina normal de cuatro quemadores, organizados en el rectángulo tradicional. Si los cuatro mandos fueran verdaderamente arbitrarios, como en la figura 3.2, el usuario tendría que aprender cada mando por separado: 24 disposiciones posibles. ¿Por qué 24? Empecemos con el mando más a la izquierda: podría activar cualquiera de los cuatro quemadores. Eso deja tres posibilidades para el siguiente a su izquierda. Entonces quedan 12 (4×3) disposiciones posibles de los dos mandos primeros: cuatro para el primero y tres para el segundo. El tercer mando podría activar cualquiera de los dos quemadores restantes, y después sólo queda un quemador para el último mando. Ello significa que existen 24 topografías posibles entre los mandos y los quemadores: $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$. Con una disposición totalmente arbitraria, la cocina es inviable salvo que cada mando tenga un letrero que indique cuál es el quemador que controla.

La mayor parte de las cocinas tienen los mandos organizados en línea, aunque los quemadores están dispuestos en forma rectangular. Los mandos no tienen una topografía natural con respecto a los quemadores. El resultado es que es necesario aprender qué mando corresponde a qué

quemador. Veamos cómo puede el uso de analogías espaciales aliviar la carga de la memoria. Empecemos con una topografía parcial bastante frecuente hoy día: los mandos están segregados en dos mitades a derecha e izquierda, como ocurre en la figura 3.3. Ahora sólo necesitamos saber qué quemador de la izquierda funciona con cada uno de los dos mandos de la izquierda, y a qué quemador de la derecha afecta cada mando de la derecha: dos posibilidades respecto de cada uno de los cuatro quemadores. El número de disposiciones posibles se ha reducido a cuatro: dos posibilidades en cada lado, o sea, toda una reducción en comparación con las 24. Pero los mandos siguen necesitando un letrero, lo cual indica que la topografía sigue siendo imperfecta. Como parte de la información se halla ahora en la disposición espacial, cada mando necesita sólo un letrero que indique si corresponde al quemador de delante o al de detrás; los letreros de derecha e izquierda ya no hacen falta.

¿Qué decir de una topografía completa, natural e idónea, con los mandos dispuestos especialmente del mismo modo que los quemadores, como ocurre en el caso de la figura 3.4? Ahora, la organización de los mandos contiene toda la información necesaria. Sabemos inmediatamente qué mando corresponde a cada quemador. La topografía natural tiene toda esa capacidad. Vemos que el número de secuencias posibles ha sido reducido de veinticuatro a una¹⁶. Sí en nuestras vidas se aplicarían todas las topografías naturales posibles, el efecto acumulativo sería enorme.

Puede que el problema de la disposición de las cocinas parezca trivial, pero de hecho, es causa de gran frustración para muchas de las personas que las utilizan. ¿Por qué insisten los diseñadores de cocinas en disponer los quemadores de forma rectangular y los mandos en fila? Hace ya 40 años que sabemos lo malo que es ese sistema. A veces, la cocina tiene unos diagramas muy astutos que indican qué mando activa cada quemador. A veces, hay un breve letrero. Pero la topografía natural idónea no necesita diagramas ni letreros ni instrucciones. En este caso está al acecho un principio sencillo del diseño:

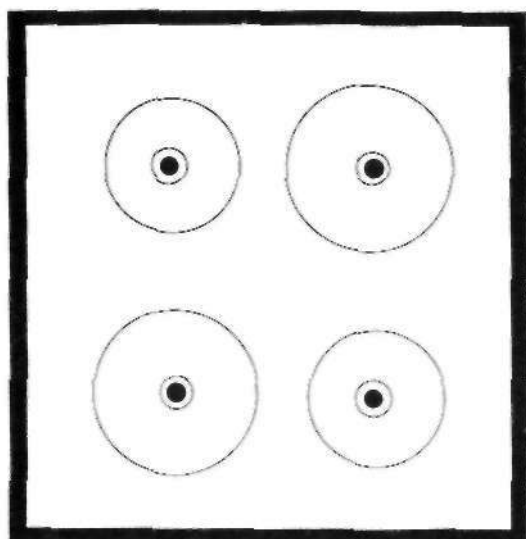
Si un diseño depende de los letreros, es posible que sea malo. Los letreros son importantes. \ a menudo necesarios, pero un buen uso de las topografías naturales puede reducir al mínimo la necesidad de ellos. Siempre que parecen necesarios letreros, hay que considerar la posibilidad de diseñar de otra forma.

Lo que da pena del diseño de las cocinas es que no resulta tan difícil hacerlo bien. Tanto los libros de texto sobre ergonomía como los factores humanos, la psicología y la ingeniería industrial muestran diversas soluciones sensatas. Y algunos fabricantes de cocina utilizan buenos diseños. Resulta extraño que tanto algunos de los mejores como algunos de los peores los fabriquen las mismas empresas y aparezcan juntos en los mismos catálogos.

¿Por que insisten los diseñadores en frustrar a los usuarios? ¿Por qué siguen los usuarios comprando cocinas que causan tantos problemas? ¿Por qué no rebelarse y negarse a comprarlas si los mandos no tienen una relación inteligente con los quemadores? Yo también he comprado una que era mala.

En el proceso de compra muchas veces no se considera que la capacidad de uso sea un criterio. Además, salvo que de hecho se sometan a prueba varias unidades en un medio realista y en la realización de tareas típicas, no es probable que advierta uno la facilidad o dificultad de uso. Si no se hace más que mirarlo, parece lo bastante sencillo, y todo ese sistema de elementos maravillosos parece constituir una virtud. Quizá no se advierta que no podrá uno imaginarse cómo utiliza" esos elementos. Yo exhorto a que se verifiquen los productos antes de comprarlos. Basta con hacer como que se está preparando una comida, o eligiendo los canales en un vídeo, o tratando de programar un VCR. Hay que hacerlo en la propia tienda. Sin miedo a cometer un error o a hacer preguntas absurdas. Recuérdese que cualquier problema con el que se tropiece es probablemente culpa del diseño, y no de uno mismo.

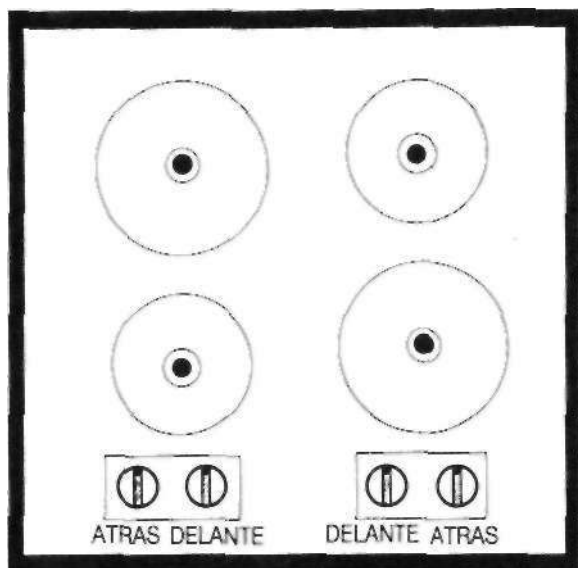
Un problema importante es que a menudo el comprador no es el usuario. Muchas veces, cuando alguien se muda a una casa es probable que ésta tenga ya muchos electrodomésticos. En la oficina, el departamento de compras encarga equipo conforme a factores como el precio, las relaciones personales con el proveedor y quizá ¡afabilidad: raras veces se tiene en cuenta la capacidad de uso. Por último, incluso cuando el comprador es el usuario final, a veces resulta necesario aceptar un elemento no deseable a cambio de otro deseable. En el caso de la cocina de mi casa, no nos gustó la disposición de los mandos, pero de todos modos compramos la cocina: aceptamos la disposición de los mandos de los quemadores a cambio de otro elemento que nos parecía más importante y que sólo nos ofrecía un fabricante (en el capítulo 6 volveré a tratar de estos aspectos).

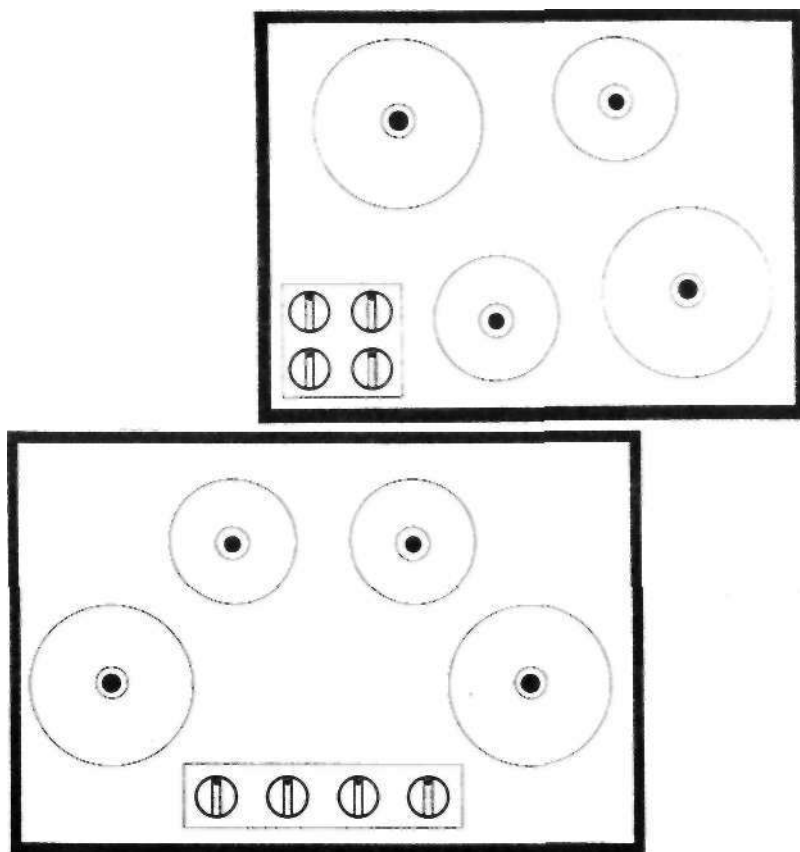






 Atrás Delante Atrás Delante
 Derecha Izquierda Izquierda Derecha





3.2 Disposición arbitraria de mandos de una cocina (página 102 arriba). Compárese la disposición rectangular habitual de los quemadores con esta fila arbitraria de mandos y surgen los problemas: ¿qué mando corresponde a cada quemador? No se sabe, salvo que lleven un letrero. La carga para la memoria que impone esta disposición es grande: hay 24 disposiciones posibles, y es necesario recordar cuál de ellas es la adecuada. Afortunadamente, los mandos no suelen estar dispuestos de forma tan arbitraria.

3.3 Mandos apareados de cocina (página 102 abajo). Este es el tipo de topografía parcial de mandos de quemadores más frecuente hoy día. Los dos mandos de la izquierda activan los quemadores de la izquierda, y los dos mandos de la derecha los quemadores de la derecha. Ahora existen sólo cuatro disposiciones posibles (dos a cada lado). Incluso así, es posible la confusión (y puedo asegurar que ocurre a menudo).

3.4 Topografía natural completa de mandos y quemadores (abajo). Dos de las formas posibles. No existe ambigüedad, no hace falta aprender ni recordar, no hacen falta letreros. ¿Por qué no pueden ser así todas las cocinas?

La compensación entre el conocimiento en el mundo y el conocimiento en la cabeza

El conocimiento (o la información) que se halla en el mundo y el que se halla en la cabeza son esenciales para nuestro funcionamiento cotidiano. Pero, hasta cierto punto, podemos escoger entre recurrir más a uno que a otro. Esa opción exige una **compensación: el obtener las ventajas del conocimiento en el mundo significa perder las ventajas del conocimiento en la cabeza** (figura 3.5).

3.5. Compensaciones

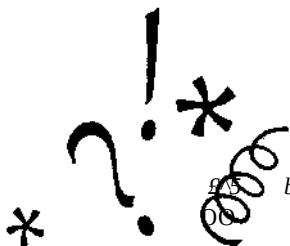
Propiedad	Conocimiento en el mundo	Conocimiento en la cabeza
Recuperabilidad	Recuperable siempre que este visible o audible.	No es fácil de recuperar. Kxige la búsqueda en la memoria o un recordatorio.
Aprendizaje	No hace falta aprendizaje. La interpretación sustituye al aprendizaje. La facilidad con que se puede interpretar la información en el mundo depende de lo bien que explote las topografías y las limitaciones naturales.	Exige un aprendizaje que puede ser considerable. El aprendizaje se facilita si el material contiene un significado de estructura (o si existe un buen modelo mental).
Eficiencia de uso	Tiende a verse trenada por la necesidad de encontrar e interpretar la información externa.	Puede ser muy eficiente.
Facilidad de uso en el primer encuentro	Mucha.	Poca.
Estética	Puede ser antiestético e inelegante, en especial si existe la necesidad de retener mucha información. Ello puede llevar al desorden. A fin de cuentas, el atractivo estético depende de la destreza del diseñador.	No hace falta que haya nada visible, lo cual da más libertad al diseñador, y a su vez puede llevar a una mayor estética.

El conocimiento en el mundo actúa como su propio recordatorio. Puede ayudarnos a recuperar estructuras que de otro modo olvidaríamos. El conocimiento en la cabeza es eficiente. No hace falta una búsqueda ni una interpretación del entorno. A fin de utilizar el conocimiento en la cabeza,

tenemos que introducirlo en ella, lo cual puede exigir unas cantidades considerables de aprendizaje. El conocimiento en el mundo es más fácil de aprender, pero a menudo más difícil de utilizar. Y se basa mucho en la presencia física permanente de la información; si se cambia el entorno, se cambia la información. El funcionamiento depende de la presencia física del entorno de la tarea.

Los recordatorios constituyen un buen ejemplo de las compensaciones relativas entre las funciones del conocimiento interno frente a las del externo. El conocimiento en el mundo es accesible. Es autorrecordatorio. Siempre está ahí, esperando a que alguien lo vea, alguien lo utilice. Por eso estructuramos nuestras oficinas y nuestros lugares de trabajo con tanto cuidado. Ponemos montones de papeles donde se pueden ver, o si nos gusta tener la mesa de trabajo despejada, los colocamos en un lugar fijo y nos autoenseñamos (conocimiento en la cabeza) a buscar rutinariamente en esos lugares fijos. Utilizamos relojes de pared, agendas y notas. El conocimiento en la cabeza es efímero: un momento existe y al siguiente desaparece. No podemos contar con que algo esté presente *in mente* en cualquier momento dado, salvo que de forma deliberada lo mantegamos presente mediante una repetición constante (lo cual, entonces, nos impide tener otros pensamientos conscientes). Ojos que no ven, corazón que no siente ¹⁷.

SABER QUE HACER



«Pregunta. He visto en el periódico una noticia sobre un nuevo aparato de vídeo y me he alegrado mucho al ver cómo el redactor criticaba agriamente las instrucciones incomprensibles que suelen acompañar a los vídeos. ¡En el mío no sé ni siquiera cómo poner la hora!

Hay por ahí muchos consumidores iguales que yo: frustrados por una máquina incomprensible y confundidos por unas instrucciones insensatas.

¿Hay alguien, donde sea, que esté dispuesto a traducir o a dar un cursillo sobre los VCR a nivel de escuela elemental?» '

Las grabadoras de vídeo —VCR— pueden resultar temibles para quienes no estén familiarizados con ellas. De hecho, la variedad de opciones, botones, mandos, paneles y posible rumbos de acción es enorme. Pero, por lo menos, cuando tenemos problemas con el funcionamiento de un VCR, tenemos algo a lo que echar la culpa: el confuso sistema de mandos de la máquina y la falta de indicaciones que sugieran lo que se puede hacer y cómo hacerlo. Pero todavía más frustrante es que a menudo tenemos problemas con mecanismos que aparentemente son sencillos.

La dificultad de hacer frente a situaciones nuevas guarda relación directa con el número de posibilidades. El usuario contempla la situación y trata de descubrir qué partes se pueden activar y qué operaciones se pueden realizar. Los problemas se plantean cuando existe más de una posibilidad. Si sólo hay una parte que se puede activar y sólo un posible acto que realizar, entonces no habrá dificultades. Naturalmente, si el diseñador se ha pasado de listo y ha ocultado todas las pistas visibles, el usuario puede creer que no existen opciones y no saber ni siquiera por dónde empezar.

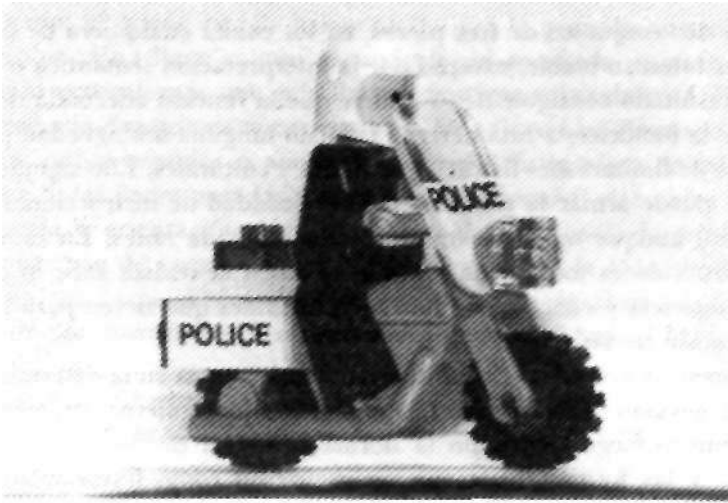
Cuando nos encontramos con un objeto nuevo, ¿cómo podemos saber qué hacer con él? O bien hemos visto algo parecido en el pasado y tras pasamos los conocimientos antiguos al nuevo objeto, o nos procuramos instrucciones. En tales casos, la información que necesitamos se halla en la cabeza. Otro enfoque consiste en utilizar la información que se halla en el mundo, en especial si el diseño del nuevo objeto nos ha aportado una información que se puede interpretar.

¿Cómo puede señalar el diseño los actos posibles? Para responder a esa pregunta partimos de los principios comentados en el capítulo 3. **Un conjunto importante de señales procede de las limitaciones naturales de los objetos, limitaciones físicas que reducen el número de cosas que es posible hacer.** Otro conjunto de señales procede de las prestaciones de los objetos, que comunican mensajes acerca de sus posibles usos, actos y funciones. Una placa lisa es para empujar, un contenedor vacío es para llenar, etc. **Las prestaciones pueden señalar cómo se puede mover un objeto, lo que soportará y si hay algo que encaje en sus huecos, por encima de él o por debajo de él.** ¿Por dónde lo agarramos, qué partes son movibles y qué partes son fijas? **Las prestaciones sugieren la gama de posibilidades y las limitaciones reducen el número de opciones.** El empleo bien pensado de las prestaciones y las limitaciones conjuntamente en el diseño permite al usuario **determinar fácilmente el rumbo adecuado de acción**, incluso en una situación nueva.

Una clasificación de las limitaciones cotidianas

A fin de comprender mejor el funcionamiento de las limitaciones, realicé algunos experimentos. Pedí a varias personas que montaran cosas a partir de unas piezas que se les daban; nunca habían visto la estructura acabada, y ni siquiera se les decía lo que debían construir². Permítaseme utilizar como demostración uno de los ejemplos: montar una motocicleta a partir de un juego Lego (que es un juguete de armar para niños).

La **motocicleta Lego** (figura 4.1) es un juguete sencillo formado por 13 piezas, algunas de ellas bastante especializadas. De las **13 piezas, sólo dos son iguales**: los rectángulos que llevan escrita la palabra *pólíce*. Otra pieza es un rectángulo negro del mismo tamaño. **Otras tres piezas tienen la misma forma y el mismo tamaño, pero son de colores diferentes.** De forma



4.1. Motocicleta Lego. La figura muestra la motocicleta montada y en pedazos. Las trece piezas están construidas de forma tan inteligente que incluso un adulto puede montarlas correctamente. El diseño explota las limitaciones a fin de especificar exactamente que piezas encajen dónde. Las limitaciones físicas limitan las posibles colocaciones. Las limitaciones semánticas y culturales aportan las pistas necesarias para otras decisiones. Por ejemplo, las limitaciones semánticas impiden al usuario colocar la cabeza del revés sobre el cuerpo, y las limitaciones culturales dictan la colocación de los tres faros (los rectángulos pequeños, que son de color rojo, azul y amarillo).



que hay dos conjuntos de tres piezas, en los cuales cualquiera de las tres piezas es intercambiable, excepto por la interpretación semántica o cultural del resultado consiguiente. Y ocurre que **la función adecuada de cada pieza de la motocicleta está determinada sin ninguna ambigüedad por un conjunto de limitaciones físicas, semánticas y culturales**. Ello significa que **la gente puede armar la motocicleta sin necesidad de instrucciones** ni de asistencia, aunque nunca la hubiera visto montada antes. En este caso, **la construcción es totalmente natural**, si quien la realiza sabe lo que es una motocicleta y conoce los supuestos culturales que sirven para limitar la colocación de las piezas.

Las prestaciones de las piezas tuvieron importancia en la determinación de cómo encajan exactamente. Los cilindros y los agujeros característicos de los juegos Lego sugirieron la norma principal de construcción. **Los tamaños y las formas de las piezas sugirieron cómo funcionaban**. **Las limitaciones físicas sirvieron para reducir el número de piezas que encajaban entre sí**. También funcionaron **otros tipos de limitaciones**; en total, cuatro tipos diferentes de limitaciones: **físicas, semánticas, culturales y lógicas**. Aparentemente, esas clases son universales y aparecen en una gran variedad de situaciones, además de ser suficientes.

LIMITACIONES FÍSICAS

Las limitaciones físicas reducen el número de operaciones posibles. Así, **es imposible introducir una pieza grande en un agujero pequeño**. El parabrisas de la motocicleta sólo puede encajar en un lugar, con sólo una orientación. **El valor de las limitaciones físicas reside en que para su funcionamiento se basan en las propiedades del mundo físico; no hace falta una formación especial**. Si se utilizan bien las limitaciones físicas, sólo debe existir un número limitado de actos posibles, o, por lo menos, puede hacerse que los actos deseables resulten evidentes, debido sobre todo a que están clarísimos.

Las limitaciones físicas resultan más eficaces y útiles si son fáciles de ver y de interpretar, pues entonces el conjunto de actos está limitado antes de que se haya hecho nada. **De lo contrario, la limitación física no impide que el acto erróneo tenga éxito hasta después de que se haya intentado**. En algunas ocasiones, el parabrisas Lego se intentó primero en el sentido

equivocado; el diseño podría haber hecho que la posición correcta fuera más visible. Una llave común y corriente no se puede insertar en una cerradura vertical, más que si la llave se sostiene verticalmente. Pero ello sigue dejando dos orientaciones posibles. Una llave bien diseñada funcionará en ambos sentidos o aportará una señal física clara de cuál es el correcto. Si las llaves para las puertas de un automóvil están bien hechas, no importa la orientación. Una llave de coche mal diseñada puede constituir una más de tantas pequeñas frustraciones de la vida cotidiana; y quizá no tan pequeña cuando está uno tratando de abrir un coche en medio de una tormenta con un montón de paquetes bajo el brazo.

LIMITACIONES SEMÁNTICAS

Las limitaciones semánticas remiten al significado de la situación para controlar el conjunto de los actos posibles. En el caso de la motocicleta, sólo existe un lugar lógico para el conductor, que debe sentarse mirando hacia adelante. El objetivo del parabrisas es proteger el rostro del conductor, de modo que el parabrisas debe estar siempre delante de aquél. Las limitaciones semánticas remiten a nuestro conocimiento de la situación y del mundo. Ese conocimiento puede constituir una pista importante y muy significativa.

LIMITACIONES CULTURALES

Algunas limitaciones remiten a las convenciones culturales aceptadas, aunque no afecten al funcionamiento físico o semántico del artefacto. Una convención cultural es la de que las señales están ahí para que se lean; en el caso de la motocicleta, las piezas en las que está escrita la palabra *pólize* tienen que estar colocadas del derecho. Las limitaciones culturales determinan la situación de los tres faros, que por lo demás son físicamente intercambiables. El rojo es el color definido culturalmente como normal para indicar una parada, y va en el lado de atrás. El blanco o el amarillo (en algunos países de Europa) es el color normal de los faros, que se colocan delante. Y los vehículos de la policía suelen tener una luz azul intermitente en el lado de arriba.

Cada cultura tiene un conjunto de actos que son considerados permisibles para las situaciones sociales. Así, sabemos cómo hemos de comportarnos en un restaurante, aunque estemos en uno en el que nunca hayamos estado antes. Así es como logramos arreglárnoslas cuando nuestro anfitrión nos deja solos en una habitación desconocida, o cuando estamos en una fiesta desconocida, donde no hay más que desconocidos. Y por eso a veces nos sentimos frustrados, e incluso nos sentimos incapaces de actuar, cuando nos encontramos en un restaurante con un grupo de personas de una cultura desconocida, donde nuestro comportamiento aceptado normalmente es evidentemente inadecuado y criticable. Las cuestiones culturales se hallan en la raíz de muchos de los problemas con los que tropezamos frente a máquinas nuevas. Todavía no existen convenciones ni costumbres aceptadas para actuar con esas máquinas.

Quienes estudiamos esas cosas creemos que las directrices del comportamiento cultural están representadas en la mente mediante esquemas, estructuras de conocimiento que contienen las normas y la información generales necesarias para interpretar las situaciones y para orientar el comportamiento. En algunas situaciones estereotipadas (por ejemplo en un restaurante), los esquemas pueden resultar muy especializados. Los científicos del conocimiento Roger Schank y Bob Abelson han propuesto que en esos casos sigamos «guiones» que pueden orientar la secuencia de comportamiento. El sociólogo Ervin Goffman califica de marcos a las limitaciones sociales sobre el comportamiento aceptable y demuestra cómo rigen el comportamiento, incluso en los casos en los que una determinada persona se halla en una situación o en una cultura nuevas. El peligro se cierne sobre quienes violan deliberadamente los marcos de una cultura³.

La próxima vez que suba usted a un ascensor, póngase de espaldas a la puerta. Mire a los desconocidos que suben en el mismo ascensor y sonría. O haga una mueca. O diga «hola». O diga: «¿Se siente usted bien? No tiene buen aspecto». Acerquese usted al primero que pase a su lado y dele algún dinero. Diga algo así como: «Hace usted que me sienta bien, de forma que tenga algo de dinero». En un autobús o en un tranvía, ceda el asiento al primer adolescente de aspecto atlético que vea. Eso resulta especialmente eficaz si quien lo hace es un anciano, una mujer embarazada o un minus válido.

LIMITACIONES LÓGICAS

En el caso de la motocicleta, la lógica dictaba que se utilizaran todas las piezas, sin que existiera ninguna laguna en el producto acabado. Las tres luces de la motocicleta Lego plantearon un problema especial para muchos. Podían aprovecharse de la limitación cultural para imaginarse por qué la luz roja era la del freno y debía ir atrás, por qué la luz amarilla correspondía al faro y debía ir delante, pero, ¿qué hacer con la azul? Mucha gente no disponía de la información cultural o semántica que la ayudaría a colocar el faro azul. En su caso, la lógica aportaba la respuesta: no quedaba más que una pieza y por lo tanto un sitio donde ponerla. La luz azul contenía una limitación lógica.

Las topografías naturales funcionan porque aportan limitaciones lógicas. En este caso no existen principios físicos ni culturales; más bien, existe una relación lógica entre la disposición espacial o funcional de los componentes y las cosas a la que éstos afectan o por las que se ven afectados. Si dos interruptores controlan dos luces, el de la izquierda debe activar la de la izquierda y el de la derecha la de la derecha. Si las luces están montadas en un sentido y los interruptores en otro, la topografía natural queda destruida. Si dos indicadores reflejan el estado de dos partes diferentes de un sistema, la colocación y el funcionamiento de los indicadores debería guardar una relación natural con la distribución espacial o funcional del sistema. Pero, por desgracia, no se suelen explotar las topografías naturales.

La aplicación de las prestaciones a los objetos cotidianos

Las características de las prestaciones y las limitaciones se pueden aplicar al diseño de objetos cotidianos, lo cual simplifica mucho nuestros encuentros con ellos. Las puertas y los interruptores constituyen ejemplos interesantes, pues un diseño mal realizado causa problemas innecesarios a las personas que se sirven de él. Sin embargo, los problemas corrientes tienen soluciones sencillas, que explotan las prestaciones y las limitaciones naturales.

EL PROBLEMA DE LAS PUERTAS

En el capítulo 1 vimos el triste caso de mi amigo que quedó atrapado entre dos series de puertas de vidrio en una oficina de correos, atrapado porque no existían pistas acerca del funcionamiento de las puertas. Al llegar a una puerta, tenemos que encontrar tanto la parte que se abre como la parte que se debe manipular; dicho en otros términos, **tenemos que imaginar qué hacer y dónde hacerlo**. Esperamos **encontrar algún indicio visible de cuál es la operación correcta**: una placa, una extensión, un pomo, una depresión: algo que permite a la mano localizar, asir, girar o encajar. **Eso nos dice dónde actuar**. El siguiente paso consiste en **imaginar cómo**: hemos de determinar qué operaciones están permitidas, en parte mediante el uso de las prestaciones y en parte mediante **la orientación de las limitaciones**.

Las puertas son increíblemente diversas. Algunas no se abren más que si se pulsa un botón, y algunas parecen no abrirse en absoluto, pues no tienen botones, placas ni ningún indicio de su funcionamiento. La puerta podría abrirse mediante un pedal. O quizá actúa al oír una voz, y hemos de decir la palabra mágica («¡Ábrete Sésamo!»). Además, algunas puertas tienen letreros: tire, empuje, deslice, llame al timbre, inserte la tarjeta, escriba la consigna, sonría, gire, inclínese, baile, o, quizá, pregunte. Por algún motivo, **cuando un dispositivo tan sencillo como una puerta, exige un manual de instrucciones —aunque sea un manual de una sola palabra—, entonces es un fracaso, está mal diseñado**.

Las apariencias engañan. He visto a gente que tropezaba y se caía cuando trataba de abrir de un empujón una puerta que funcionaba automáticamente, pues la puerta se abría hacia adentro justo cuando esa gente intentaba empujarla. En casi todos los metros, las puertas se abren automáticamente en cada estación. Pero no ocurre así en París. En el metro de París he visto a gente que trataba de bajarse del tren y no lo lograba. Cuando el tren llegaba a la estación, se levantaba y se quedaba muy paciente delante de la puerta, esperando a que se abriera. No se abría. El tren volvía a ponerse en marcha hacia la estación siguiente. En el metro de París uno tiene que abrir las puertas impulsando un botón, o dándole a una palanca, o haciéndolas deslizar (según el tipo de vagón en el que se encuentre uno).

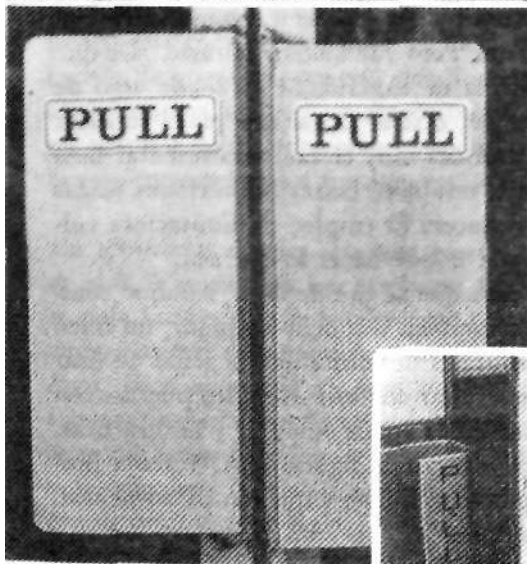
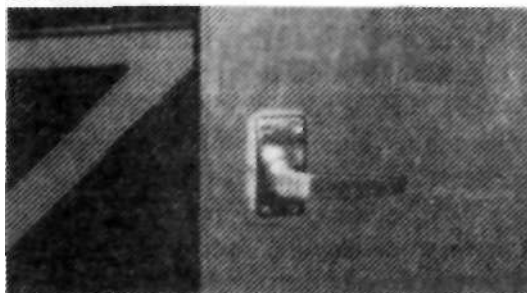
Veamos los adminículos que tiene una puerta no cerrada con llave. No

tiene por qué consistir en piezas móviles. Puede tratarse de un pomo, una placa, un picaporte o un surco fijos. El adminículo adecuado no sólo hará que la puerta se abra fácilmente, sino que además indicará exactamente cómo se debe abrir la puerta: exhibe con claridad las prestaciones idóneas. Supongamos que para abrir la puerta hay que empujarla. La forma más fácil de indicarlo es colocar una placa en el lugar dónde se debe empujar. Si la placa es lo bastante grande para la mano, señala con toda claridad y sin ambigüedades cuál es el acto idóneo. Además, la placa limita el número posible de actos: con una placa se pueden hacer muy pocas cosas aparte de empujar. Por desgracia, incluso esa clave tan sencilla se utiliza mal. Hay puertas de las que se debería tirar, o que se deberían deslizar, que tienen placas (figura 4.2). Las puertas que se deben empujar tienen a veces tanto placas como pomos, o un picaporte, pero no una placa.

La infracción del uso sencillo de las limitaciones en las puertas puede tener consecuencias graves. Véase la puerta de la figura 4.3A: esta puerta de una salida de incendios tiene una barra que empujar, que constituye un buen ejemplo e una señal nada ambigua de empujar (que exige la ley en los Estados Unidos), y un buen diseño porque impone un comportamiento adecuado cuando varias personas aterradas se hacinan contra una puerta al tratar de huir de un incendio. Pero volvamos a mirarlo. ¿De qué lado hay que empujar? No hay forma de saberlo. Si se añade algo de pintura a la parte que se debe empujar, o se le añade una placa superior (figura 4.3B) se aportan señales culturales muy claras para orientar bien el acto a realizar. Ese tipo de barras establece claras limitaciones físicas y simplifican la tarea de saber qué hacer. **El empleo de limitaciones culturales simplifica la tarea de imaginar dónde hacer lo que sea.**

Hay adminículos que exigen a voces que se tire de ellos. Aunque cualquier cosa de la que se pueda tirar también se puede empujar, un buen diseño utilizará las limitaciones culturales de forma que la señal de tirar predomine. Pero incluso eso puede resultar confuso. He visto puertas con una mezcla de señales, una de las cuales implica empujar y la otra tirar. He visto a gente que pasa por la puerta de la figura 4.3A. Y tenía problemas, incluso gente que trabajaba en el edificio y que, en consecuencia, utilizaba las puertas varias veces al día.

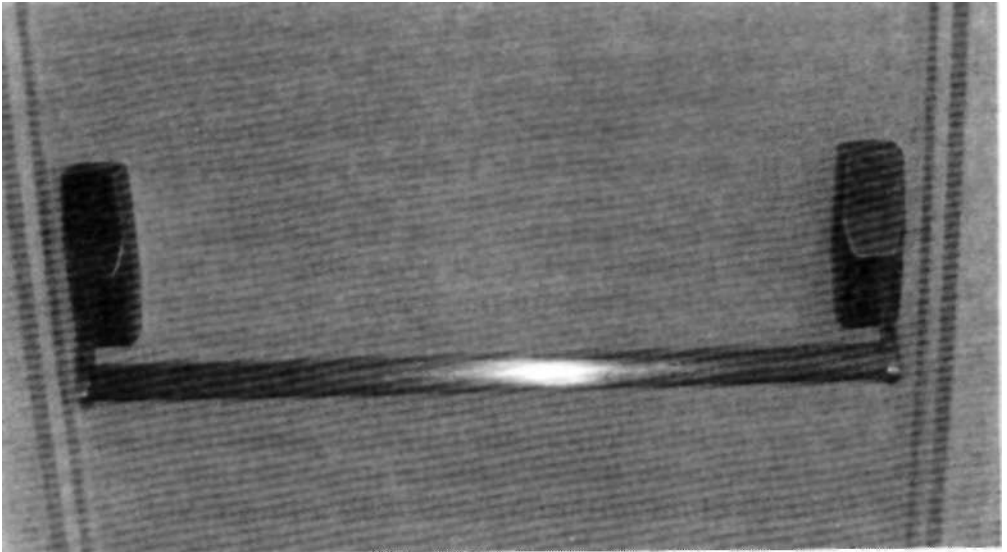
Las puertas correderas parecen representar una dificultad especial. De hecho, existen varias formas adecuadas para indicar sin ambigüedades qué hacer con una puerta corredera. Por ejemplo, una hendidura vertical



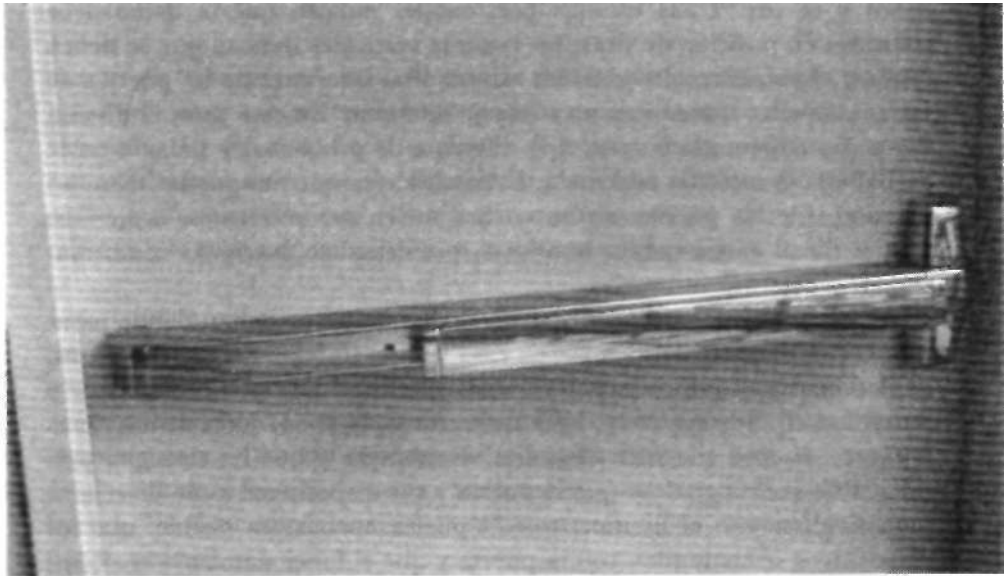
4.2. El diseño de puertas. Las puertas de la izquierda muestran dos ejemplos excelentes de diseño: manillas diferentes colocadas al lado en el mismo coche; cada una señala claramente su funcionamiento correcto. La ubicación vertical de la palanca de la izquierda hace que la mano se deba poner en vertical, lo cual significa que se ha de deslizar. La colocación horizontal de la palanca de la derecha, junto con el saliente y el hueco, que permite claramente introducir la mano, significa que se ha de tirar. Dos tipos de puertas, adyacentes entre sí, y sin embargo no existe ninguna confusión entre ellas.

El picaporte de la izquierda transmite una indicación inadecuada. Su forma indio., claramente agarrar, empujar o tirar, pero esta puerta concreta os corredera: caso clásico de un diseño incompetente.

A la izquierda y abajo se ven fotografías do dispositivos para abrir puertas tirando (PL'LL) do ellas. Las placas grandes de la izquierda indicarían empujar, poro de hecho de esa puerta hay que tirar: no es extraño que sea necesario poner un letrero. Las manillas en «U» de abajo están mejor diseñadas, pero son tan ambiguas que todavía hace falta un letrero. Compárense cotí las manillas de arriba, que no necesitan un letrero para funcionar bien. Si una manilla o un picaporte necesitan un letrero, entonces os que el diseño es malo.



4.3. Puertas de dos edificios comerciales. Si se aprieta la barra, la puerta se abre, pero, ¿de qué lado se debe apretar? La barra A (arriba) oculta la señal, con lo cual hace que resulte imposible saber de qué lado apretar. Esta puerta es ("rústrante. La barra B (abajo) tiene una placa plana en el lado que se ha de apretar, señal que se interpreta de forma totalmente natural. Buen diseño que no frustra al usuario.



en la puerta sólo se puede utilizar de un modo: insertar los dedos para correr la puerta. El lugar en que se coloque la hendidura no sólo especifica dónde ejercer la fuerza, sino también en qué sentido. La señal crítica es cualquier depresión en la puerta que sea lo bastante grande para introducir los dedos, pero sin un saliente. Cualquier proyección funciona igual de bien, siempre que no tenga saliente ni que sugiera que es necesario agarrarla con la mano. Cuando una puerta está bien diseñada, los dedos pueden ejercitar presión a lo largo de la depresión o de la proyección —que es lo necesario para que corran—, pero no pueden tirar ni torcer. He visto puertas correderas muy elegantes y estéticamente agradables, pero con señales claras para el usuario: en una sala de conferencias de Italia, en una puerta del metro de París, en algunos muebles escandinavos. Pero parece que es más frecuente construir puertas correderas con señales erróneas, con dispositivos torpes que atrapan los dedos. No sé por qué, las puertas correderas desafían al diseñador a hacerlas mal.

Algunas puertas tienen dispositivos adecuados y bien colocados. Las manillas exteriores de las puertas de casi todos los automóviles modernos constituyen ejemplos excelentes de diseño. Las manillas suelen consistir en receptáculos rebajados que indican simultáneamente el lugar y el modo de acción: el receptáculo no se puede utilizar salvo que se inserten los dedos y se tire. Unas ranuras horizontales indican que la mano debe colocarse en posición de tirar; las ranuras verticales indican que se deben deslizar. Aunque resulte extraño, las manillas interiores de las puertas de los automóviles transmiten un mensaje diferente. En este caso, el diseñador se ha enfrentado con un tipo diferente de problema, y todavía no se ha hallado la solución adecuada. El resultado es que aunque las manillas exteriores de las puertas de los coches suelen ser excelentes, a menudo resulta difícil encontrar las interiores, problemático averiguar cómo funcionan y abstruso utilizarlas.

Por desgracia, los peores dispositivos de puertas se hallan donde pasamos la mayor parte del tiempo: en casa y en el trabajo. En muchos casos, la elección de dispositivos parece aleatoria y aplicada por comodidad (o rentabilidad). Según parece, los arquitectos y los diseñadores de interiores prefieren diseños que sean elegantes visualmente y que les consigan premios. Ello suele significar que la puerta y sus dispositivos están diseñados para fundirse con el interior: que la puerta apenas sea visible, que los dispositivos se confundan con la puerta y que el funcionamiento sea com-

plctamente arcano. Según mi experiencia, las peores son las puertas de los aparadores. A veces ni siquiera resulta posible determinar dónde están las puertas, y no digamos si hay que deslizárías, levantarlas, apretarlas o tirar de ellas, ni de dónde. Es posible que la preocupación por la estética ciegue al diseñador (y al comprador) a su falta de capacidad de uso.

Un diseño especialmente frustrante es el de la puerta que se abre hacia afuera cuando se aprieta hacia adentro. Al apretar se libera el cierre y se activa un muelle, de forma que al soltar la mano, la puerta se abre sobre los muelles. Es un diseño muy astuto, pero que resulta enigmático para quien lo utiliza por primera vez- La señal acertada sería una placa, pero a veces los diseñadores no quieren interrumpir la superficie continuada de la puerta. Yo tengo un cierre de esos en la puerta de cristal del armario en el que guardo los discos. La puerta es transparente, y es evidente que no hay espacio para que se abra hacia adentro; el apretarla parece una contradicción. Los usuarios nuevos e infrecuentes de esa puerta suelen renunciar a empujarla y por el contrario la abren tirando de ella, lo que suele obligarlos a utilizar las uñas de los dedos, hojas de navaja o métodos más ingeniosos para lograr que se abra.

EL PROBLEMA DE LOS INTERRUPTORES

Siempre que doy una conferencia, mi primera demostración no exige ningún preparativo. Puedo contar con que los interruptores de las luces de la sala o el auditorio sean imposibles. Alguien dice «luces, por favor». Y entonces empieza una tentativa Iras otra. ¿Quién sabe dónde están los interruptores y qué luces controla cada uno? Según parece, las luces no funcionan bien más que cuando se contrata a un técnico que se coloca en una cabina de control y las va encendiendo y apagando.

Los problemas de los interruptores de los auditorios son molestos, pero los problemas del mismo tipo en los aviones y en las centrales nucleares son peligrosos. Todos los mandos tienen el mismo aspecto. ¿Cómo evitan quienes los utilizan el equivocarse, confundirse o tropezar accidentalmente alguna vez en el mando equivocado? ¿O utilizar alguna vez el que no es? No lo evitan. Afortunadamente, los aviones y las centrales son muy robustos. No tiene importancia que se cometan algunos errores por hora... por lo general.

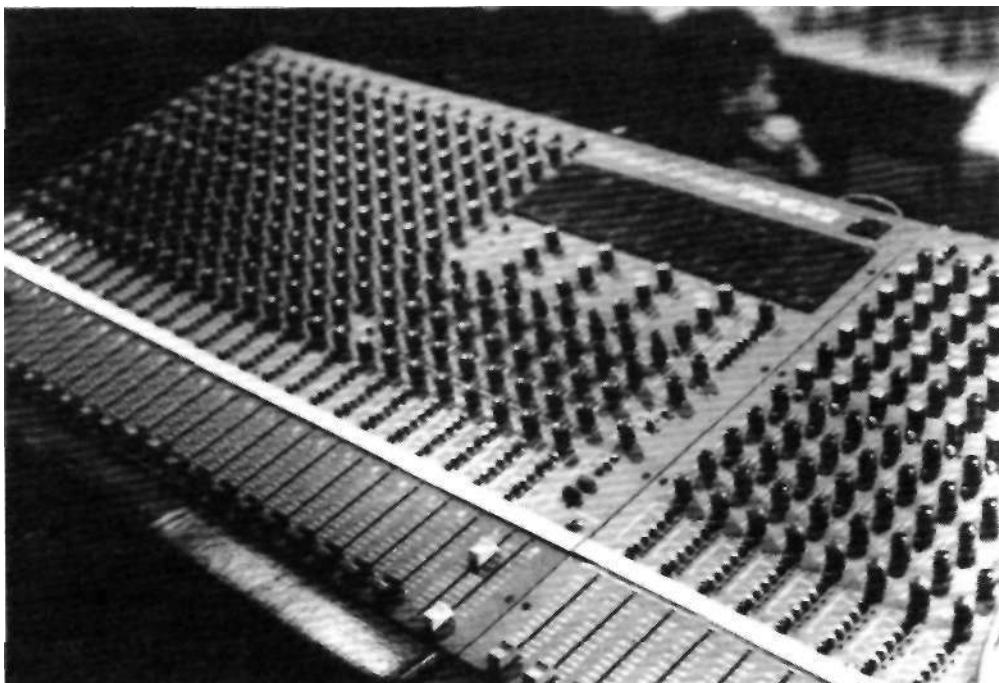
Hay un tipo de avioneta popular que tiene mandos idénticos para los alerones y para el tren de aterrizaje, el uno al lado del otro. Le sorprendería a uno saber cuántos pilotos, mientras todavía estaban en tierra han decidido levantar los alerones y, por el contrario han levantado el tren de aterrizaje. Este carísimo error ha ocurrido con tanta frecuencia que la Junta Nacional de Seguridad de Transportes preparó un informe al respecto. Los analistas señalaron cortésmente que hace ya más de treinta años que se conocen los principios idóneos de diseño para evitar esos errores. ¿Por qué se seguían cometiendo tales errores?

Debería resultar relativamente sencillo diseñar bien los interruptores y los mandos básicos. Pero existen dos dificultades fundamentales. La primera es el problema de agruparlos, de cómo determinar qué interruptor corresponde a qué función. El segundo es el problema de la topografía. Por ejemplo, cuando existen muchas luces y todo un complejo de interruptores, ¿cómo determinan qué interruptor controla que luz?

El problema de los interruptores no llega a ser grave más que cuando son muchos. No es problema en las situaciones en las que sólo hay un interruptor, y sólo constituye un pequeño problema cuando hay dos. Pero las dificultades van aumentando rápidamente cuando hay más de dos interruptores en el mismo sitio. Es más probable que haya muchos interruptores en oficinas, auditorios y centros industriales que en las casas (figura 4.4).

¿QUE INTERRUPTOR CONTROLA QUE FUNCIÓN?

Es frecuente colocar juntos interruptores que controlan funciones inconexas, a menudo sin señales que ayuden al usuario a saber que interruptor controla qué función. A los diseñadores les encanta colocar filas de interruptores idénticos. Eos interruptores son bonitos, resultan fáciles de montar, son baratos y agradan a la sensibilidad estética de quien los ve. Pero hacen que resulte fácil cometer un error. Cuando hay una serie de interruptores idénticos en fila, resulta difícil distinguir el interruptor de la cafetera del de la energía central del ordenador. O el interruptor de la hora del de apagar la radio (figura 4.5). O el del tren de aterrizaje del de control de los alerones.



4.4. Panel de Mando Típico de una Mezcladora de Sonido. Esta foto corresponde a un auditorio de Inglaterra. Afortunadamente, los errores que se cometen en paneles de este tipo raras veces son graves, y a menudo ni siquiera son perceptibles.

Veamos la radio de mi coche: veinticinco mandos, muchos de ellos aparentemente arbitrarios. Todos ellos diminutos (con objeto de que encajen en el limitado espacio disponible). Imaginemos que trata uno de utilizar la radio mientras conduce a gran velocidad de noche. O en invierno, con los guantes puestos, de manera que la tentativa de darle a un botón lleva a darle a dos, o que la tentativa de darle al mando de volumen ajusta también el de tono. Tendría uno que poder utilizar las cosas en la oscuridad. Una radio de automóvil debería ser utilizable con un mínimo de indicaciones visuales. Pero probablemente los diseñadores de la radio la diseñaron en el laboratorio, sin pensar demasiado, o nada, en el coche ni en el conductor. Quejo sepa, es posible incluso que el diseño ganara un premio de estética visual.

No debería ser necesario decir que los mandos que causan problemas no deberían estar situados donde se los pueda activar accidentalmente, especialmente en la oscuri-

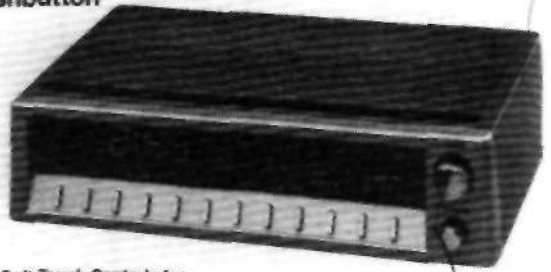
"Human-Engineered" Direct-Input Pushbutton Controls Simplify Operation

**NEW
for '84**

4495

- You Can't Buy an Easier-to-Use Clock Radio
- Green Fluorescent Display With Auto-Dimmer

Chronomat-232. Thin-line front-panel controls make this our easiest-to-use clock radio ever! Features a top-mounted sensor-type snooze control, plus display indicators for a.m./p.m., sleep and alarm, 1-hour/50-minute sleep control, lighted slide-rule dial, h/lo tone switch and 3" speaker. 2 1/4" x 9 1/2" x 5 1/2". U.L. listed. 12-1539 **44.95**



Soft-Touch Controls for Easy Entry of All Functions

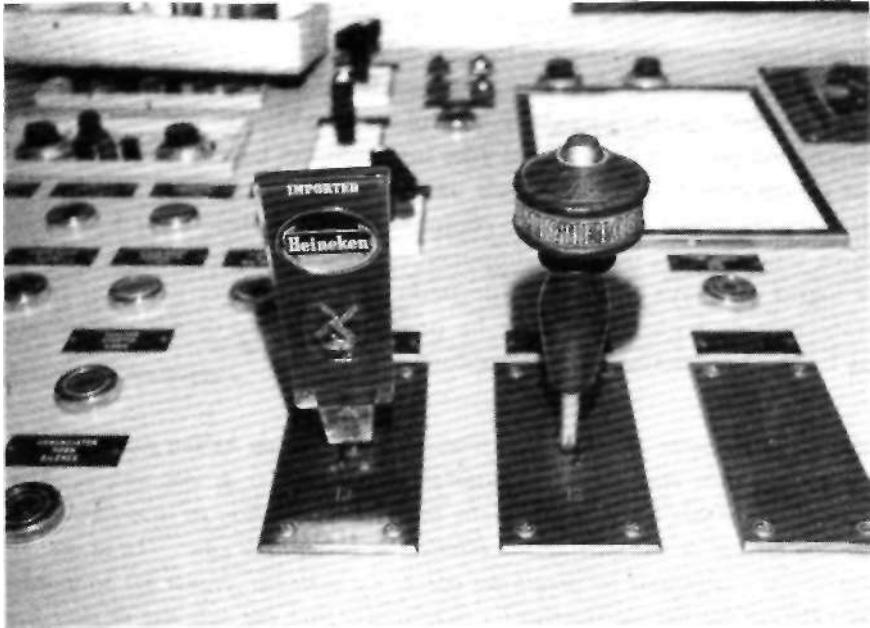
4.5. Una Radio-Reloj «Con Ingeniería Humana» para Simplificar el Funcionamiento. Obsérvese la fila de interruptores idénticos (Copyright Tandy Corporation. Utilizada con autorización.)

dad, ni cuando el usuario trata de utilizar el dispositivo sin mirar. Debería ser innecesario decirlo, pero de hecho, es necesario decirlo.

Existe una solución sencilla y conocida del problema de los agrupamientos: montar los interruptores de un grupo de funciones por separado de los interruptores que controlan otras funciones. Otra solución consiste en utilizar tipos diferentes de interruptores. Se pueden combinar ambas soluciones. A fin de resolver el problema de los alerones y el tren de aterrizaje, basta con separar los interruptores y no ponerlos en fila y utilizar además un código de formas: un interruptor en forma de neumático puede controlar el tren de aterrizaje, y el del alerón puede ser un rectángulo largo y delgado: la forma de un alerón. Si se ponen los mandos en sitios diferentes, hay menos posibilidades de que una mano errática le dé al interruptor erróneo. Y si se utiliza el código de formas, ello significa que puede advertirse un posible error y que para hallar el interruptor correcto baste con el tacto (figura 4.6). Esa es la forma de resolver el primer problema; pasemos ahora al siguiente.

¿COMO SE ORGANIZAN LOS INTERRUPTORES?

Cuando se trata de las luces de una habitación, se sabe que todos los interruptores son mandos de luces. Pero, ¿qué interruptor controla qué



4.6. Hacer que los Mandos Tengan un Aspecto y un Tacto Diferentes. Los operarios de la sala de control de una central nuclear trataron de resolver el problema de mandos idénticos para funciones diferentes colocando encima llaves para grifos de barril de distintas cervezas. Se trata de un buen trabajo de diseño, aunque hubiera que aplicarlo después de hecho el aparato. Debería darse un premio a los operarios (tomado de Seminara, González y Parsons, 1977. Fotografía cedida por Joseph L. Seminara).

luz? Por lo general, las luces de las habitaciones están organizadas en una estructura bidimensional, y suelen ser horizontales (es decir, están en el techo o, si se trata de lámparas, están colocadas en el suelo o en mesas). Pero, por lo general, los interruptores están organizados en una fila unidimensional montada en la pared, cjeue es una superficie vertical. ¿Cómo puede traducirse una fila unidimensional de interruptores en una disposición bidimensional de luces? Y, además, cuando los interruptores están montados en la pared y las luces están en el techo, hay que realizar una rotación mental de los interruptores para que se ajusten a las luces. El

problema topográfico es insoluble con la estructura actual de los interruptores.

Habitualmente, los electricistas tratan de colocar los interruptores en el mismo orden que las luces que controlan, pero el desacoplamiento en la disposición espacial de las luces y los interruptores hace que resulte difícil, por no decir imposible, conseguir una topografía totalmente natural. Los electricistas tienen que utilizar componentes normalizados, y los diseñadores y fabricantes de esos componentes no se han preocupado más que de lograr que haya el número adecuado de interruptores y que no causen problemas de seguridad. Nadie ha pensado en cómo debían organizarse las luces ni ordenarse los interruptores.

Mi casa la diseñaron dos arquitectos jóvenes y atrevidos, que habían ganado premios, y a quienes, entre otras cosas, les gustaban Jilas ordenadas de interruptores. El resultado fue una Jila horizontal de cuatro interruptores idénticos en el vestíbulo y una columna vertical de seis interruptores idénticos en el cuarto de estar. «Ya os acostumbraréis», nos aseguraron los arquitectos cuando nos quejamos. Nunca nos acostumbramos. Por Jin tuvimos que cambiar los interruptores para que cada uno de ellos fuera diferente. Incluso así, cometíamos muchos errores.

En mi laboratorio de psicología, las luces y sus interruptores estaban en muchos lugares diferentes, pero eran muchas las personas que querían controlar las luces cuando entraban en él. Se trata de una gran superjicie, con tres grandes pasillos y aproximadamente quince oficinas. Además, en ese piso el edificio no tiene ventanas, de modo que está en tinieblas hasta que se encienden las luces.

Si los interruptores se colocan en la pared, no hay forma de que su posición corresponda exactamente a la de las luces. ¿Por qué colocar los interruptores planos contra la pared? ¿Por qué no reorganizar las cosas? ¿Por qué no colocar los interruptores en un plano horizontal, con una analogía exacta con las cosas que controlan, con una disposición bidimensional de forma que los interruptores puedan colocarse conforme a un plano del edificio en correspondencia exacta con las zonas que controlan? Que la distribución de las luces corresponda a la de los interruptores: el principio de la topografía natural. En mi laboratorio, igual que en mi casa, la solución consistió en construir una placa sencilla de interruptores que reflejase la disposición física de la zona, con interruptores pequeños

en los lugares pertinentes . En la figura 4.7 se indica la situación en mi casa y en la figura 4.8 lo que hicimos en el laboratorio.

¿Qué tal funcionan las nuevas disposiciones de interruptores? Muy bien, cerebro comunicar. Uno de los usuarios del laboratorio me ha enviado la siguiente nota:

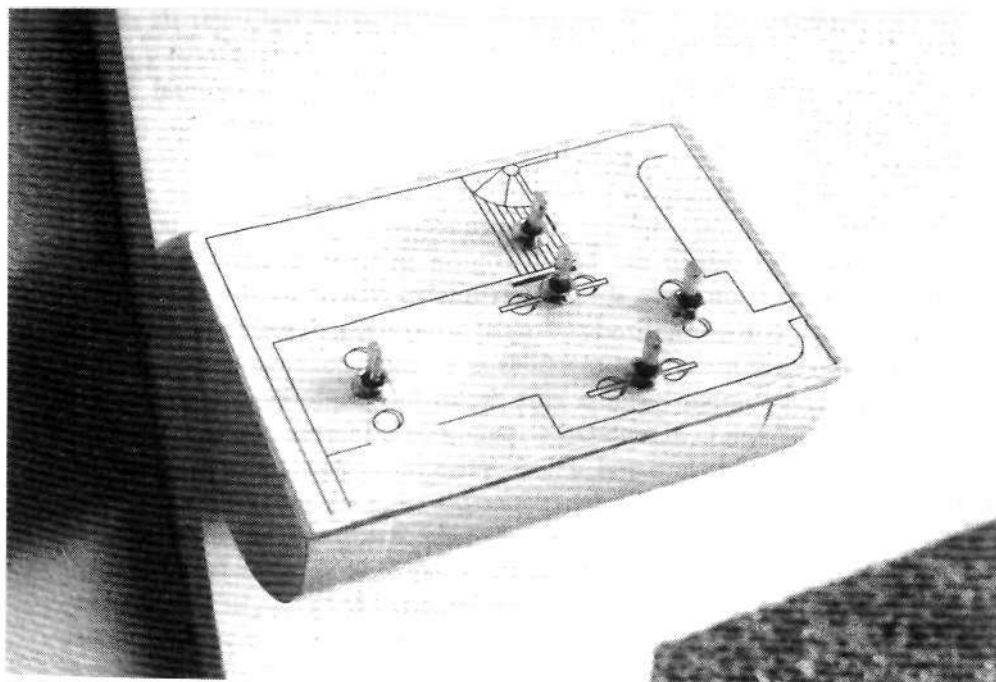
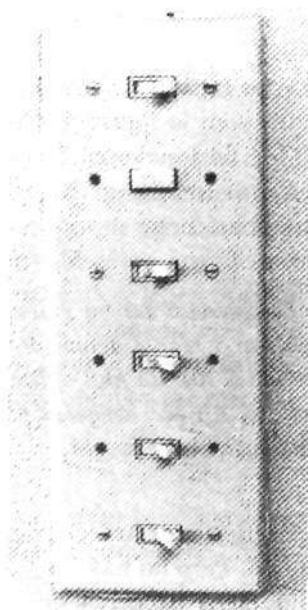
«Le comunico que me gustan estos nuevos interruptores de ahora: parecen fáciles de utilizar y resulta agradable encontrar todos los interruptores en un solo sitio cuando se entra. Resulta fácil apretarlos al entrar e iluminar la zona que uno quiere: es muy rápido. Así que, aunque al principio me preocupaba que no le viniera bien a un usuario habitual, me equivoqué.»

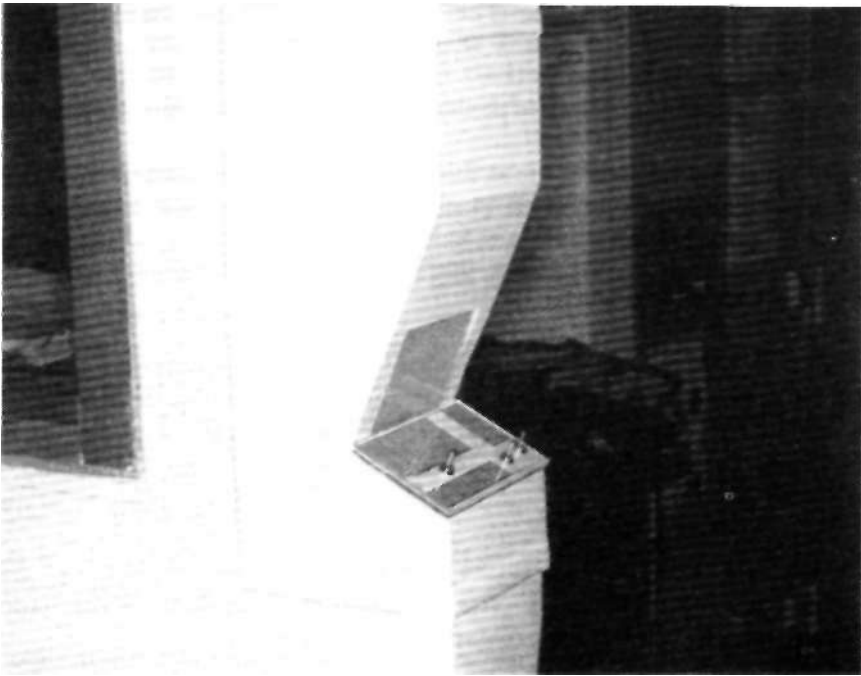
¿Pueden utilizarse los nuevos interruptores en todos partes? Probablemente no. Pero no hay ningún motivo para que no se utilicen en muchas. Hay una serie de problemas que resolver: los constructores y los electricistas necesitan piezas normalizadas. Podría hacerse que las cajas normales de los interruptores de la luz se montaran *sobre* la pared (en lugar de *dentro* de la pared, como ocurre hoy día), de forma que los interruptores quedaran montados en el tablero de una caja, en la superficie horizontal. Y en esa superficie se podría establecer un panel de apoyo de modo que se puedan colocar los interruptores libremente, y de forma que su colocación sea la que mejor se adapte a la habitación de que se trate. Si es necesario, se pueden utilizar interruptores más pequeños. Quizá eliminar las cajas normalizadas. El diseño del panel exigiría perforar agujeros diferentes para cada habitación, pero si los interruptores estuvieran diseñados para encajar en agujeros normalizados circulares o rectangulares, resultaría muy fácil perforarlos o meterlos a martillazos.

Mi sugerencia implica que la caja de los interruptores proyecte desde la pared, cuando en la actualidad se monta de tal forma que los interruptores estén al nivel de la pared. Puede que ajuicio de algunos mi solución resulte fea. Entonces, se pueden poner las cajas en un hueco para que queden *dentro* de la pared. Después de todo, dentro de la pared ya hay espacio para las cajas actuales de interruptores, o sea que también hay espacio para una superficie horizontal en una concavidad. También se pueden montar los interruptores en un pequeño pedestal, o en una plataforma.

4.7. La disposición en vertical de seis interruptores a la derecha es lo que nos dieron los arquitectos para controlar las luces en nuestro cuarto de estar, que tenía una forma irregular. Nunca logramos recordar qué interruptor servía para qué.

En la fotografía de abajo se ve la solución que encontramos: unos interruptores dispuestos de forma que correspondían a la distribución del cuarto de estar (se va a montar un interruptor más, para una pantalla de proyección, en la placa vertical que se ve justo encima de los interruptores de las luces. David Wargo construyó el panel de interruptores para el autor).





4.8. Inicialmente, la distribución de los interruptores de mi laboratorio era dispersa. Colocamos todos los interruptores en un lugar cómodo, dispuestos conforme al plano del laboratorio. (David Wargo construyó el panel de interruptores.)

Visibilidad e información

Hasta ahora nos hemos venido concentrando en las limitaciones y las topografías. Pero para saber lo que se ha de hacer también existen otros principios pertinentes, especialmente la visibilidad y la retroalimentación:

1. **Visibilidad.** Hacer que resulten visibles las partes pertinentes.
2. **Retroalimentación.** Hacer ejue cada acto tenga un efecto inmediato y evidente. Cuando utilizamos un objeto nuevo, nuestros actos se orientan por una serie

de cuestiones:

- ¿Que partes son movibles y cuáles son fijas?

- ¿Por dónde se debe agarrar el objeto." ¿Qué parte se debe manipular? ¿Que es lo que se debe agarrar? ¿Dónde se debe insertar la mano? Si es sensible a la voz, ¿dónde debe uno hablar?
- ¿Qué tipo de movimiento es posible: empujar, tirar, girar, rotar, tocar, pasar la mano?
- ¿Cuáles son las características físicas pertinentes de los movimientos? ¿Con cuánta fuerza debe manipularse un objeto? ¿Hasta dónde cabe prever que se desplace? ¿Cómo se puede juzgar si se ha tenido éxito?
- ¿Qué partes de los objetos son superficies de apoyo? ¿Qué dimensiones y que peso puede soportar el objeto?

Se plantea el mismo tipo de cuestiones tanto cuando tratamos de decidir qué hacer como cuando tratamos de evaluar los resultados de una acción. Al examinar el objeto, tenemos que decidir qué partes se refieren el estado del objeto y cuáles son exclusivamente decorativas, o no funcionales, o parte del contexto o de los apoyos. ¿Qué cosas cambian? ¿Qué es lo que ha cambiado respecto del estado anterior? ¿Qué debemos observar o escuchar para detectar los posibles cambios? Las cosas importantes que observar deben ser visibles y estar señaladas con claridad; los resultados de cada acto deben ser inmediatamente evidentes.

HACER QUE LO INVISIBLE RESULTE VISIBLE

En los objetos cotidianos se viola una vez tras otra el principio de la visibilidad. En muchos diseños se ocultan cuidadosamente las partes cruciales. En los aparadores las manivelas van en contra de la estética del diseño, de manera que se hacen deliberadamente invisibles o se eliminan. Las hendiduras que significan la existencia de una puerta también pueden ir en contra de la pureza de líneas del diseño, de modo que esas pistas significativas también se reducen al mínimo o se eliminan. El resultado puede consistir en una superficie plana de material reluciente, sin ninguna señal de puertas ni de cajones, por no mencionar los indicios de cómo pueden utilizarse esas puertas o esos cajones. Los interruptores eléctricos suelen estar ocultos: en muchas máquinas eléctricas de escribir el botón de encendido está oculto en la parte de abajo, muchos ordenadores y terminales de ordenadores tienen el botón de encendido detrás, con lo cual resulta difícil de utilizar y de encontrar⁵; y los interruptores que controlan

las instalaciones de eliminación de basuras de las cocinas suelen estar ocultos y a veces resultan imposibles de encontrar.

Hay muchos sistemas que mejoran enormemente si se hace visible lo que antes era invisible. Veamos el caso del vídeo.

«PROGRAMACIÓN DE "N" DÍAS; T ACONTECIMIENTOS. Como a tanta gente le gusta cambiar de programa, a los fabricantes y los minoristas les agrada demostrar la capacidad de un VCR para grabar automáticamente. El VCR típico puede grabar cuatro acontecimientos (jerga del vídeo que significa programas) a lo largo de un plazo de cuatro días...

Una cosa es saber que un VCR puede grabar ocho acontecimientos en catorce días. Otra muy distinta es hacer que la máquina actúe como se desea. Hay que recorrer toda una serie de pasos tediosos para decirle al VCR cuándo debe empezar a grabar, qué canal grabar, cuánto tiempo dejar la cinta en marcha, etc.

Algunos VCR son mucho más fáciles de programar que otros... Creemos que el mejor de todos es el que tiene un elemento calificado de programación en pantalla. Los mandos que aparecen en la pantalla de la televisión le ayudan a uno a establecer la hora, la fecha y el canal del programa que quiere uno grabar» .

Como indica esta cita de la revista *Consumer Reports*, el acto de ordenar a los aparatos que realicen la grabación es terriblemente complejo y difícil. Más adelante, en el mismo artículo se le advierte a uno que si no selecciona con cuidado, «puede uno terminar con un VCR que provoca miedo y odio cuandoquiera que trata uno de modificar las selecciones de canales o de encargarlo un programa cuando no está uno en casa». No hace falta ser muy listo para descubrir el motivo de las dificultades: no existe una retroalimentación visual. El resultado es que a los usuarios: 1) les resulta difícil recordar el lugar exacto en la larga secuencia de actividades que hacen falta; 2) les resulta difícil recordar qué es lo que se debe hacer después, y 3) no le resulta fácil verificar la información que acaban de insertar para ver si era la que pretendían, y después no les resulta fácil modificarla si deciden que era la equivocada-

Las lagunas, tanto de ejecución (los dos primeros problemas) como de evaluación (el último problema), resultan importantes respecto de esos VCR. Ambas lagunas se pueden resolver mediante la utilización de una pantalla. Estas suelen costar dinero y ocupar espacio, por lo cual los diseñadores titubean en utilizarlas, pero en el caso de un vídeo, por lo

general ya se dispone de un dispositivo de pantalla: la televisión. Y, de hecho, los vídeos que se pueden programar mediante el empleo de la pantalla de televisión son mucho más fáciles de utilizar. La visibilidad constituye una gran ventaja.

NO HAY NADA COMO UNA BUENA PANTALLA

Una vez tras otra nos encontramos con unas complejidades injustificadas que podrían evitarse si el dispositivo tuviera una buena pantalla. Con los teléfonos modernos (véase el capítulo 1), una pantalla que pudiera dar pistas al usuario acerca de la serie de medidas necesarias para la programación representaría la diferencia entre un sistema valioso y utilizable y otro que es prácticamente inútil. Lo mismo ocurre con cualquier dispositivo complejo, trátase de la lavadora, el horno de microondas o la fotocopidora de la oficina. No hay nada como la retroalimentación visual, que a su vez exige una buena pantalla visual.

¿QUE SE PUEDE HACER?

Las nuevas tecnologías, en especial los microprocesadores baratos disponibles en la actualidad (el corazón del ordenador), permiten incorporar sistemas potentes e inteligentes incluso en cosas sencillas y cotidianas, desde los juguetes hasta la maquinaria de oficina, pasando por los electrodomésticos. Pero las nuevas capacidades han de ir acompañadas de pantallas adecuadas, que actualmente también son relativamente baratas. Una vez pedí a los estudiantes de uno de mis cursos que pensasen en algunas posibilidades para aumentar la visibilidad de los dispositivos cotidianos. Veamos algunas de ellas:

- *Mostrar los títulos de las canciones en los discos compactos.* ¿Por qué no aprovechar la capacidad de almacenamiento de un disco compacto de audio (DC) para que no sólo se vea el número de la canción o de la pista (como ocurre actualmente), sino también el título? Cada título podría ir acompañado de otros datos, como los intérpretes, el compositor o el tiempo que dura cada pieza. Así, al programar el DC se podría seleccionar por nombres, en lugar de por números, y siempre se sabría lo que está escuchando uno.

- *Exhibir en pantalla los nombres de los programas de televisión.* Si cada estación de televisión emitiera también su identificación propia y el título del programa en curso, el espectador que encendiera el aparato en medio de un programa podría ver rápidamente cuál era. La información se podría enviar en un formato legible por ordenador durante el intervalo de vuelta del punto (el plazo durante el cual la señal no está en pantalla).

- *Escribir la información culinaria sobre los alimentos en el envase de éstos en forma legible por ordenador.* Es una forma de superar la necesidad de hacer que las cosas sean visibles. La cocción de los alimentos congelados suele exigir diferentes tiempos de cocción, tiempos de espera y temperaturas. La programación es compleja. Si la información sobre la cocción estuviera impresa en el envase en forma legible mecánicamente, podría uno colocar la comida en el horno de microondas, pasar un dispositivo de lectura sobre la información impresa y dejar que el horno se programara solo.



UTILIZACIÓN DEL SONIDO PARA LOGRAR VISIBILIDAD

A veces resulta imposible hacer que las cosas sean visibles. Aquí interviene el sonido: **el sonido puede aportar información no disponible por otros medios.** Nos puede decir qué cosas funcionan bien y cuáles necesitan servicios de mantenimiento o de reparación. Incluso nos puede evitar accidentes. Veamos la información que nos aportan los elementos siguientes:

- El chasquido cuando una puerta cierra bien.
- El rasguído cuando una cremallera cierra bien.
- El sonido «sofocado» cuando una puerta no cierra bien.
- El zumbido cuando el tubo de escape de un coche tropieza con un bache.
- El chirrido cuando las cosas no están bien encajadas.
- El pitido de una tetera cuando hierve el agua.
- El golpe cuando sale el pan de la tostadora.
- La subida del tono cuando se atasca una aspiradora.
- El cambio indescriptible del sonido cuando una máquina compleja empieza a tener problemas.

Muchos dispositivos utilizan el sonido, pero sólo como señal. Sonidos sencillos, como timbres, campanillas o tonos. Los ordenadores utilizan sonidos de queja, intermitentes o chasquidos. Este empleo del sonido es valioso y desempeña una función importante, pero **tiene unas posibilidades**

muy limitadas; es como si el uso de pistas visibles se limitara a diferentes luces de colores. Podríamos utilizar el sonido más de lo que lo hacemos para transmitir comunicaciones.

Actualmente los ordenadores producen varios sonidos, y los llaveros, los hornos de microondas y los teléfonos utilizan timbres y hasta eructos. No se trata de sonidos naturalistas; no comunican una información oculta. Si se utiliza bien, un pitido puede darle a uno la seguridad de que ha apretado un botón, pero el sonido es tan molesto como informativo. Los sonidos deberían generarse con objeto de aportar información acerca de su fuente. Deberían comunicar algo acerca de lo que se está haciendo, de actos que son importantes para el usuario pero que de otros modos no serían visibles. Los zumbidos, chasquidos y gorgoteos que se oyen mientras se está realizando una llamada telefónica constituyen un buen ejemplo: si se eliminan esos ruidos se tiene menos seguridad de que está entrando la llamada.

Bill Gaver, que ha estado estudiando en mi laboratorio los usos del sonido, señala que los sonidos reales y naturales son tan fundamentales como la información visual, porque el sonido nos habla de cosas que no podemos ver, y lo hace mientras tenemos la vista ocupada en otra parte. Los sonidos naturales reflejan la compleja interacción de objetos naturales: la forma en que una pieza roza con otra; el material del cual están hechas las piezas: hueco o sólido, metálico o de madera, blando o duro, liso o rugoso. Cuando los materiales interactúan se generan sonidos, y el sonido nos dice si están golpeándose, deslizándose, rompiéndose, rasgándose, arrugándose o rebotando. Además, los sonidos difieren según las características de los objetos, según su tamaño, solidez, masa, tensión y material. Y difieren según la velocidad a la que van las cosas y la distancia entre nosotros y ellos.

Para que los sonidos sean útiles, deben generarse con inteligencia, con una comprensión de la relación natural entre los sonidos y la información que deben comunicar. Los sonidos de artefactos deben ser tan útiles como los del mundo real. Gaver ha propuesto que el sonido desempeñe un papel importante en las aplicaciones basadas en ordenadores. En ese caso, unos sonidos ricos y naturales podrían servir como iconos auditivos, caricaturas de sonidos que ocurren naturalmente y que podría aportar información acerca de los conceptos que se representan, que no se pueden comunicar con facilidad de otros modos ⁷.

Pero con los sonidos hay que tener mucho cuidado. Es muy fácil que se conviertan en algo más decorativo que atractivo. Pueden molestar y distraer con tanta facilidad como ayudar. Una de las virtudes de los sonidos es que se pueden detectar incluso cuando se está prestando atención a otra cosa. Pero esa virtud también constituye un defecto, pues a menudo los sonidos son intrusivos. Resulta difícil mantener los sonidos para uno solo, salvo que tengan una intensidad muy baja o se utilicen auriculares. Ello significa que, por una parte, se puede molestar al prójimo y que, también, otras personas pueden vigilar las actividades de uno. La utilización del sonido para comunicar información es una idea importante y muy prometedora, pero todavía se halla en la infancia.

Igual que la presencia del sonido puede desempeñar un papel útil al aportar retroalimentación acerca de acontecimientos, la ausencia de sonido puede llevar al mismo tipo de dificultades con que ya hemos tropezado debido a la falta de retroalimentación. La ausencia de sonido puede significar una ausencia de información, y si se prevé que la retroalimentación de un acto proceda del sonido, el silencio puede causar problemas.

Una vez pasé unas noches en el apartamento para invitados de un instituto de tecnología de los Países Bajos. El edificio estaba recién terminado y contenía muchos elementos arquitectónicos interesantes. El arquitecto se había esforzado mucho por mantener al mínimo el volumen de ruido; el sistema de ventilación era inaudible. Análogamente, la ventilación de la habitación pasaba por unas ranuras invisibles en el techo (según me dijeron; yo nunca las encontré).

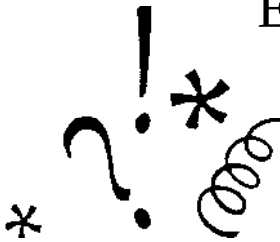
Todo estaba muy bien hasta que me di una ducha. El cuarto de baño parecía no tener ventilación en absoluto, de forma que todo se mojaba y después se quedaba frío y viscoso. En el cuarto de baño había un interruptor que creí podría ser el mando de un ventilador de extracción. Cuando lo pulsé se encendió una luz que quedó encendida. Lo volví a pulsar varias veces sin obtener ningún resultado.

Advertí que siempre que regresaba al apartamento la luz estaba apagada. Entonces, cada vez que volvía, iba al baño y pulsaba el botón. Si escuchaba atentamente, oía a lo lejos un contacto la primera vez que se apretaba el botón. Decidí que era algún tipo de señal. Quizá fuera un timbre para llamar a la criada o al conserje, o incluso a los bomberos (aunque no se presentaba nadie). También pensé que podría controlar un sistema de ventilación, pero no oía que entrase aire. Examiné atentamente todo el cuarto de baño, tratando de hallar una entrada de aire. Incluso llevé una silla y una linterna y examiné el techo. Nada.

Al final de mi estancia, la persona que me llevó al aeropuerto me explicó que el botón controlaba el ventilador de salida. El ventilador funcionaba mientras estuviera encendida la luz y se apagaba automáticamente al cabo de unos cinco minutos. El arquitecto había logrado perfectamente ocultar el sistema de ventilación y mantener al mínimo el volumen de ruido.

Aquél fue un caso en el que el arquitecto tuvo demasiado éxito: evidentemente, no había retroalimentación. La luz no bastaba; de hecho, inducía a error. En aquel caso habría sido preferible algún ruido. Habría señalado que efectivamente había ventilación.

ERRAR ES HUMANO



«LONDRES. A principios de diciembre un operador inexperto de ordenadores pulsó la leda equivocada de un terminal y creó el caos en la Bolsa de Londres. El error cometido en las oficinas de los agentes de bolsa Greenwell Montagu obligó al personal de sistemas a trabajar toda la noche para tratar de eliminar el problema.»

La gente comete errores todo el tiempo. Resulta difícil conversar normalmente durante un minuto sin titubear, repetir algo, interrumpir una frase a medias para eliminarla o corregirla. El lenguaje humano contiene mecanismos especiales que convierten a las correcciones en algo tan automático que los participantes apenas si se dan cuenta; de hecho, pueden sentirse sorprendidos cuando se les señalan los errores. Los artefactos no tienen tanta tolerancia. Si se pulsa la tecla equivocada, puede producirse el caos.

Los errores adoptan varias formas. Las dos categorías fundamentales son los lapsus y las equivocaciones. **Los lapsus son resultado de un comportamiento automático,** cuando unos **actos subconscientes** encaminados a alcanzar nuestros objetivos desaparecen en ruta. **Las equivocaciones son resultado de deliberaciones conscientes.** Los mismos procesos que nos hacen ser creativos y perceptivos al permitirnos ver las relaciones entre cosas aparentemente inconexas, que nos permiten llegar a conclusiones correctas sobre la base de datos parciales o incluso incorrectos, también nos inducen al error. Nuestra capacidad para generalizar a partir de pequeñas cantidades de información resulta enormemente útil en situaciones nuevas, pero a veces generalizamos con demasiada rapidez y clasificamos una situación nueva como si fuera parecida a otra antigua, cuando de hecho

existen discrepancias considerables. Las falsas generalizaciones pueden resultar difíciles de descubrir, por no decir de eliminar.

Las diferencias entre lapsus y equivocaciones son evidentes en el análisis de las siete fases de la acción. Si se formula un objetivo adecuado, pero se realiza mal la acción, se ha cometido un lapsus. Los lapsus suelen ser casi siempre cosas pequeñas: un acto en un mal momento, el desplazar algo equivocado, el dejar sin hacer algo que se deseaba. Además, son relativamente fáciles de descubrir con la mera observación y atención. Si se formula el objetivo erróneo, ha cometido una equivocación. Las equivocaciones pueden ser acontecimientos importantes y resultan difíciles o incluso imposibles de detectar: después de todo, el acto realizado es el correspondiente al objetivo.

Lapsus

Un colega me contó que una vez fue al coche para ir al trabajo. Al marcharse se dio cuenta de que se había olvidado la cartera, de forma que dio la vuelta y regresó. Detuvo el coche, apagó el motor y se desabrochó la pulsera del reloj. Sí, la pulsera del reloj, en lugar del cinturón de seguridad.

Casi todos los errores cotidianos son lapsus. Uno pretende hacer algo y se encuentra haciendo otra cosa. Alguien le dice a uno algo de forma clara, pero lo que uno «oye» es algo diferente. El estudio de los lapsus es el estudio de la psicología de los errores cotidianos: lo que Freud calificaba «la psicopatología de la vida cotidiana». De hecho, es posible que algunos lapsus tengan significados ocultos y más siniestros, pero en su mayor parte se explican por acontecimientos bastante sencillos que se producen en nuestros mecanismos mentales².

Los lapsus se producen con mayor frecuencia en el comportamiento especializado. No cometemos tantos lapsus cuando se trata de cosas que todavía estamos aprendiendo a hacer. En parte, los lapsus son resultado de la falta de atención. En general, la gente sólo puede atender de forma consciente a una sola cosa al tiempo. Pero a menudo estamos haciendo muchas cosas al tiempo. Hablamos mientras andamos; conducimos mientras hablamos, cantamos, escuchamos la radio, hablamos por teléfono, tomamos notas o leemos un mapa. Sólo podemos hacer más de una cosa

al tiempo si la mayor parte de lo que hacemos se hace automática, subconscientemente, con ninguna o escasa necesidad de una atención consciente.

El hacer varias cosas a la vez es fundamental incluso para realizar una sola tarea. Para tocar el piano hemos de pulsar correctamente las teclas con los dedos al mismo tiempo que leemos la música, pisamos los pedales y escuchamos los sonidos que se producen. Pero a fin de tocar el piano bien, deberíamos hacer todo eso de forma automática. Nuestra atención consciente debería estar centrada en los niveles más altos de la música, el estilo y el fraseo. Lo mismo ocurre con cualquier actividad especializada. Los movimientos físicos, de bajo nivel, deberían estar controlados de forma subconsciente.

TIPOS DE LAPSUS

Algunos lapsus son resultados de una analogía entre diversos actos. También es posible que un acontecimiento en el mundo desencadene automáticamente un acto. A veces, nuestros pensamientos y nuestras acciones pueden recordarnos actos no previstos, que pasamos a realizar. Podemos atribuir seis categorías a los lapsus: errores de captación, errores de descripción, errores derivados de datos, errores por activación asociativa, errores por pérdida de activación y errores de modo.

ERRORES DE CAPTACIÓN

«Una vez estaba utilizando una máquina fotocopidora y contando las páginas. Conté como sigue: "1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, sota, caballo y rey". Hacía poco que había estado jugando a las cartas .»

Veamos el lapsus frecuente calificado de error de captación, en el cual una actividad que se realiza con frecuencia sustituye repentinamente (capta) a la actividad que se aspiraba a realizar⁴. Está uno tocando una composición (sin demasiada atención) que se parece mucho a otra (que uno conoce mejor); de pronto, se encuentra uno tocando la obra que conocía mejor. O va uno al dormitorio para cambiarse de ropa para la

cena y de repente se acuesta (quien primero habló de este lapsus fue William James en 1890). O termina uno de escribir algo en la máquina de tratamiento de textos, la apaga y se va a hacer otras cosas, y se olvida de «salvar» el trabajo realizado. O se mete uno en el coche un domingo para ir al hiper y a donde llega es a la oficina.

El error de captación aparece siempre que dos secuencias de acción diferentes tienen etapas iniciales comunes y una secuencia es poco conocida, mientras que la otra es muy habitual. Raras veces, o ninguna, ocurre que la secuencia poco conocida capte a la habitual.

ERRORES DE DESCRIPCIÓN

Un antiguo estudiante mío me contó que un día llegó a casa después de hacer ejercicio corriendo, se quitó la camisa sudada y la enrolló, con objeto de tirarla al cesto de la ropa sucia. En lugar de tirarla allí, la lanzó al retrete (no fue cuestión de mala puntería: el cesto de la ropa sucia y el retrete estaban en habitaciones diferentes).

En el frecuente lapsus al que se califica de error de descripción, la acción que se pretendía tiene mucho en común con otras posibles. Como resultado, salvo que la secuencia de acción esté total y exactamente especificada, la acción pretendida podría corresponder a varias posibilidades. Supongamos que mi fatigado estudiante del ejemplo se hubiera formado mentalmente la descripción de lo que pretendía hacer como algo parecido a «lanzar la camisa a la apertura que hay encima del recipiente». Esa descripción sería perfectamente clara y suficiente si el cesto de la ropa sucia fuera el único recipiente abierto visible, pero cuando el retrete abierto estaba visible, sus características equivalían a la descripción y desencadenaron la acción equivocada. Se trata de un error de descripción, porque la descripción interna de la intención no era lo bastante precisa. Por lo general, los errores de descripción llevan a realizar la acción correcta con el objeto incorrecto. Evidentemente, cuanto más tengan en común los objetos correctos e incorrectos, más probable es que se cometan errores. Los errores de descripción, al igual que todos los lapsus, son más probables cuando estamos distraídos, aburridos, dedicados a otras actividades, sometidos a una presión extraordinaria, o en general no nos sentimos inclinados a prestar plena atención a lo que estamos haciendo.

Los errores de descripción son más frecuentes cuando los objetos erróneos y los correctos están físicamente cerca. Mucha gente me ha comunicado errores de descripción.

Dos dependientes de unos grandes almacenes estaban al teléfono para verificar unas tarjetas de crédito al mismo tiempo que se ocupaban de un cliente y rellenaban un formulario de tarjeta de crédito. Cuando una de ellas acabó de preparar el recibo, colgó en el teléfono equivocado, con lo cual interrumpió la llamada de la otra dependiente.

Una persona quería tapar un azucarero, pero en lugar de eso colocó la lapa en una taza de café (cuya boca tenía el mismo tamaño).

Me han contado de alguien que quería poner jugo de naranja en un vaso, pero en vez de eso lo puso en una taza de café (que estaba al lado del vaso).

Otra persona me dijo que una vez que quería echar arroz de un tarro a una taza, puso aceite de cocinar en la taza (tanto el aceite como el arroz estaban en tarros de vidrio en el mismo estante).

Algunas cosas parecen ideadas para causar lapsus. Las largas filas de interruptores idénticos constituyen marcos perfectos para cometer errores de descripción. Pretende uno darle a un interruptor y le da a otro parecido. Ocurre en fábricas, aviones, casas, en todas partes. Cuando hay diferentes actos que tienen una descripción parecida, existen bastantes posibilidades de accidente, sobre todo si quien actúa es experto y tiene mucha práctica, y en consecuencia no presta toda su atención, y si hay cosas más importantes que hacer.

ERRORES DERIVADOS DE DATOS

«Tenía que asignar un despacho a un visitante. Decidí llamar a la secretaria del departamento para decirle qué número era. Utilicé el teléfono que había a la entrada del despacho, desde el cual se veía el número de éste. En lugar de llamar al número de la secretaria —que utilizo a menudo y conozco muy bien— marqué el número del despacho.»

Gran parte del comportamiento humano es automático, por ejemplo, el espantar a los insectos. **Los actos automáticos tienen por impulso los da-**

tos: los desencadena la llegada de los datos sensoriales. Pero a veces las actividades derivadas de datos pueden crear una intrusión en una secuencia de acción en curso, lo cual causa un comportamiento que no es el pretendido.

ERRORES POR ACTIVACIÓN ASOCIATIVA

«Sonó el teléfono de mi oficina. Lo descolgué y grité al propio teléfono: "Adelante".»⁵

Si en ocasiones los datos externos pueden desencadenar actos, lo mismo puede ocurrir con las ideas y las asociaciones internas. Tanto la llamada del teléfono como la llamada a la puerta señalan la necesidad de saludar a alguien. Otros errores son producto de asociaciones entre pensamientos e ideas. Los errores por activación asociativa son los lapsus que estudió Freud; cree uno que no se debería decir algo y entonces, para gran apuro suyo, lo dice.

ERRORES POR PERDIDA DE ACTIVACIÓN

«Tengo que ir al dormitorio antes de empezar a hacer algo en el comedor. Empiezo a dirigirme a él y mientras tanto me doy cuenta de que no tengo idea de por qué voy allí. Como me conozco, sigo adelante, con la esperanza de que alguna de las cosas del dormitorio me lo recuerde... Llego, pero sigo sin recordar lo que quería... deforma que vuelvo al comedor. Al llegar allí advierto que tengo las gafas sucias. Con gran alivio vuelvo al dormitorio, saco un pañuelo y limpio las gafas.»

Uno de los lapsus más frecuentes es el que no consiste más que en olvidar algo que se ha de hacer. Más interesante resulta el olvido de parte del acto y el recuerdo del resto, como en esta cita, en la cual el objetivo se olvidó, pero el resto de la acción continuó sin dificultad. Uno de mis informadores cruzó toda la casa hasta llegar a la cocina y abrir la puerta de la nevera; entonces se preguntó por qué estaba allí. Los errores por falta de activación ocurren porque el mecanismo presunto —la «activación» de los objetivos— ha ido perdiendo importancia. El termino menos técnico, pero más frecuente, sería «olvidar».

ERRORES DE MODO

«Acababa yo de ir corriendo desde mi universidad a casa en un tiempo que estaba convencido sería mi récord. Cuando llegué era de noche, de forma que no podía ver la hora en el cronómetro. Mientras me paseaba delante de mi casa, para recuperarme, me empecé a preocupar cada vez más por ver qué tiempo había hecho. Entonces recordé que mi reloj tenía una luz automática, que se activaba con el botón superior de la derecha. Encantado, apreté el botón para iluminar la esfera y resultó que lo único que marcaba era cero segundos. Había olvidado que en ese cronómetro, el mismo botón (que en modo normal de lectura de la hora habría encendido una luz) borraba el tiempo y colocaba el cronómetro en cero.»

Los errores de modo se producen cuando hay dispositivos con diferentes modos de operación y el acto adecuado para un modo tiene otro significado en modos diferentes. Los errores de modo son inevitables siempre que el equipo esté diseñado para tener más posibilidades de acción que mandos o pantallas, de forma que los mandos tienen una doble función que desempeñar. Los errores de modo son especialmente probables cuando el equipo no hace que el modo sea visible, de manera que se espera del usuario que recuerde cuál es el modo establecido, a veces al cabo de muchas horas.

Los errores de modo son frecuentes con los relojes digitales y los sistemas de ordenadores (sobre todo los procesadores de textos). Cabe atribuir varios accidentes de la aviación comercial a errores de modo, especialmente en la utilización de los pilotos automáticos (que tienen muchos modos complejos).

DETECCIÓN DE LAPSUS

Aunque los lapsus son relativamente fáciles de detectar, porque existe una discrepancia clara entre el objetivo y el resultado, la detección no puede realizarse más que si existe retroalimentación. Si el resultado del acto no es visible, ¿cómo puede detectarse el error en la realización del acto? Incluso cuando se advierte una discrepancia, es posible que la persona no crea que ha ocurrido el error. Resulta útil reconstruir la secuencia de actos realizados. Incluso cuando se ha detectado un error, quizá no quede claro en qué consistió ese error.

«Rosa» conducía una furgoneta y advirtió que el espejo retrovisor del lado del pasajero no estaba bien puesto. Rosa se proponía decir a la pasajera de su derecha: «Coloca bien el espejo, por favor», pero en cambio dijo: «Coloca bien la ventanilla, por favor».

La pasajera, «Marta», se extrañó y preguntó: «¿Qué has dicho? ¿Qué quieres que haga?».

Rosa repitió la petición: «Por favor, coloca bien la ventanilla».

La situación continuó a lo largo de varios ciclos de conversación y de tentativas de la pasajera de comprender qué era lo que tenía que hacer con la ventanilla. El mecanismo de corrección de error de la conductora consistió en repetir la frase equivocada en voz cada vez más alta.

En este ejemplo, resultaba fácil detectar que algo iba mal, pero difícil descubrir qué. Rosa creía que el problema consistía en que no la comprendían o no la oían. Estaba atenta a la parte equivocada de la secuencia de acción: el problema del volumen de voz.

Los actos pueden especificarse a muchos niveles diferentes. Supongamos que yo fuera en coche al banco. En cualquier momento dado, el acto que se estaría realizando podría describirse a muchos niveles diferentes:

- Ir al banco.
- Entrar en el estacionamiento.
- Torcer a la derecha.
- Girar el volante hacia la derecha.
- Mover la mano izquierda hacia arriba y a la derecha y la mano derecha hacia abajo.
- Aumentar la tensión en la parte costomocostal del músculo pectoralis mayor.

Todos esos niveles son activos al mismo tiempo. La descripción más global (la primera de la lista) es la que recibe el nombre de especificación de alto nivel. A las descripciones más detalladas, las que están al final de la lista, se las llama especificaciones de bajo nivel. En cualquiera de ellas se podría cometer un error. A menudo resulta posible detectar que el resultado de una acción no es el planeado, por no saber a qué nivel de la especificación se ha producido el error.

Los problemas de nivel suelen frustrar la corrección de los errores. Mi colección de lapsus comprende varios ejemplos en los cuales alguien detecta un problema, pero trata de corregirlo de forma equivocada.

Un ejemplo frecuente es el de la llave que no abre, que se me ha comunicado en relación tanto con coches como con casas. Alguien va a su coche y la llave no abre. La primera reacción es volver a intentarlo, quizá colocando la llave más recta. Después, se le da la vuelta a la llave y se intenta introducirla del revés. Cuando tampoco eso sirve, se examina la llave y quizás se intenta con otra. Después, se tira de la puerta o se le da de golpes. Por último, la persona decide que se ha roto la cerradura y da la vuelta al coche para probar con la otra puerta, en cuyo momento se da cuenta de repente de que no es su coche.

En todas las situaciones que he examinado, el mecanismo de corrección de errores parece iniciarse al nivel más bajo posible e ir avanzando lentamente hacia arriba. No sé si se trata de una verdad universal, pero la hipótesis merece seguirse examinando.

LECCIONES DE DISEÑO QUE BRINDA EL ESTUDIO DE LOS LAPSUS

Cabe extraer dos tipos diferentes de lecciones sobre diseño, una para impedir los lapsus antes de que ocurran y otra para detectarlos y corregirlos cuando efectivamente ocurren. En general, las soluciones se desprenden directamente de los análisis anteriores. Por ejemplo, los errores de modo se reducen al mínimo si se reducen los modos al mínimo, o si por lo menos se hace que los modos resulten visibles.

Los coches aportan varios ejemplos de la relación entre el diseño y los errores. En la parte del motor de un automóvil hacen falta diversos fluidos: aceite para el motor y para la transmisión, líquido de frenos, líquido para lavar el parabrisas, refrigerante para el radiador, agua para la batería. Si se pone el líquido equivocado en uno de los depósitos, ello puede causar graves averías, o incluso un accidente. Los fabricantes de automóviles tratan de reducir al mínimo esos errores (mezcla de errores de descripción y de modo), para lo cual hacen que los diferentes compartimentos tengan aspecto diferente —formas y aperturas diferentes— y añaden color a los líquidos para que se puedan distinguir. En este caso, en general el diseño impide errores. Pero, por desgracia, parece que los diseñadores prefieren seguir fomentándolos.

ALGUNOS MODELOS DE PENSAMIENTO HUMANO

Los psicólogos han narrado los fallos del pensamiento, la no racionalidad de la conducta real. Hay ocasiones en las que incluso tareas sencillas dejan estupefactas a personas que en otros respectos son muy inteligentes. Aunque según parece los principios de la racionalidad se violan con tanta frecuencia como se cumplen, seguimos aferrándonos a la idea de que el pensamiento humano debería ser racional, lógico y ordenado. Gran parte del derecho se basa en el concepto de un pensamiento y una conducta racionales. Gran parte de la teoría económica se basa en el modelo del ser humano racional que trata de conseguir el máximo de beneficios, utilidad o comodidades personales. Muchos de los científicos que estudian la inteligencia artificial utilizan las matemáticas de la lógica formal —el cálculo de predicados— como principal herramienta para estimular el pensamiento.

Pero el pensamiento humano —y sus parientes cercanos, la solución de problemas y la planificación— parece estar más arraigado en la experiencia del pasado que en la deducción lógica. La vida mental no es algo ordenado y claro. No tiene una forma armoniosa y grácil de avanzar de modo lógico y ordenado. Por el contrario, da saltos, traza meandros y hace fintas entre una idea y otra, vinculando cosas que no tienen nada que ver entre sí; formando nuevos saltos creativos, nuevas percepciones y nuevos conceptos. El pensamiento humano no es como la lógica; es fundamentalmente algo distinto en género y en espíritu. Esa diferencia no es ni mejor ni peor. Pero es la diferencia que lleva a los descubrimientos creativos y a una gran robustez de conducta.

El pensamiento y la memoria están estrechamente relacionados entre sí, pues el pensamiento se basa mucho en las experiencias de la vida. De hecho, gran parte de la solución de problemas y de la adopción de decisiones se realiza mediante tentativas de recordar alguna experiencia anterior que pueda servir de guía para el presente. Ha habido muchas teorías de la memoria humana. Por ejemplo, cada método de archivar cosas aparece en algún momento como modelo de la memoria humana. Mucha gente coloca las fotografías por orden en un álbum. Nuestra teoría de la memoria ha postulado que nuestras experiencias están cifradas y organizadas ordenadamente, como si se hallaran en un álbum de fotos. Esa teoría es errónea. Desde luego, la memoria humana no se parece a una

serie de fotografías ni a una grabación en cinta magnética. Entremezcla demasiado las cosas, confunde un acontecimiento con otro, combina acontecimientos diferentes y omite partes de distintos acontecimientos.

Otra teoría se basa en el modelo del archivo, en el cual hay montones de referencias cruzadas y de remisiones a otros archivos. Esta teoría es muy plausible, y probablemente sea una descripción razonable del enfoque que goza de más predicamento en la actualidad. Naturalmente, no se le da el nombre de teoría del archivo. Se la llama «teoría del esquema», «teoría del contexto», o a veces «red semántica» y «ciframiento proposicional». Los distintos expedientes se definen en la estructura formal de los esquemas o los contextos, y las relaciones y las asociaciones entre los distintos archivos hacen que la estructura constituya una red vasta y compleja. La esencia de la teoría consiste esencialmente en tres creencias, todas ellas razonables y apoyadas por un cuerpo considerable de datos: 1) que existen una lógica y un orden en las distintas estructuras (a eso se refiere el esquema o el contexto); 2) que la memoria humana es asociativa y cada esquema señala y se refiere a muchos otros esquemas con los cuales guarda relación o que ayudan a definir los componentes (de ahí el término de «red») y 3) que gran parte de nuestra capacidad de pensamiento deductivo se debe a la utilización de la información de un esquema para deducir las propiedades de otro (de ahí el término de «ciframiento proposicional») ⁶. Ilustremos el tercer concepto: una vez que yo sepa que todos los animales vivos respiran, sé que cualquier animal vivo con el que me encuentre respirará. No tengo que aprenderlo por separado respecto de todos los animales. Es lo que calificamos de «valor por defecto». Salvo que se me indique lo contrario, todo lo que yo aprenda respecto de un concepto general es aplicable por defecto a todos sus casos. Los valores por defecto no tienen por qué ser aplicables a todo: puedo aprender excepciones, como que todas las aves vuelan, salvo los pingüinos y las aves-truces. Pero los valores por defecto siguen siendo válidos hasta que una excepción demuestra lo contrario. La deducción es una propiedad utilísima y poderosísima de la memoria humana.

ENFOQUE CONEXIONISTA

Todavía nos falta mucho para comprender la memoria y el conocimiento humanos. Hoy día, en el campo en evolución de la ciencia del conoci-

miento, están apareciendo dos opiniones. La tradicional considera que el pensamiento es racional, lógico y ordenado; este enfoque utiliza la lógica matemática como medio científico de explicar el pensamiento. Los partidarios de este enfoque han propuesto que el mecanismo de la memoria humana es la formación de esquemas. Un enfoque más reciente está arraigado en el funcionamiento del cerebro en sí. Quienes seguimos este nuevo enfoque lo calificamos de «conexionismo», pero también se lo ha calificado de «redes nemónicas», «modelos neurónicos» y «elaboración paralela distribuida». Se trata de una tentativa de crear un modelo de la forma en la que está estructurado el cerebro en sí, con miles de millones de células cerebrales conectadas en grupos, muchas células conectadas con decenas de miles de otras células, muchas de ellas funcionando al mismo tiempo. Este enfoque sigue más bien las normas de la termodinámica que las de la lógica. El conexionismo es todavía algo provisional y no demostrado. Creo que tiene posibilidades de explicar muchas de las cosas que nos han eludido antes, pero una parte de la comunidad científica cree que adolece de defectos fundamentales ⁷.

El cerebro está formado por miles de millones de células nerviosas —neuronas—, cada una de las cuales está conectada con millares de otras células. Cada neurona envía señales sencillas a las neuronas con las cuales está conectada, y cada señal trata de aumentar o disminuir la actividad de la neurona receptora. El enfoque conexionista del estudio del pensamiento imita esas conexiones. Cada unidad conexionista está conectada con muchas otras unidades. Las señales tienen un valor positivo (y reciben el nombre de señales «activadoras») o negativo (y se llaman «inhibidoras»). Cada unidad va incrementando la influencia total de las señales que recibe y después envía por todas sus conexiones externas una señal cuyo valor es una función de esa suma. Y prácticamente eso es todo. Todos los elementos son sencillos; la complejidad y la potencia proceden del hecho de que hay muchas unidades interconectadas que tratan de influir en las actividades de las demás. Todas estas interconexiones llevan a una enorme interacción entre las unidades, y las señales producen a veces enfrentamientos y conflictos, y otras cooperación y estabilidad. Sin embargo, al cabo de un tiempo el sistema de unidades interconectadas acabará por asentarse en un estado estable que representa una transacción entre las fuerzas enfrentadas.

Los pensamientos se representan mediante pautas estables de actividad.

Cuando hay algún cambio del sistema, se desencadenan nuevos pensamientos, a menudo porque llega a los sentidos una información nueva que modifica la pauta de activación e inhibición. Podemos concebir las interacciones como la parte de cómputo del pensamiento: cuando un conjunto de unidades envía señales que activan a otro, cabe interpretar eso como el ofrecimiento de apoyo a una interpretación cooperativa de los acontecimientos; cuando un conjunto de unidades envía señales que suprimen otro, se debe a que los dos suelen brindar interpretaciones opuestas. El resultado de todo ese apoyo y de toda esa oposición es una transacción: no la interpretación correcta, sencillamente una interpretación que es todo lo coherente posible con todas las posibilidades que se están considerando activamente. Este enfoque sugiere que gran parte del pensamiento es el resultado de una especie de sistema de equilibrio de pautas, de un sistema que obliga a que sus soluciones sean análogas a las experiencias anteriores y que no sigue necesariamente las normas formales de la inferencia lógica.

La relajación de las estructuras conexionistas que interactúan para transformarse en pautas sucede con relativa rapidez y automatismo, por debajo de la superficie de la conciencia. Sólo tenemos conciencia de los estados finales, no de los medios de llegar a ellos. Como resultado, en esta visión de la mente, nuestras explicaciones de nuestro propio comportamiento siempre son sospechosas, pues son como relatos hechos *a posleriori* para explicar los pensamientos que ya tenemos.

Gran parte de nuestros conocimientos está oculta bajo la superficie de nuestras mentes, inaccesible a una inspección consciente. Básicamente, descubrimos nuestro propio conocimiento por conducto de nuestros actos. También podemos descubrirlo mediante pruebas a las que nos sometemos nosotros mismos, mediante la tentativa de recuperar ejemplos de la memoria: ejemplos autogenerados. Pensemos en un ejemplo, y después pensemos en otro ejemplo. Busquemos una explicación que los aclare. Creeremos entonces en esa explicación y decidiremos que es lo que motiva nuestra conducta. El problema reside en que la explicación cambia muchísimo según los ejemplos que seleccionemos. Y los ejemplos que seleccionamos dependen de un conjunto muy amplio de factores, algunos de los cuales controlamos y otros no.

También cabría calificar el enfoque conexionista de la memoria como la teoría «de exposición múltiple» de la memoria.

Supongamos que, sin que uno se dé cuenta, se le ha roto la cámara de fotos, de manera que la película no gira. Cada foto que hace uno queda montada encima de todas las demás. Si hubiera uno hecho fotos de escenas diferentes, todavía se podría distinguir entre las distintas partes. Pero supongamos que ha hecho uno fotos de una clase entera el día de la graduación, una persona cada vez. Cada una de esas personas se fue sentando por turnos en la silla frente a la cámara fija; cada una de ellas sonrió; a cada una de ellas se le hizo una foto. Después, al revelar la película, se encontraría uno con sólo una foto, formada por todas esas caras. Seguiría estando presente cada imagen, pero todas ellas estarían superpuestas y resultarían muy difícil de separar. Tendría uno la «foto promedio» del estudiante graduado.

Amontonemos todas las cosas que tiene uno en la memoria. Eso equivale a una aproximación burda del enfoque conexionista de la memoria. De hecho, las cosas no se amontonan hasta que han pasado por una serie de procesos. Y la memoria no es exactamente igual a una exposición múltiple. Pero no es una mala descripción del enfoque conexionista.

Veamos lo que ocurre cuando se experimentan dos acontecimientos parecidos: se fusionan para formar una especie de promedio, un «acontecimiento prototípico». Ese prototipo rige las intepretaciones y los actos relacionados con cualquier otro acontecimiento que parece semejante. ¿Qué ocurre cuando sucede algo que es verdaderamente discrepante? Si es totalmente distinto del prototipo, logra mantener su identidad cuando se introduce en la memoria. Se destaca por sí solo.

Si hubiera mil acontecimientos parecidos, tenderíamos a recordarlos como un prototipo compuesto. Si no hubiera más que un acontecimiento discrepante, también lo recordaríamos porque al ser discrepante no quedaría confundido con el resto. Pero la memoria consiguiente es casi como si no se hubieran producido más que dos acontecimientos: el frecuente y el discrepante. El frecuente tiene mil veces más probabilidades, pero no para la memoria; en la memoria hay dos cosas, y el acontecimiento discrepante apenas si parece menos probable que el cotidiano.

Y eso es lo que ocurre con la memoria humana. Amontonamos detalles de cosas que son parecidas y les damos un peso excesivo a las discrepantes. Atesoramos los recuerdos discrepantes y desusados. Los recordamos, hablamos de ellos y sesgamos nuestro comportamiento a su favor de formas totalmente inadecuadas.

¿Qué tiene que ver todo esto con el pensamiento cotidiano? Mucho. El

pensamiento cotidiano parece basarse en las experiencias anteriores, en nuestra capacidad para recuperar un acontecimiento del pasado y utilizarlo como modelo para el presente. Ese razonamiento basado en los acontecimientos tiene mucha fuerza, pero adolece de un defecto fundamental. Como el pensamiento se basa en lo que se puede recordar, el acontecimiento raro puede ser el predominante. Pensémoslo; pensemos en nuestras experiencias con ordenadores, con vídeos o con electrodomésticos y probablemente lo que le viene a uno a la memoria son las experiencias desusadas, las cosas discrepantes. No importa que haya uno utilizado un mecanismo con éxito cien veces; lo que uno recuerda es la vez en que las cosas salieron mal ⁸.

Las limitaciones de los procesos humanos de pensamiento tienen consecuencias importantes para las actividades cotidianas y, de hecho, cabe recurrir a ellas para distinguir las actividades cotidianas de las demás.

La estructura de las tareas

Las actividades cotidianas son sencillas desde el punto de vista conceptual. Deberíamos ser capaces de hacer la mayor parte de las cosas sin tener que pensar en lo que estamos haciendo. La sencillez reside en el carácter de la estructura de las tareas.

ESTRUCTURAS EN ANCHURA Y EN PROFUNDIDAD

Veamos el juego del ajedrez, actividad que no es cotidiana ni sencilla, al menos para la mayoría de nosotros. Cuando me toca a mí jugar, dispongo de varios movimientos posibles. Respecto de cada uno de mis movimientos, mi adversario tiene varias respuestas posibles. Y respecto de cada una de las respuestas de mi adversario, yo tengo varias contrarrespuestas posibles. Las secuencias se pueden representar en un árbol de decisiones, diagrama que en este caso toma como punto de partida la situación del tablero y muestra cada uno de los movimientos que yo puedo hacer, cada uno de los contramovimientos posibles, cada uno de los contracontra movimientos posibles, cada uno de los contracontracontra movimientos, etc.,

en toda la profundidad en que lo permitan el tiempo y la energía. Las dimensiones del árbol del ajedrez son inmensas, puesto que el número de opciones existentes tiene un crecimiento exponencial. Supongamos que en cada punto haya 8 movimientos posibles. En ese punto he de estudiar 8 movimientos iniciales míos, $8 \times 8 = 64$ respuestas de mi adversario, $64 \times 8 = 512$ respuestas que puedo hacer yo, $512 \times 8 = 4.096$ posibles respuestas de mi adversario, y después $4.096 \times 8 = 32.768$ posibilidades más para mí. Como cabe apreciar, el árbol de decisiones crece con gran rapidez. Si se prevén cinco movimientos, ello significa que se han de examinar más de 30.000 posibilidades distintas. El árbol se caracteriza por una red enorme y creciente de posibilidades. Aquí no tenemos el suficiente espacio como para reflejar el árbol de decisiones del ajedrez. Pero incluso un juego sencillo, como puede ser el de «tres en raya» (o ceros y cruces) tiene una estructura parecida, que se muestra en la figura 5.1.

El árbol de decisiones por lo que respecta al ajedrez es todavía más ancho y más profundo: ancho en el sentido de que en cada punto del árbol hay muchas alternativas, de forma que el árbol se extiende sobre una zona considerable; profundo en el sentido de que la mayor parte de las ramas del árbol se extienden a gran distancia.

Las actividades cotidianas no exigen el tipo de análisis complejo que requiere algo como el ajedrez. En casi todas las actividades cotidianas, no tenemos más que examinar las opciones y actuar. Las estructuras cotidianas son someras o estrechas⁹.

ESTRUCTURAS SOMERAS

El menú de una heladería constituye un buen ejemplo de una estructura somera (figura 5.2). Hay muchas posibilidades de acción, pero cada una de ellas es sencilla; hay pocas decisiones que adoptar después de la opción de alto nivel. El principal problema consiste en tomar la decisión de cuál de estos actos realizar. Las dificultades las causan las posibilidades enfrentadas, y no una búsqueda prolongada, una solución de problemas ni una posibilidad de tanteo y retracto. En las estructuras someras no existe problema de planificación, ni profundidad de análisis.

ESTRUCTURAS ESTRECHAS

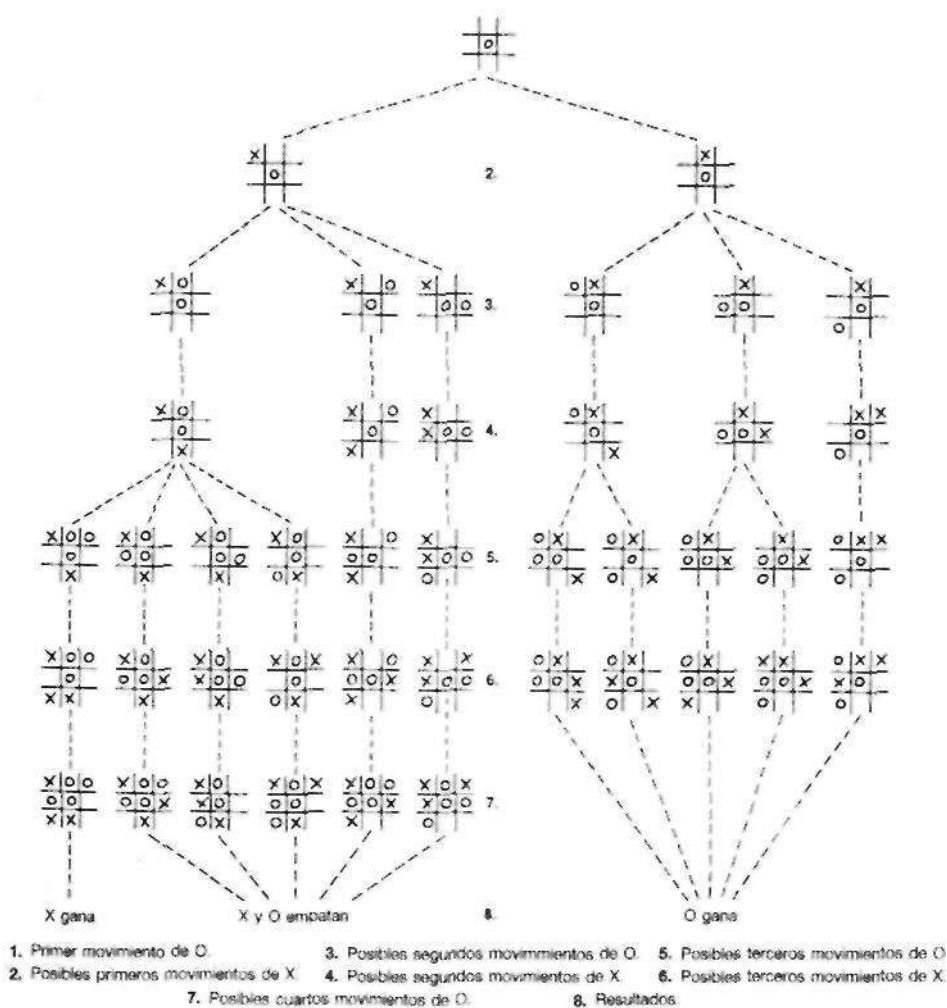
Una receta de libro de cocina constituye un buen ejemplo de estructura estrecha (figura 5.3). Surge una estructura estrecha cuando no hay más que un número reducido de opciones, quizá una o dos. Si cada posibilidad lleva sólo a una opción más entre dos, entonces la estructura del árbol consiguiente puede calificarse de estrecha y profunda.

Igual que el menú de la tienda de helados constituye un ejemplo de estructura somera, la comida de varios platos como menú fijo puede servir como ejemplo de una estructura profunda. Aunque puede haber muchos menus, de cada uno se sirve automáticamente al comensal el plato pertinente o la elección de uno o dos platos. Lo único que es necesario hacer es aceptar uno o negarse: no hace falta pensar mucho.

Otro ejemplo es la secuencia de actos necesarios para poner en marcha un coche. Hay que ir al coche, escoger la llave adecuada, insertarla en la cerradura, dar vuelta a la llave, abrir la puerta, sacar la llave, entrar en el coche, cerrar la puerta, ponerse el cinturón de seguridad, insertar la llave correcta en el encendido, comprobar que el coche no tiene puesta una marcha, encender el motor, etc. Se trata de una estructura profunda, pero estrecha. Hay muchos actos que realizar, pero en cada momento hay pocas opciones, o ninguna, que tener en cuenta. Toda tarea que implique una secuencia de actividades en la cual el acto a realizar en un momento dado está determinado por el lugar que ocupa en la secuencia es un ejemplo de una estructura estrecha.

La superautopista moderna brinda al conductor una serie de salidas. El conductor ha de lanzarse a la carretera con una salida predeterminada ya en la cabeza, o de lo contrario ha de decidir en cada salida si permanecer en la carretera o no. De hecho, los ingenieros de caminos tratan de linealizar y simplificar las tareas de adopción de decisiones del conductor: la información pertinente se va dando al conductor lentamente y de forma secuencial, a fin de reducir al mínimo la carga de trabajo mental y la necesidad de superponer la elaboración de esa información.

El diseño de autopistas se ha convertido en una ciencia, que tiene un conjunto bien definido de procedimientos y con asociaciones, libros y revistas dedicados exclusivamente a ella. Diferentes países del mundo han llegado a diferentes soluciones del problema de orientar al conductor.



5.1. Árbol de decisiones en anchura y profundidad. Juego de «tres en raya» (cruces y ceros). El árbol comienza arriba, en el estado inicial, y se va profundizando a medida que en cada estrato sucesivo se tienen en cuenta todos los movimientos posibles de cada jugador. Aunque este diagrama parece un poco complejo, es una estructura bastante sencilla en comparación con otras. En primer lugar, la imagen está muy simplificada. Sólo se muestra un primer movimiento posible de O, y se utiliza la simetría del tablero para reducir el número de opciones que se van teniendo en cuenta (sólo es necesario tener en cuenta los dos primeros movimientos de X: las

Cabrilla

Saltear cebolla y ajo
 Echar 2 botellas de cerveza en una olla y hervir
 Colocar la cabrilla en la sartén
 Echar la cerveza encima del pescado
 Añadir cebolla, ajo picado y setas
 Añadir 4 dientes de ajo enteros y sin pelar
 Añadir cilantro
 Dejar que hierva 10 minutos (aprox.)
 Sacar el pescado de la sartén
 Reducir el caldo obtenido a fuego vivo
 Poner arroz moreno en el plato de servir
 Colocar el pescado encima del arroz
 Añadir al pescado el caldo y la **salsa jalapeña**

Salsa jalapeña

Picar una cebolla grande
 Cortar y picar 6 tomatillos
 Cortar 2 guindillas jalapeñas a lo largo
 Pelar y cortar 2 tomates
 Poner la cebolla, los tomatillos, la guindilla y los tomates en la cazuela
 Añadir un vaso de vino tinto
 Cocer a fuego lento entre 5 minutos y 2 horas (cuanto más tiempo, más suave será la salsa)
 Añadir cilantro
 Servir

5.3. Árbol de decisiones profundo y estrecho. No hay que adoptar muchas decisiones a ningún nivel, pero para realizar la tarea hay que seguir muchos pasos (niveles). Esta estructura de decisiones es característica de cualquier tarea que tenga muchos pasos, cada uno de los cuales es relativamente sencillo. Un ejemplo es el de los pasos a seguir para realizar una receta, como ésta que es mi receta favorita de pescado.

En la Gran Bretaña se hizo un análisis bastante completo para diseñar las autopistas de la serie M. Cada autopista tiene una secuencia cuidadosamente programada de seis señales. La primera aparece una milla antes de la salida y tiene por objetivo desempeñar una función de alerta, así como brindar información sobre el número de la carretera. La segunda precede a la salida en media milla e indica los principales centros a los que se llega por esa salida (pero ninguna información sobre números de carreteras). La tercera precede a la salida en un cuarto de milla y añade el «punto siguiente» (a donde se llega si no se sale uno de la autopista). La cuarta señal se halla en la salida y da los números de las carreteras principales y unos cuantos nombres de poblaciones. La quinta se halla en la pista ya después de la salida, y su objetivo es desempeñar una función de «confirmación»: indica los puntos siguientes de destino y sus distancias. La sexta señal se halla en la rampa de salida y sus colores son los opuestos a todos los anteriores; indica todos los destinos locales, generalmente en un mapa de la encrucijada que se halla en la mayor parte de las salidas¹⁰.

EL CARÁCTER DE LAS TAREAS COTIDIANAS

La mayor parte de las tareas de la vida cotidiana son rutinarias y exigen poco pensamiento o planificación: cosas como bañarse y vestirse, limpiarse los dientes, comer en la mesa, ir al trabajo, ver a amigos, ir al teatro. Se trata de las actividades cotidianas que ocupan la mayor parte de nuestro tiempo, y son muchas. Sin embargo, cada una de ellas, por sí misma, es relativamente sencilla: somera o estrecha.

¿Cuáles *no son* actividades cotidianas? Las que tienen estructuras anchas y profundas, las que exigen una planificación y un pensamiento conscientes y considerables, tanteos y retractos deliberados: probar primero con un método y después con otro; volver atrás. Entre las tareas no habituales figuran escribir un documento o una carta largos, hacer una compra importante o compleja, calcular los impuestos, planear una comida especial, organizar un viaje de vacaciones. Y no olvidemos los juegos intelectuales: el bridge, el ajedrez, el poker, los crucigramas, etc.

Las tareas que más suelen estudiar los psicólogos *no son* tareas cotidianas. Son cosas como el ajedrez o los rompecabezas algebraicos que exigen una gran cantidad de pensamiento y de esfuerzo; pero de hecho, esas actividades tienen exactamente el tipo de estructuras anchas y profundas que no son típicas de las actividades cotidianas.

En general, hallamos estructuras anchas y profundas en los juegos y las actividades de las horas de ocio, en los cuales la estructura está ideada de forma que ocupe el cerebro o que la tarea sea deliberadamente (y artificialmente) difícil. Después de todo, ¿qué desafío existiría si juegos como el ajedrez o el bridge fueran sencillos conceptualmente? ¿Cómo se mantendría el interés en una novela de misterio —o, de hecho, en cualquier novela—, si el argumento fuera sencillo y las respuestas se pudieran deducir fácilmente? Las actividades de ocio *deben* ser anchas y profundas, pues las realizamos cuando tenemos tiempo y ganas de invertir el esfuerzo. En el mundo cotidiano aspiramos a hacer rápidamente las cosas importantes de la vida, y no pasarnos el tiempo pensando mucho para tratar de abrir una lata de comida o marcar un número de teléfono.

Las actividades cotidianas, por lo general, deben hacerse con relativa rapidez, y a menudo simultáneamente con otras actividades. Es posible que no se disponga de tiempo ni de recursos mentales. Como resultado, las actividades cotidianas se estructuran de forma que se reduzca al mí-

nimo la actividad mental consciente, lo cual significa que deben reducir al mínimo la planificación (y en especial toda planificación que exija pensar mucho en el futuro y volver atrás) y los cálculos mentales. Esas características limitan las tareas cotidianas a las que son someras (no hay que pensar mucho en el futuro ni que volver atrás) y las que son estrechas (en las cuales hay pocas opciones en cualquier momento dado, por lo cual hace falta poca planificación). Si la estructura es somera, la anchura no es importante. Si la estructura es estrecha, la profundidad no es importante. En ambos casos, se reduce al mínimo el esfuerzo mental necesario para realizar la tarea.

Comportamiento consciente y subconsciente

Gran parte del comportamiento humano tiene lugar de forma subconsciente, sin conciencia de lo que se hace e inasequible a la inspección. Todavía se sigue debatiendo mucho cuál es la relación exacta entre el pensamiento consciente y el subconsciente. Los consiguientes enigmas científicos son complejos y nada fáciles de resolver.

El pensamiento subconsciente representa pautas. Funciona, creo yo, mediante el hallazgo de lo que se puede comparar mejor entre la propia experiencia de lo ocurrido en el pasado y lo que está ocurriendo ahora. Actúa rápida y automáticamente, sin esfuerzo. La elaboración conceptual subconsciente es uno de nuestros puntos fuertes. Sirve para detectar tendencias generales y reconocer la relación entre lo que experimentamos actualmente y lo que ha sucedido en el pasado. Y sirve para generalizar y formular predicciones acerca de la tendencia general sobre la base de unos cuantos ejemplos. Pero el pensamiento subconsciente puede hallar comparaciones que son inadecuadas, o erróneas, y puede no distinguir lo común de lo raro. El pensamiento subconsciente está sesgado hacia la regularidad y la estructura y tiene una fuerza formal limitada. Puede no ser capaz de una manipulación simbólica, de un razonamiento cuidadoso a lo largo de una serie de etapas.

El pensamiento consciente es muy distinto. Es lento y laborioso. Con él es con el que ponderamos lentamente las decisiones, reflexionamos sobre opciones, comparamos entre elecciones. El pensamiento consciente pondera primero un enfoque y después otro, compara, racionaliza y halla

explicaciones. La lógica formal, las matemáticas, la teoría de las decisiones son las herramientas del pensamiento consciente. Tanto el modo consciente como el subconsciente de pensamiento son aspectos vigorosos y esenciales de la vida humana. Ambos pueden aportar saltos de percepción y momentos creativos. Y ambos están sometidos a errores, concepciones erróneas y fallos.

El pensamiento consciente tiende a ser lento y serial. La elaboración consciente parece implicar la memoria a corto plazo, y en consecuencia adolece de limitaciones en cuanto al volumen disponible. Si trata uno conscientemente de resolver ese juego de niños llamado «tres en raya», o ceros y cruces, se descubre que es imposible si trata uno de explorar todas las opciones. ¿Cómo puedo afirmar que no se puede hacer en la cabeza un juego trivial de niños? Pues porque en realidad no se juega pensándolo; se juega recordando las pautas, transformando el juego en algo más sencillo. Tratemos de probarlo con el siguiente juego:

Empecemos con los nueve números, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Cada adversario juega por turno y cada vez toma un número. Cada número sólo se puede tomar una vez, de forma que si el adversario ha seleccionado un número, uno no puede tomarlo también. La primera persona que tenga tres números que sumados den el 15 gana la partida.

Se trata de un juego difícil. Se verá que es muy difícil de jugar sin escribirlo. Pero este juego es idéntico al de «tres en raya». ¿Por qué ha de ser difícil si el de «tres en raya» es fácil?

Para advertir la relación entre el juego del 15 y el de «tres en raya», basta con organizar los nueve dígitos conforme al siguiente modelo:

8 1 6

3 5 7

4 9 2

Ahora se ve la relación: cualquier trío de números que resuelva el problema del 15 resuelve también el del «tres en raya». Y cualquier solución del «tres en raya» es también una solución del 15. Entonces, ¿por qué uno es fácil y el otro difícil? Pues porque el «tres en raya» aprovecha las capacidades perceptivas y porque se puede

simplificar el «tres en raya» si se modifica de varios modos, mediante la utilización de las simetrías y el recuerdo («aprendizaje») de los movimientos básicos de apertura y las reacciones correctas a ellos. Al final, salvo que alguien tenga un lapsus, dos jugadores siempre empatarán y ninguno de ellos ganará.

Las transformaciones del «tres en raya» han convertido una tarea compleja en otra cotidiana. La versión cotidiana no exige un gran esfuerzo mental, no exige planear ni pensar, y es aburrida. Y eso es exactamente lo que deberían ser las tareas cotidianas: aburridas, de forma que podamos dedicar nuestra atención consciente a las cosas importantes de la vida, y no a las rutinarias.

El pensamiento consciente se ve gravemente limitado por la capacidad reducida de la memoria a corto plazo. En cada momento determinado no se puede disponer más que de cinco o seis elementos. Pero el pensamiento subconsciente es una de las herramientas de la mente consciente, y la limitación de la memoria se puede superar si se puede hallar una estructura de organización adecuada. Si se toman quince cosas inconexas, no es posible mantenerlas simultáneamente en la memoria consciente. Si se organizan en una estructura, resulta fácil, pues no hay que mantener en la memoria consciente más que esa estructura. Como resultado de esa capacidad de organización para superar los límites de la memoria activa, la explicación y la comprensión se convierten en componentes esenciales del pensamiento consciente: si existe una comprensión y una explicación, el número de cosas que se pueden mantener conscientemente en la cabeza aumenta muchísimo.

Veamos ahora cómo pueden cometerse equivocaciones: por una falsa relación; por tomar la situación del momento y compararla en falso con algo del pasado. Aunque acertadamente logramos encontrar ejemplos del pasado para compararlos con el presente, esos ejemplos están sesgados en una de dos formas: hacia las regularidades del pasado —que es la situación prototípica— o hacia el acontecimiento único y discrepante. Pero supongamos que el acontecimiento actual sea diferente de todos los acontecimientos que se hayan experimentado antes: no es común ni único, es simplemente raro. No nos enfrentaremos bien con él: es probable que clasifiquemos lo raro con lo común o con lo único, y ambas opciones son erróneas. Las mismas capacidades que nos conducen a ocuparnos tan acertadamente de lo común y de lo único desembocan en graves errores con lo raro.

LA EXPLICACIÓN DE LOS ERRORES

¿Un ladrón reformado que hablaba del motivo de su éxito explicó lo siguiente: «IAS voy a decir una cosa... si tuviera cien dólares por cada vez que he oído a alguien decir a su perro: "deja de ladrar... vete a acostar" cuando yo ya estaba apostado junto a su ventana, sería millonario» "

Los errores, en especial cuando implican una mala interpretación de la situación, pueden tardar mucho tiempo en descubrirse. Para empezar, la interpretación es perfectamente razonable en el momento en que se hace. Se trata de un problema especial en una situación nueva. La situación puede parecerse mucho a otras en las que ya hemos estado: tendemos a confundir lo raro con lo frecuente.

¿Cuántas veces ha oído uno un ruido raro mientras conducía el coche y no le ha hecho caso por considerarlo de escasa o ninguna importancia? ¿Cuántas veces oye uno al perro que ladra por la noche y se ha levantado a gritarle: «¡Cállate!». Y, ¿qué pasa si el coche de verdad tenía una avería y al no hacer caso esta se va agravando? ¿O si verdaderamente hay un ladrón ahí fuera, pero ha hecho uno callar al perro?

Este problema es natural. Hay muchas cosas a las que podríamos prestar atención o que nos deberían preocupar; en su mayor parte serían falsas alarmas, acontecimientos menores sin importancia. En el otro extremo, podemos hacer caso omiso de todo, explicar racionalmente cada anomalía aparente. Oímos un ruido parecido a un disparo de pistola y explicarnos: «Debe de ser un tubo de escape». Oímos a alguien que grita y pensamos: «¿Por que no se callarán los vecinos?». La mayor parte de las veces tenemos razón. Pero cuando no la tenemos, nuestras explicaciones parecen estúpidas y difíciles de justificar.

Cuando ocurre un accidente devastador las explicaciones que da la gente de los indicios de su inminencia siempre les parecen poco plausibles a terceros. Después, existe una tendencia a leer la noticia de lo ocurrido y criticar: «¿Cómo podría ser tan estúpida esa gente? Hay que despedirla. Hay que apobar una ley al respecto. Hay que reformar los programas de capacitación». Considérense los accidentes de la energía nuclear. Los operarios de Three Mile Island cometieron muchos errores e hicieron muchos diagnósticos equivocados, pero cada uno de ellos era lógico y comprensible en su momento. El desastre de la central nuclear de Chcrnobył lo

desencadenó una tentativa bien intencionada de someter a prueba los dispositivos de seguridad de la central. En su momento, cada acto pareció lógico y sensato a los operarios, pero ahora cabe advertir que cometieron errores "".

La explicación de los errores es un problema común en los accidentes comerciales. Casi todos los accidentes graves se producen tras una serie de averías y errores, después de un problema tras otro, cada uno de los cuales hace que el siguiente sea más probable. Raras veces ocurre un accidente grave sin que haya habido muchos fallos: mal funcionamiento del equipo, acontecimientos desusados, una serie de averías y errores aparentemente inconexos que culminan en un grave desastre; sin embargo, ninguno de esos acontecimientos por separado parecía grave. En muchos de esos casos, las personas implicadas observaron el problema pero hallaron una explicación lógica de algo que habían observado y parecía aberrante.

Las diferencias entre nuestra comprensión de un acontecimiento antes y después de que ocurra pueden ser impresionantes. El psicólogo Baruch Fischhoff ha estudiado las explicaciones dadas retrospectivamente, cuando los acontecimientos parecen ser totalmente evidentes y predecibles una vez ocurridos, pero totalmente impredecibles de antemano ' .

Fischhoff planteó a varias personas una serie de situaciones y les pidió que predijeran lo que iba a ocurrir: sólo acertaron a nivel aleatorio. Después planteó las mismas situaciones junto con lo ya ocurrido a otro grupo de personas, a las que pidió que dijeran qué probabilidades había de que sucediera aquello: cuando se conocía el resultado final, parecía ser plausible y probable, mientras que los otros resultados posibles parecían improbables. Cuando no se conocía lo que había ocurrido efectivamente, las diversas posibilidades tenían un nivel de plausibilidad muy diferente. Resulta mucho más fácil determinar lo que es evidente después de que ya ha ocurrido.

LA PRESIÓN SOCIAL Y LAS EQUIVOCACIONES

Una cuestión sutil que parece figurar en muchos accidentes es la presión social. Aunque en un principio parezca no tener pertinencia para el diseño, tiene mucha influencia en el comportamiento cotidiano. En contextos industriales, las presiones sociales pueden llevar a interpretaciones erró-

neas, equivocaciones y accidentes. A fin de comprender las equivocaciones, la estructura social es tan esencial, punto por punto, como la estructura física-

Veamos los accidentes aéreos, que no son actividades cotidianas para la mayoría de nosotros, pero están sometidos a los mismos principios. En 1983 el vuelo 007 de las Líneas Aéreas Coreanas entró por error en la URSS y fue abatido por los soviéticos, debido probablemente a un error en la programación de la ruta de vuelo en el sistema de navegación inercial (SNI). Aunque cada punto de verificación era discrepante, aparentemente las desviaciones se explicaban fácilmente si la tripulación sustituía el punto anterior del SNI por cada punto de lectura del punto de verificación. Pero también existían unas presiones sociales considerables.

Probablemente la tripulación del vuelo 007 programó mal el SNI, pero el SNI podía reprogramarse en vuelo; si se detectaba un error, el avión tendría que regresar al aeropuerto de partida, aterrizar (descargando combustible en vuelo para conseguir que el peso al aterrizaje fuera seguro) y después reprogramar el SNI y volver a despegar, todo lo cual es muy caro. Tres aviones de las Líneas Aéreas Coreanas habían regresado a su aeropuerto de partida en los seis meses anteriores al incidente del vuelo 007, y la gerencia había dicho a sus pilotos que el siguiente que retornara sería sancionado. ¿Fue esto un factor en el accidente? Resulta difícil saberlo, pero el diseño del SNI parece muy deficiente. Las presiones sociales a las que estaba sometida la tripulación para no hallar (o no reconocer) un error en el SNI eran, con toda evidencia, muy grandes. Pero nunca se debe imponer una sanción por seguir un procedimiento de seguridad. El enfoque correcto habría sido volver a diseñar los SNI o los procedimientos para utilizarlos .

Como siempre, el auténtico culpable es el diseño. El diseño que conduce a programar mal los sistemas, o a leer mal un instrumento o a clasificar mal un acontecimiento. El diseño de la estructura social que hace punible la comunicación falsa de un peligro. Si se interrumpe por error el funcionamiento de una central de energía nuclear, lo cual le cuesta a la empresa centenares de miles de dólares, el resultado más probable será el despido. Si no se interrumpe cuando ocurre un incidente real, el posible resultado sería perder la vida. Si se niega uno a pilotar un avión lleno de pasajeros porque el tiempo parece malo, la empresa pierde mucho dinero y los pasajeros se enfadan mucho. Si se despegue en esa situación, la mayor

parte de las veces no ocurre nada, lo cual alienta la aceptación de riesgos. Pero a veces se produce un desastre.

Tenerife, Islas Canarias, 1977. Un Boeing 747 de la KLM que estaba despegando chocó con un 747 de la Pan American que estaba en pista, lo que ocasionó la muerte de 583 personas. El avión de la KLM no debería haber tratado de despegar en aquel momento, pero estaba empezando a hacer mal tiempo y la tripulación llevaba demasiado retraso (incluso el hallarse en las Islas Canarias era una desviación del vuelo previsto: había tenido que aterrizar allí porque el mal tiempo le había impedido hacerlo en el destino previsto); no había recibido permiso para despegar. Y el avión de Pan American no debería haberse hallado en pista, pero existían graves problemas de entendimiento entre los pilotos y los controladores aéreos. Además, estaba descendiendo la niebla, de manera que ninguno de los dos aviones podía ver al otro.

Existían simultáneamente presiones de tiempo y presiones económicas. Los pilotos de la Pan American pusieron en tela de juicio las órdenes de rodar por la pista, pero de todos modos siguieron adelante. El copiloto del avión de la KLM manifestó algunas objeciones al piloto, con la sugerencia de que no tenían permiso para despegar. Al final ocurrió una tragedia debida a una compleja combinación de presiones sociales y de explicaciones lógicas de observaciones discrepantes.

El vuelo de Air blonda desde el Aeropuerto Nacional de Washington D.C. se estrelló al despegar contra el puente de la calle 14 sobre el río Potomac, lo cual causó la muerte a 78 personas, comprendidas cuatro que había en el puente. El avión no hubiera debido despegar porque tenía hielo en las alas, pero ya llevaba un retraso de más de una hora y media; es posible que este factor y otros «predispusieran a la tripulación a apresurarse demasiado». El accidente ocurrió pese a la preocupación del primer oficial (el copiloto): «Aunque el primer oficial manifestó cuatro veces al capitán, durante el despegue, que algo "no iba bien", el capitán no hizo nada para abortar el despegue». Una vez más, asistimos a la combinación de presiones sociales con las fuerzas del tiempo y las económicas¹⁵.

Diseñar para que se cometan errores

Suele considerarse que los errores son algo que hay que evitar, o que cometen personas no cualificadas o no motivadas. Pero todo el mundo comete errores. Los diseñadores se equivocan al no tener en cuenta los errores. Sin darse cuenta, pueden hacer que resulte fácil cometer un error

y difícil o imposible descubrirlo o corregirlo. Veamos la historia de la Bolsa de Londres con la que se inició este capítulo. El sistema estaba mal diseñado. No debería resultar posible que una sola persona, con un solo error, causara unos perjuicios tan graves. Lo que deberían hacer los diseñadores es lo siguiente:

1. Comprender las causas de los errores y diseñar de modo que esas causas se reduzcan al mínimo.
2. Hacer que sea posible invertir lo que ya se ha hecho —«deshacerlo»— o que resulte más difícil de hacer lo que no se puede invertir.
3. Hacer que resulte más fácil descubrir los errores que efectivamente se cometen, y que resulten más fáciles de corregir.
4. Modificar las actitudes respecto de los errores. Considerar que el usuario de un objeto está tratando de realizar una tarea, cosa que va consiguiendo mediante aproximaciones imperfectas. No considerar que el usuario está cometiendo errores; considerar que sus actos son aproximaciones de lo que desea.

Cuando alguien comete un error, por lo general ha habido motivos para ello. Si se trata de una equivocación, es probable que la información disponible fuera incompleta o indujera al error. Probablemente, la decisión era la sensata en el momento dado. Si fue un lapsus, probablemente se debió a que el diseño era malo o a una distracción. Por lo general, los errores son comprensibles y lógicos, cuando se piensa en sus causas. No hay que castigar a la persona por cometer un error. No hay que sentirse ofendido. Pero, sobre todo, no hay que hacer caso omiso del error. Hay que tratar de diseñar el sistema de modo que quede un margen para el error. Comprender que el comportamiento normal no siempre es exacto. Diseñar las cosas de forma que resulte fácil corregir los errores y que sea posible efectuar correcciones.

COMO HACER FRENTE A LOS ERRORES... Y COMO NO

Veamos el error de dejarnos las llaves en el coche. En algunos coches resulta mucho menos probable ese error. Sencillamente, es imposible cerrar las puertas (o en todo caso, no resulta fácil) salvo que se utilice la llave. De manera que se ve uno prácticamente obligado a seguir teniendo

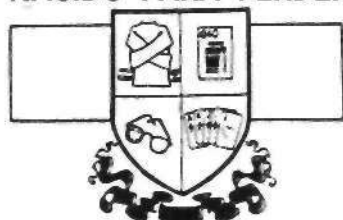
las llaves encima. Yo califico a este upo de diseño de *función forzosa* (ya hablaremos más del tema en la sección siguiente).

En los Estados Unidos, los coches tienen que estar diseñados de modo que si se abre la puerta mientras las llaves están en el encendido, se enciende un sonido de alarma. En teoría, si se aleja uno del coche y deja las llaves en el encendido, la alarma hace que uno vuelva. Pero hay que hacer caso omiso de la alarma tantas veces como hay que atender a ella. Hay que hacer caso omiso de ella cuando se abre la puerta del coche con el motor en marcha, con objeto de darle algo a alguien. En esas ocasiones, resulta molesta; uno ya es consciente de que la puerta está abierta. Y a veces uno quiere o necesita dejar las llaves en el coche. Suena la alarma: ésta no puede distinguir entre los actos cometidos adrede y los equivocados.

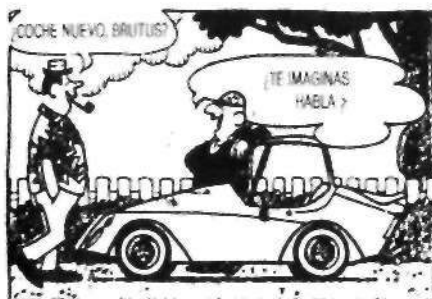
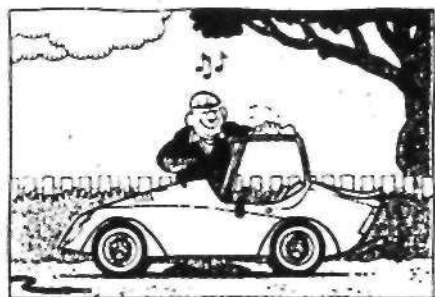
Por lo general, las señales de alarma no constituyen una respuesta. Veamos la sala de control de una central de energía nuclear o la cabina de un avión comercial. Existen miles de instrumentos, y cada uno de ellos ha sido diseñado por alguien que consideró que era necesario colocarle una señal de alarma. Muchas de las señales suenan igual. En todo caso, se puede hacer caso omiso de casi todas ellas, porque lo que le dicen al operario es algo que este ya ~~se~~ sabe. Y cuando de verdad surge una situación de urgencia, parece como si todas las señales se disparasen al mismo tiempo. Cada una de ellas compite con las demás para que se la escuche, lo cual impide a uno concentrarse en el problema "\

Existen diversos motivos para no hacer caso de los componentes de alarmas automáticas. Uno de ellos es que se pueden disparar por error, con lo cual perturban un comportamiento perfectamente sensato y correcto. Otro es que a menudo entran en conflicto, y la cacofonía consiguiente distrae tanto que dificulta el funcionar adecuadamente. Por último, a menudo son incómodos. No es posible sentarse en el coche en un día de calor, abrir la puerta para que entre el aire y escuchar la radio. Para que la radio funcione, la llave debe estar en el encendido, pero entonces la puerta no para de sonar. Entonces desconectamos las señales de alarma, las tapamos con cinta adhesiva, silenciamos la alarma y quitamos las bombillas. Eos métodos de alarma y de seguridad deben emplearse con cuidado c inteligencia, habida cuenta de las disyuntivas negativas que tienen para las personas afectadas.

NACIDO PARA PERDER



por Art Sansom



FUNCIONES FORZOSAS

Las funciones forzosas constituyen una forma de presión física: de situaciones en las cuales los actos están sometidos a tal presión que el fallo en una fase impide que se produzca la siguiente. El poner en marcha un coche guarda relación con una función forzosa: hay que poner la llave del encendido en la cerradura del encendido. Hace algún tiempo, el botón que activaba el motor de la puesta en marcha estaba separado de la llave del encendido, de manera que se podía tratar de poner en marcha el coche sin las llaves; era un error frecuente. En la mayor parte de los automóviles modernos, el motor de la puesta en marcha se activa al girar la llave: función de fuerza efectiva que obliga a uno a utilizar la llave para realizar la operación.

No existe ninguna función forzosa análoga para quitar la llave al salir del automóvil. Como ya hemos visto, los automóviles que tienen cerraduras que sólo funcionan con una llave (desde fuera del vehículo) introducen una función forzosa: si quiere uno cerrar la puerta, no puede dejar la llave en el coche. Si verdaderamente se desea una función forzosa, por lo general es posible encontrarla, aunque a costa de alguna restricción al comportamiento normal. Es importante pensar en todas las consecuencias de ese coste: decidir si la gente estropeará deliberadamente la función forzosa.

La historia de los cinturones de seguridad en los coches constituye un buen ejemplo. Pese a todas las pruebas existentes de que los cinturones de seguridad constituyen un medio eficaz de salvar vidas, a alguna gente le desagradan tanto que se niega a ponérselos, debido probablemente a que el riesgo percibido es mucho menor que el riesgo real y estadístico. Durante un breve período de tiempo, los Estados Unidos intentaron establecer una función forzosa para los asientos de seguridad: en cada coche nuevo se instalaba un sistema especial de cierres. Si los cinturones de seguridad del conductor y los pasajeros no estaban puestos, el coche no se ponía en marcha (y sonaba una alarma). Esta función forzosa fue tan mal acogida que la mayor parte de los conductores llevaron sus coches al garaje para que la desconectarán. La ley se modificó rápidamente.

Parecía que se planteaban tres problemas. En primer lugar, eran muchos los que no querían ponerse los cinturones de seguridad y se sentían irritados por la función forzosa mecánica. En segundo lugar, la función forzosa no podía distinguir entre los casos legítimos en los cuales no debería ponerse el cinturón y los ilegítimos. Por

ejemplo, si quería uno depositar un paquete en el asiento del pasajero, el elemento detector de pesos del asiento registraba una persona, de modo que el coche no se ponía en marcha si el cinturón de seguridad del pasajero no estaba puesto. En tercer lugar, los mecanismos no eran fiables, de manera que fallaban muchas veces: sonidos de alarmas, paro del motor y todo género de molestias. Los que no lograban idear cómo desconectar la función forzosa se limitaban a dejar siempre enganchados los cinturones de seguridad incluso cuando el asiento no estaba ocupado, pero por debajo del asiento. De manera que si el pasajero deseaba verdaderamente utilizar el cinturón, no podía hacerlo. Moraleja: no resulta fácil imponer a la gente una conducta que no desea. Y si va uno a utilizar una función forzosa hay que asegurarse de que funciona, es fiable y distingue entre las infracciones legítimas y las ilegítimas.

Las funciones forzosas constituyen un caso extremo de presiones fuertes que facilitan el descubrimiento de que un comportamiento es erróneo. No todas las situaciones permiten que actúen presiones tan fuertes, pero cabe ampliar el principio general a toda una diversidad de situaciones. En la ingeniería de seguridad, las funciones forzosas se presentan con otros nombres, en particular como métodos para impedir accidentes. Tres de esos métodos son los *cierres conectados*, *cierres sincronizados* y *cierres excluyentes*.

Un *cierre conectado* obliga a realizar las operaciones en la secuencia correcta (figura 5.4). Los microondas y los aparatos de televisión utilizan cierres conectados como funciones forzosas para impedir que la gente abra la puerta del horno o quite la placa trasera del aparato de televisión sin apagar primero la electricidad: el cierre conectado desconecta la energía en el momento en que se abre la puerta o se elimina la placa. La pinza de un extintor de incendios o la espoleta de una granada de mano y el seguro de un fusil son otros ejemplos de cierres conectados; esas funciones forzosas impiden que se utilicen accidentalmente los instrumentos.

Los *cierres sincronizados* mantienen una operación en marcha e impiden que alguien la detenga prematuramente. Los tristes casos de quienes apagan máquinas de tratamiento de textos sin «salvar» primero el trabajo realizado podrían evitarse si se empleara un cierre sincronizado. Supongamos que el interruptor de encendido y apagado fuera «blando», que no cerrase de todo el funcionamiento, sino que enviara una señal al programa para que éste se detuviera, verificando que se había registrado todo lo escrito y después, una vez terminadas todas las operaciones necesarias a este respecto, apagara la energía (naturalmente, debería existir también

un interruptor normal como elemento de seguridad para situaciones especiales o para cuando un problema de programación hace que el interruptor «blando» falle).

Son *dispositivos de cierre excluyente* los que impiden a alguien entrar en un lugar peligroso o impiden que ocurra algo determinado. Un buen ejemplo de cierre excluyente es el de las escaleras de los edificios públicos, al menos en los Estados Unidos (figura 5.5). En caso de incendio, la gente tiene la tendencia a huir aterrada y bajar, bajar y bajar, más allá del piso bajo y hasta llegar al sótano, donde queda atrapada. La solución (que impone la legislación sobre incendios) es que no se pueda pasar sin más del piso bajo al sótano.

En el edificio en el que trabajo yo, parece como si las escaleras terminasen en el piso bajo y llenan directamente a la puerta de salida del edificio. Para seguir bajando hay que encontrar una puerta diferente, abrirla y bajar las escaleras. Este elemento de seguridad suele ser molesto: todavía no hemos sufrido nunca un incendio, y sin embargo yo tengo que ir muchas veces desde otro piso al sótano. Pero es una molestia pequeña y merece la pena el coste si sirve para salvar vidas en caso de incendio.

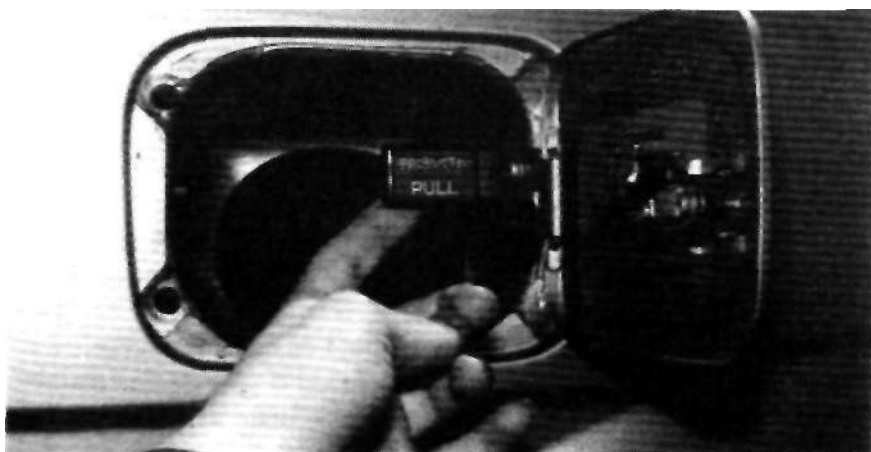
Las funciones forzosas casi siempre son molestas en el uso normal. El diseñador listo tiene que reducir al mínimo esa molestia al mismo tiempo que mantiene el mecanismo de seguridad y de función forzosa para impedir una posible tragedia.

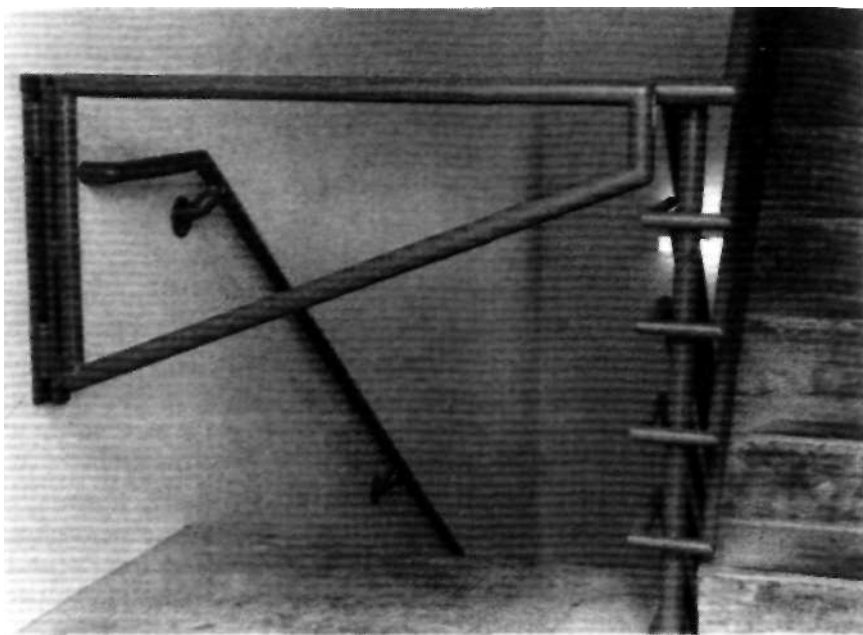
Existen otros dispositivos útiles que emplean las funciones forzosas. En algunos lavabos públicos hay un estante para paquetes incómodamente colocado en la pared justo detrás de la puerta del cubículo, que se mantiene en posición vertical mediante un muelle. Uno coloca el estante en posición horizontal y el peso del paquete lo mantiene así. ¿Por qué no montar un estante permanente, siempre horizontal, colocado de forma que no impida abrir la puerta? Hay espacio. Si se piensa un poco se halla la respuesta: la posición del estante es una función forzosa. Cuando se baja el estante, bloquea la puerta, de manera que al salir del cubículo, hay que quitar del estante lo que se haya dejado encima y dejar que se levante. Y eso le obliga a uno a recordar sus paquetes. Es un buen diseño. Es bastante frecuente que se olviden cosas. Hay muchos ejemplos de ello:

— Hacer copias de un documento, pero dejar el original dentro de la máquina y marcharse sólo con la copia.



5.4. Uso de un cierre conectado. La furgoneta Nissan Stanza se construyó con la portezuela del depósito de gasolina en la mitad de la puerta corredera de pasajeros (arriba). Podría resultar peligroso que la puerta se abriera mientras alguien ponía gasolina en la furgoneta. A fin de resolver el problema, Nissan añadió una función forzosa, una barra que impedía que la puerta corredera se abriera cuando se estaba llenando el depósito de gasolina. La barra está construida en forma de un cierre conectado: no se puede abrir la portezuela del depósito de gasolina hasta que la barra queda colorada en la posición de seguridad (abajo). Además, la portezuela del depósito no se puede volver a cerrar hasta que la barra vuelve a su posición normal. Por último, se añadieron señales de alarma, de manera que si alguien trata de abrir la puerta mientras se está repostando, suena un timbre. Al final, hubo que hacer toda una serie de cosas para establecer esta función forzosa, que no habrían sido necesarias si no se hubiera empezado por colocar mal la portezuela del depósito de gasolina.





5.5. Cierre excluyeme. Forma de función forzosa que impide a la gente que baja las escaleras pasarse del piso bajo y llegar al sótano. Aunque en momentos normales esto resulta molesto, si hay un incendio y la gente baja las escaleras presa del pánico, la función forzosa puede salvar vidas al impedir que se lance alocadamente al sótano. La barra alienta a la gente a detenerse en el piso bajo y salir del edificio.

— Utilizar una tarjeta de banco o de crédito para sacar dinero de una caja automática y marcharse dejando la tarjeta. Este error era tan frecuente que actualmente muchas máquinas tienen una función forzosa: hay que sacar la tarjeta antes de que la máquina entregue el dinero. Naturalmente, entonces es posible que se marche uno sin dinero, pero eso es menos probable que olvidar la tarjeta, porque el dinero era el objetivo de utilizar la máquina. De todos modos existe la posibilidad, de manera que la función forzosa no es perfecta.

— Dejar a uno de los niños en un punto de descanso durante un viaje en automóvil. También me han contado el caso de una madre primeriza que dejó a su niño pequeño en el vestidor de unos grandes almacenes.

— Perder una pluma porque se sacó para escribir una nota o un cheque en un lugar público y después se dejó en alguna parte un momento mientras se hacía otra cosa, como entregar el cheque al vendedor. La pluma se olvida durante las actividades de guardarse el talonario de cheques, recoger lo que se ha comprado, hablar al vendedor o a unos amigos, etc. O lo contrario: pedir una pluma, utilizarla y después guardársela en el bolso o el bolsillo, aunque sea de otra persona; este lapsus constituye un ejemplo de error de captura.

Las funciones forzosas no siempre se establecen donde deberían existir. A veces su inexistencia causa todo género de confusiones innecesarias. Véase la advertencia que contienen las instrucciones de un juego reproducidas en la figura 5.6.

¡Cuántos signos de exclamación! Y la advertencia se repite a lo largo de todo el manual de instrucciones. No servirá de nada. El sistema de juegos Nintendo se destina a su uso por niños. Estos quizá no conserven el manual de instrucciones. Y aunque lo conserven, si se trata de un grupo de niños activos, que quieren probar un juego diferente, no se van a molestar en utilizarlo. Yo mismo he visto a mi hijo seguir las instrucciones fielmente durante varios días y luego no seguirlas una vez que se le dijo que dejara de jugar y viniera a comer. Las pocas veces que yo traté de aprender el juego, se me olvidó seguirlas. La única virtud posible de la advertencia es proteger al fabricante: cuando los niños hacen saltar una vez tras otra los circuitos electrónicos, la empresa puede negar toda responsabilidad, aduciendo que los niños infringieron las instrucciones.

En este caso, un diseño correcto exigiría una función forzosa. Existen varios sistemas viables. La tapa de compartimento de la cassette del juego podría controlar un cierre conectado, de manera que cortase automáticamente la corriente al abrirse. O el interruptor podría mover una palanca que bloqueara la parte de arriba del compartimento de la cassette del juego, de forma que no se pudieran introducir ni sacar cassettes salvo que se hubiera movido la palanca y cortado la corriente. Existen otras posibilidades. Naturalmente, a lo que me refiero es a que el diseño debería haber incluido una de esas posibilidades; si no existe una función forzosa, está casi garantizado que no se hará caso de la advertencia.

| 4. COMO MANEJAR EL NESI

• AL EMPEZAR

1. Pon la televisión en el canal 3.

Nota: Si el canal 3 está emitiendo en la zona en la que vives o interfiere en el juego, aprieta el interruptor que hay detrás del panel de control en el canal 4.

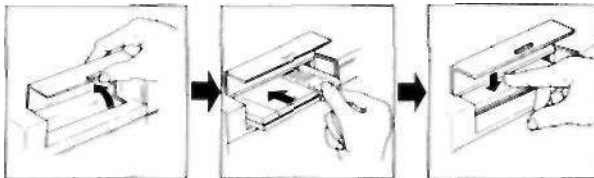
2. Si tu televisión tiene un sistema automático de sintonización (SAS), apágalo (utiliza la estera manual de sintonización para ajustar la imagen después de insertar la cassette del juego tal como se describe más abajo).

Nota: Si tu televisión tiene un control que la hace ponerse en blanco y negro cuando se apaga el SAS, deja el SAS puesto.

3. Asegúrate de que el interruptor del panel de control está en *OFF*.

¡¡ATENCIÓN!! ¡¡ASEGÚRATE SIEMPRE DE QUE EL INTERRUPTOR DEL PANEL DE CONTROL ESTÁ EN OPEANTES DE METER O SACAR LA CASSETTE DEL JUEGO!!

- 4*. Abre la portezuela del panel Inserta una cassette en la Aprieta hacia abajo la cas-
de control. cámara (con la etiqueta setttf -hasta que quede
hacia arriba) y métela del perfectamente cotócaoa y
todo. cierra la portezuela de la
cámara.



5.6. El juego para niños de Nintendo. Este sistema de vídeo se destina a los niños. Sin embargo, tiene unas instrucciones de seguridad complicadas y a las que es casi seguro que nadie hará caso. A fin de utilizar el sistema, se inserta una «cassette del juego» en la «cámara». El interruptor debe estar en *OFF* cuando se inserta o se saca la cassette. Al no existir ninguna función forzosa, casi todo el mundo hace caso omiso de las instrucciones (de suponer que alguien ni siquiera sepa que existen). Si una orden es importante, debe existir una función forzosa. Si la orden no es importante, deben eliminarse las instrucciones (Del manual de instrucciones Nintendo- Nintendo® y Nintendo Entertainment System® son las marcas comerciales de Nintendo of America Inc.® 1986 Nintendo).

Una teoría del diseño

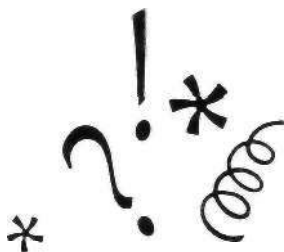
Hay muchas formas de que los diseñadores resuelvan la cuestión de los errores '. Sin embargo, lo fundamental es enfocar la cuestión con la teoría adecuada. El diseñador no debe pensar en una simple dicotomía entre errores y comportamiento correcto; por el contrario, debe tratarse toda la interacción como una actividad cooperativa entre la persona y la máquina, una actividad en la cual pueden surgir malentendidos por ambas partes. Esta teoría es mucho más fácil de aplicar en algo como un ordenador, que tiene la capacidad de adoptar decisiones propias, que con cosas como puertas y centrales de energía, que no tienen esa inteligencia. Pero la teoría del sistema centrado en el usuario sigue siendo válida. Hay que pensar en el punto de vista del usuario. Suponer que todo lo que pueda salir mal saldrá mal, y en consecuencia protegerse contra ello. Hacer que todo acto sea reversible. Tratar de que los errores sean menos costosos. En este libro se han comentado a fondo todos los principios necesarios.

— Hacer disponible el conocimiento necesario. No obligar a que todo el conocimiento se halle en la cabeza, pero dejar margen para que el funcionamiento sea más eficiente cuando el usuario haya aprendido las operaciones, se haya metido el conocimiento en la cabeza.

— Utilizar la capacidad de las presiones naturales y las artificiales: físicas, lógicas, semánticas y culturales. Utilizar funciones forzosas y topografías naturales.

— Reducir las lagunas de ejecución y evaluación. Hacer que las cosas sean visibles, tanto para la ejecución como la evaluación. Desde el punto de vista de la ejecución, hacer que las opciones sean muy claras. Desde el punto de vista de la evaluación, hacer que los resultados de cada acto sean evidentes. Hacer que sea posible determinar el estado del sistema rápida, fácil y exactamente, y de forma coherente con los objetivos, las intenciones y las expectativas de la persona.

EL DESAFIO DEL DISEÑO



Se pusieron al trabajo inmediatamente y el mes de septiembre siguiente estaba terminada la primera máquina (de escribir) y se habían escrito cartas con ella. Funcionaba bien en cuanto a escribir, con rapidez J> corrección, pero las pruebas y la experiencia demostraban que le faltaba mucho para llegar a ser una máquina de escribir aceptable y práctica...

Se fueron concibiendo y desarrollando máquinas y máquinas hasta que se fabricaron veinticinco o treinta instrumentos experimentales, cada uno de los cuales era un poco diferente y un poco mejor que el anterior. Se pusieron en mano de estenógrafos, personas prácticas que en principio sabían mejor que nadie lo que haría falta y sería satisfactorio. Uno de ellos fue James O. Clephane, de Washington D.C. Probó los instrumentos como no los había probado nadie; los destruyó, uno después de otro, a la misma velocidad que se fabricaban y se le enviaban, hasta agotar la paciencia del Sr. Sholes (el inventor). Pero el Sr. Densmore insistía en que eso fue precisamente la salvación de la empresa; en que mostraba los puntos débiles y los defectos y en que la máquina debía hacerse de tal modo que la pudiera utilizar cualquiera, o si no más valía la pena dejarlo; que esas pruebas eran una suerte y no una desgracia y que la empresa debería sentirse agradecida '.

La evolución natu_{ra}| del diseño

Gran parte del diseño correcto pasa por una evolución: el diseño se somete a prueba, se descubren aspectos problemáticos y se modifican, y después se sigue sometiendo a pruebas y a modificaciones constantes hasta que se agotan el tiempo, la energía y los recursos. Este proceso natural de diseño es característico de los productos contruidos por artesanos, especialmente los objetos populares. Cuando los objetos se hacen a mano, como las alfombras, la cerámica, las herramientas o los muebles, cada nuevo objeto se puede modificar algo a partir del anterior, eliminando pequeños problemas, introduciendo pequeñas mejoras o sometiendo a prueba nuevas ideas. Con el tiempo, este proceso desemboca en unos objetos funcionales y agradables desde el punto de vista de la estética.

Las mejoras pueden introducirse mediante la evolución natural siempre que se estudie cada diseño anterior y que el artesano esté dispuesto a ser flexible. Hay que identificar los aspectos que son malos. Los artistas populares cambian los aspectos que son malos y mantienen sin modificar los que son buenos. Si un cambio empeora las cosas, se vuelve a cambiar la próxima vez. Con el tiempo, los aspectos que son malos, al modificarse, se convierten en buenos y los que son buenos se mantienen. Kl término técnico de este proceso es el de «subir la cuesta», y es análogo a subir una cuesta a oscuras. Mover el pie en una dirección. Si ésta es hacia abajo, intentar otra. Si la dirección es hacia arriba, dar un paso. Seguir haciéndolo hasta que ha llegado uno a un punto en el que todos los pasos van hacia abajo; entonces está uno en la cima de la cuesta, o por lo menos de una parte de la cuesta².

FUERZAS QUE ACTÚAN EN CONTRA DE UN DISEÑO EVOLUCIONISTA

El diseño natural no funciona en todas las situaciones: tiene que haber tiempo suficiente para realizar ese proceso, y lo que se fabrica debe ser algo sencillo. Los diseñadores modernos están sometidos a muchas fuerzas que no dejan margen para la creación lenta y cuidadosa de un objeto a lo largo de decenios y de generaciones. Casi todos los objetos actuales son

demasiado complejos, con demasiadas variables, para esta lenta marcha de introducción de mejoras. Pero debería resultar posible introducir mejoras sencillas. Cabe imaginar que objetos como los automóviles, los electrodomésticos o los ordenadores, que salen periódicamente al mercado con modelos nuevos, podrían utilizar la experiencia del modelo anterior. Por desgracia, parece que las múltiples fuerzas de un mercado competitivo no dejan margen para ello.

Una fuerza negativa es la del tiempo: los modelos nuevos ya se están diseñando antes de que ni siquiera hayan salido al mercado los anteriores. Además, raras veces existen mecanismos para acopiar y estudiar las experiencias de los clientes. Otra fuerza es la presión para ser distinto, destacarse, hacer que cada diseño parezca diferente del anterior. Es rara la organización que se contenta con mantener igual un producto que ya es bueno o con dejar que la evolución natural lo vaya perfeccionando lentamente. No, hay que sacar un modelo «nuevo y mejorado» todos los años, por lo general con la incorporación de elementos nuevos que no utilizan los antiguos como punto de partida. En demasiados casos, los resultados significan un desastre para el consumidor.

Existe otro problema, y es la maldición de la individualidad. Los diseñadores tienen que establecer su sello individual, su marca, su firma. Y si hay diferentes empresas que fabrican el mismo tipo de producto, cada una de ellas tiene que hacerlo de forma diferente para que su producto se pueda distinguir de los de las otras. Esto de la individualidad es sólo una maldición a medias, pues el deseo de ser diferente produce algunas de nuestras mejores ideas e innovaciones. Pero en el mundo de las ventas, si una empresa fabricase el producto perfecto, cualquier otra empresa tendría que cambiarlo —con lo cual lo haría peor— a fin de promover sus propias innovaciones, de demostrar que era diferente. ¿Cómo puede funcionar en esas circunstancias el diseño natural? No puede.

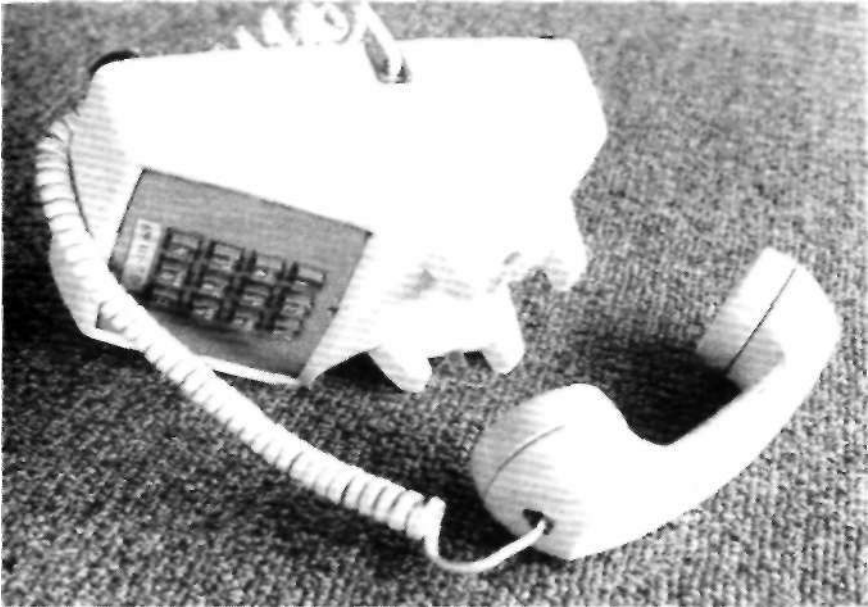
Veamos el teléfono. Al principio, el teléfono evolucionó lentamente, a lo largo de varias generaciones. Hubo una época en la que era un dispositivo de difícil utilización, con un micrófono y un auricular separados, que se habían de sostener uno en cada mano. Había que darle a una manivela para generar una señal que hiciera sonar la campanilla al otro extremo de la línea. La transmisión de la voz era mala. Con los años se fueron introduciendo mejoras de tamaño y de forma, fiabilidad y elementos que simplificaban su uso. El instrumento era pesado y resistente: aun-

que se cayera al suelo, no sólo seguía funcionando, sino que raras veces se perdía la conexión. La distribución del disco o de las teclas era resultado de experimentos cuidadosos de laboratorio. El tamaño y la distribución de las teclas se seleccionaban con mucho cuidado para que las pudiera utilizar un segmento muy amplio de la población, comprendidos los muy jóvenes y los muy viejos. Los sonidos del teléfono también estaban ideados cuidadosamente para producir una retroalimentación. Si se pulsaba una tecla, se oía un tono en el auricular. Si se hablaba en el micrófono, un porcentaje cuidadosamente determinado de la propia voz de uno volvía al auricular, para ayudarlo a uno a regular si hablaba demasiado alto o demasiado bajo. Los chasquidos, zumbidos y otros ruidos que se oían mientras iba entrando la llamada aportaban indicios útiles del avance de ésta.

Todos estos aspectos menores del teléfono se fueron introduciendo lentamente, a lo largo de años de desarrollo protegido por la condición de monopolio de casi todos los sistemas telefónicos nacionales. En el mercado dcmercialmente competitivo de hoy día *, existe un deseo febril de fabricar un producto que atraiga a muchísima gente y que sea distintivo y diferente: el mercado exige velocidad y novedad. Están desapareciendo algunos de los elementos más útiles. En muchas ocasiones, las teclas son demasiado grandes o demasiado pequeñas. Se han eliminado los sonidos. Muchos teléfonos ni siquiera dan una retroalimentación cuando se pulsan las teclas. Se ha perdido todo el folclore del diseño porque los nuevos ingenieros innovadores no quieren esperar a añadir el último truco electrónico en el teléfono, sea o no necesario.

Eso se demuestra con un detalle muy sencillo: la lámina de plástico en la horquilla: el botón bajo el mango del teléfono que, cuando se baja, significa que el teléfono está colgado. ¿A quién no se le ha caído el teléfono de la mesa al suelo mientras estaba hablando? ¿No era agradable saber que no se cortaba la llamada y desagradable cuando sí se cortaba? Los diseñadores del monopolístico Sistema Bell reconocían explícitamente el problema y lo tenían presente al diseñar. Hacían que el teléfono fuera lo suficientemente pesado y resistente como para soportar la caída. Y protegían ese botón crítico con un escudo que impedía a la horquilla pegar

(El autor evidentemente se refiere a los EE.UU.)



6.1. Sutilezas del diseño. En el antiguo instrumento del Sistema Bell, las horquillas que sostenían el mango también impedían que se apretara de forma accidental el conmutador. Muchos de los teléfonos más recientes carecen de esos detalles.

en el suelo. Basta con mirar atentamente la figura 6.1: en ese teléfono, las teclas no pueden dar en el suelo, de forma que no reciben una pulsación. Es un aspecto menor, pero importante. Las presiones económicas han hecho que los teléfonos más recientes sean más ligeros, menos caros y menos resistentes: a veces los llaman teléfonos de usar y tirar. ¿Y el escudo de protección? En muchos casos no existe, y no es por motivos de coste, sino porque probablemente los nuevos diseñadores no pensaron en él, probablemente nunca comprendieron su función. ¿El resultado.' Este escenario repetido en una oficina tras otra.

Juan esta sentado a su escritorio cuando llama el teléfono. «Dígame», responde. «Sí, sí que puedo ayudarle: voy a sacar el manual.» Alarga la mano y con ella arrastra el teléfono. ¡Bang! ¡Clak! El teléfono cae al suelo y se cuelga. «Maldita sea», murmura Juan, «y ni siquiera sé quién me estaba llamando».

LA MAQUINA DE ESCRIBIR: LA HISTORIA DE UN CASO DE EVOLUCIÓN DEL DISEÑO

«De todos los inventos mecánicos que caracterizan a nuestra era, quizá ninguno haya pasado con más rapidez al uso general que la máquina de escribir... Está llegando el momento en que casi eliminará a la pluma de acero tanto como ésta eliminó a la estupenda pluma de ganso gris .»

La historia de la máquina de escribir es la de unos inventores dedicados de muchos países, cada uno de los cuales trataba de crear una máquina para escribir rápido. Intentaron muchas versiones en su lucha por lograr la que satisficiera todos los requisitos: funcionara, se pudiera fabricar a un coste razonable y se pudiera utilizar.

Veamos el teclado de la máquina de escribir, con su distribución arbitraria, diagonal e inclinada de las teclas, y su disposición todavía más arbitraria de las letras en las teclas. El teclado normal actual lo diseñó Charles Latham Sholes en el decenio de 1870. A ese diseño se le da el nombre de teclado «qwerty» (porque en la versión estadounidense la primera fila de letras empieza por «qwerty»), o a veces el de teclado Sholes. La máquina de escribir Sholes no fue la primera, pero sí la que más éxito tuvo de las primeras versiones; con el tiempo se convirtió en la máquina de escribir Remington, el modelo conforme al cual se construyeron casi todas las máquinas de escribir manuales. ¿Por qué se diseñó un teclado tan extraño?

El diseño del teclado de las máquinas de escribir tiene una historia larga y peculiar. Las primeras máquinas de escribir experimentaron con una gran diversidad de distribuciones, a partir de tres temas básicos. Uno de los teclados era circular, con las letras dispuestas en orden alfabético; el mecanógrafo hallaba el lugar exacto y pulsaba una tecla, levantaba una varilla o hacía la operación mecánica que exigiera el dispositivo. Otra distribución popular era parecida al teclado de un piano, con las letras dispuestas a lo largo de una fila; algunos de los primeros teclados, comprendida una versión inicial de Sholes, tenían incluso teclas blancas y negras. Tanto el teclado circular como el de piano resultaron de difícil manejo. Al final todos adoptaron una tercera disposición: una disposición rectangular de las teclas, todavía en orden alfabético. Las palancas que

las teclas accionaban eran grandes y lentas, y el tamaño, la separación y la distribución de las teclas estaban dictados por esas consideraciones mecánicas, y no por las características de la mano humana.

¿Por qué cambió el orden alfabético? A fin de superar un problema mecánico. Cuando el escribiente iba demasiado rápido las barras chocaban y bloqueaban el mecanismo. La solución consistía en cambiar la situación de las teclas: letras como la *i* y la *e* que solían pulsarse sucesivamente, se colocaron a extremos opuestos de la máquina, con objeto de que sus barras no chocaran. Otras tecnologías de la máquina de escribir no siguieron la distribución «qwerty». Hay máquinas de composición (como la máquina Linotipo) que utilizan una distribución totalmente diferente; el teclado de la Linotipia recibe el nombre de «shrdlu», por la disposición de sus teclas, y se basa en la frecuencia relativa de las letras en inglés. Así era como ordenaban los impresores a mano las letras que iban sacando de las casillas e insertaban manualmente en las imprimitas. Ah, ¡la evolución natural del diseño!

No todos los teclados iniciales tenían retroceso, y la tecla del «fabulador» («tab» en los teclados modernos) fue un avance revolucionario. Las primeras máquinas de escribir sólo tenían mayúsculas. La adición de las minúsculas se logró, en un principio, añadiendo una nueva tecla para cada minúscula, de modo que de hecho existían dos teclados diferentes. Algunas de las primeras máquinas de escribir tenían organizadas las teclas de las mayúsculas de forma diferente que las de las minúsculas. ¡Cabe imaginar lo difícil que sería aprender un teclado así! Hicieron falta años para llegar a la tecla que cambia de mayúscula a minúscula, de forma que ambas pudieran compartir la misma tecla. Este invento no fue nada trivial y combinó el ingenio mecánico con una barra de doble superlínea.

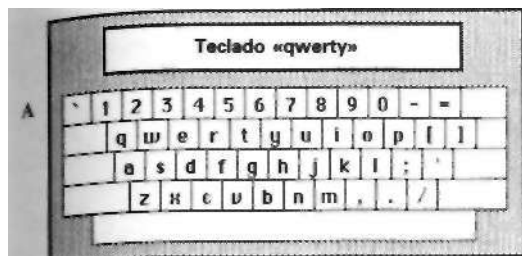
Al final, el teclado se diseñó mediante un proceso evolucionista, pero las principales fuerzas impulsoras fueron las mecánicas. Los teclados modernos no tienen los mismos problemas; es imposible que los teclados electrónicos y los ordenadores tengan barras que choquen entre sí. Incluso el estilo de escribir a máquina ha cambiado. En los primeros años, la gente mantenía la vista fija en el teclado y escribía con uno o dos dedos de cada mano. Entonces alguien muy osado, Frank McGurran, de Salt Lake City, se aprendió de memoria el lugar de cada tecla y aprendió a escribir con todos los dedos, sin mirar al teclado. Al principio no se reconoció su destreza; hizo falta que se celebrase un concurso en Cincinnati,

Ohio, en 1877, para demostrar que ese método era efectivamente superior⁵. Al final, en todo el mundo se adoptó el teclado «qwerty», con sólo algunas variaciones. Y el que se sigue utilizando, aunque se diseñó para superar limitaciones que ya no existen, se basó en un estilo de escribir a máquina que ya no se utiliza y resulta difícil de aprender.

La experimentación con el diseño de teclados es un pasatiempo muy popular (figura 6.2). Algunos sistemas mantienen la distribución mecánica ya existente de las teclas, pero organizan la distribución de las letras de forma más eficiente. Otros también mejoran la distribución física y organizan las letras para adaptarse a la simetría de «imagen del espejo» de las manos y la diversidad de espaciamiento y de agilidad diversos de los dedos. Otros reducen mucho el número de teclas al hacer que haya pautas de teclas —acordes— que representen las letras, lo cual permite escribir a máquina con una sola mano, o más rápido con las dos. Pero ninguna de esas innovaciones llega a imponerse, porque si bien el teclado «qwerty» es deficiente, es bastante bueno. Aunque su sistema contra el encasquillamiento ya no tiene una justificación mecánica, sigue dejando muchos pares comunes de letras a extremos opuestos; una mano puede estar dispuesta a escribir su letra mientras la otra está acabando, de forma que la escritura se acelera.

¿Que decir de los teclados alfabéticos (figura 6.3)? ¿No serían, por lo menos, más fáciles de aprender? No⁶. Como las letras tienen que disponerse en filas, no basta con conocer el alfabeto. También hay que saber dónde se interrumpe cada fila. Aunque se pudiera aprender eso, seguiría siendo más fácil mirar al teclado que determinar dónde podría hallarse una tecla. Entonces, le resulta a uno más cómodo que las letras más frecuentes estén situadas donde las puede uno encontrar con un vistazo, propiedad que aporta el teclado «qwerty». Si no conoce uno un teclado, la velocidad de la escritura no varía mucho entre un teclado «qwerty», un teclado alfabético o incluso una disposición aleatoria de las teclas. Si conoce uno por poco que sea el «qwerty» es suficiente para que resulte mejor que los otros. Y para los mecanógrafos expertos, las distribuciones alfabéticas son siempre *mas lentas* que el «qwerty».

Existe un método mejor —el teclado Dvorak— elaborado minuciosamente por uno de los fundadores de la ingeniería industrial (y que lleva su nombre). Es más fácil de aprender y permite escribir a un 10 por 100 más de velocidad, pero no es una mejora suficiente para merecer una



6.2. Teclados de máquinas de escribir

A

Teclado «qwerty»

Distribución estadounidense de las teclas: teclado Sholes o «qwerty».

B

Teclado Dvorak

Teclado simplificado estadounidense, versión simplificada del teclado original Dvorak; en el original, los números y los signos de puntuación están dispuestos de forma diferente.

C

Un teclado alfabético

Casi todos los teclados organizados alfabéticamente disponen el alfabeto a lo largo de filas horizontales, como a la izquierda (y en los teclados de la figura 6.3).

D

Teclado alfabético diagonal

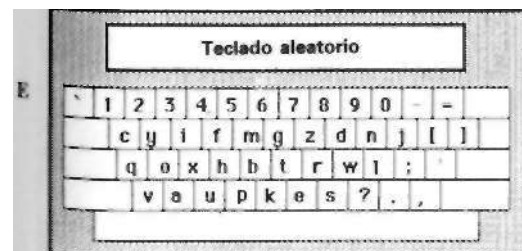
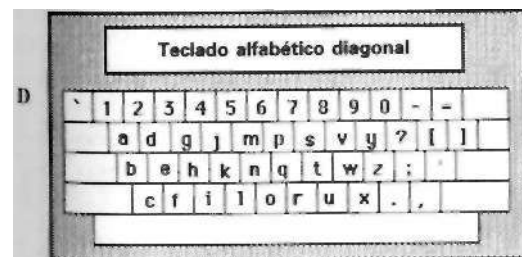
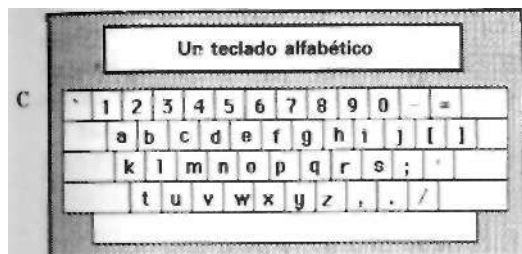
Sin embargo, esta distribución alfabética es superior: con su disposición diagonal, las letras van ascendiendo sistemáticamente el alfabeto de izquierda a derecha, sin grandes interrupciones.

E

Teclado aleatorio

El teclado de la izquierda tiene las letras organizadas aleatoriamente.

Los principiantes obtienen aproximadamente los mismos resultados en todos estos teclados: los alfabéticos funcionan mejor que los aleatorios. Para los expertos, el teclado Dvorak es el mejor, después viene el «qwerty»: los teclados alfabéticos son bastante inferiores. Moraleja: no hay que molestarse con los teclados alfabéticos.



revolución del teclado. Millones de personas tendrían que aprender una forma nueva de escribir a máquina. Habría que cambiar un número interminable de máquinas de escribir. Las grandes limitaciones de la práctica existente impiden el cambio, incluso cuando el cambio es para mejorar ⁷.

¿No podríamos, por lo menos, funcionar mejor con las dos manos a la vez? Sí, es posible. Los estenógrafos de tribunales escriben mecánicamente a mayor velocidad que nadie. Utilizan teclados de acordes, que imprimen sílabas directamente en la página: sílabas, no letras. Los teclados de acordes tienen muy pocas teclas: pueden tener sólo cinco o seis, pero por lo general tienen entre diez y quince. Muchos de los teclados de acordes permiten escribir letras solas o palabras enteras con una pulsación de la mano en varias teclas. Si se utilizan los diez dedos al mismo tiempo, hay 1.023 combinaciones posibles. Con eso basta para todas las letras y todos los números, las mayúsculas y las minúsculas, más un montón de palabras, con tal de que se puedan aprender las pautas establecidas. Los teclados de acordes tienen una desventaja terrible: son muy difíciles de aprender y muy difíciles de recordar; todo el conocimiento tiene que estar en la cabeza. Si se enfrenta uno con un teclado normal, se puede utilizar inmediatamente. Basta con buscar la letra que se desea y pulsar la tecla. Con los teclados de acordes hay que pulsar varias teclas al mismo tiempo. No hay forma de poner una etiqueta adecuada a las teclas ni forma de aprender lo que se ha de hacer con sólo mirar. Algunos teclados de acordes son increíblemente astutos y notablemente fáciles de aprender, dentro de su complicación. Yo he tratado de aprender uno de los más fáciles. Al cabo de treinta minutos de práctica ya conocía el alfabeto. Pero si no utilizaba el teclado en una semana, se me olvidaban los acordes. No parecía que esa ventaja mereciera la pena el esfuerzo. ¿Qué pasa con los teclados de acordes de una sola mano? ¿No merecería la pena invertir mucho tiempo y esfuerzo para aprender a escribir con una sola mano? Quizá, si aspira uno a pilotar un avión a reacción con una mano y quiere introducir datos en un ordenador con la otra. Pero para el público en general, no ⁸.

Todo ello nos enseña una lección importante en materia de diseño. Una vez conseguido un producto satisfactorio, la introducción de cambios puede ser contraproducente, especialmente si el producto tiene éxito. Hay que saber cuándo detenerse.



6.3. Productos con teclados alfabéticos. Aunque varios experimentos demuestran que no valen de nada para los novicios y son malos para los expertos, todos los años los diseñadores se lanzan y nos imponen otro teclado alfabético. Aunque se logre aprender uno, nunca se aprende cómo utilizar todos los teclados diferentes que hay.



Se pueden observar las reiteraciones y los experimentos de diseño con el teclado de los ordenadores. Actualmente, la disposición del teclado básico está normalizada por acuerdo internacional. Pero los teclados de ordenadores necesitan más teclas, y éstas no están normalizadas. Algunos teclados tienen una tecla adicional entre la tecla de mayúsculas/minúsculas y la tecla de la «z». La tecla de retorno tiene diferentes formas y ocupa diversos lugares. Las teclas especiales del teclado de ordenador, por ejemplo, control, salida del texto, paginación, borrar (que no se debe confundir con retroceso) y las teclas con «flechas» o de control del cursor, ocupan lugares que varían constantemente, y varían incluso entre los productos de un solo fabricante. El resultado es una gran confusión y unas posibles emociones muy fuertes.

Obsérvese, además, que el ordenador permite unas disposiciones flexibles de las letras. En algunos ordenadores resulta sencillo cambiar la interpretación de las letras de «qwerty» a Dvorak: basta con dar una orden y se realiza el cambio. Pero salvo que el partidario de Dvorak también arranque y reorganice las superficies superiores de las teclas, habrá de hacer caso omiso de éstas y confiar exclusivamente en la memoria. Algún día, las letras que figuren en cada tecla corresponderán a lecturas electrónicas de cada una de ellas, de manera que el cambiar el teclado también resultará algo trivial. De forma que es posible que la tecnología de los ordenadores libere a los usuarios de la normalización forzada. Cada uno podría elegir el teclado que prefiriese personalmente.

Por qué se despistan los diseñadores

«Evidentemente, a (Frank Lloyd) Wright no le gustaba mucho recibir quejas. Cuando Herbert F. Johnson, el difunto presidente de S.C. Johnson, Inc., de Racine, Wisconsin, llamó a Wright para decirle que el tejado construido por él dejaba que cayese una gotera sobre uno de sus invitados a cenar, parece que el arquitecto respondió: "Dígale que mueva la silla" •»

Si el diseño de los objetos cotidianos estuviera regido por la estética, la vida podría ser más agradable a la vista, pero menos cómoda; si estuviera regido por la utilidad, podría ser más cómoda, pero más fea. Si predominasen el costo o la facilidad de fabricación, es posible que los productos no fueran atractivos, funcionales ni duraderos. Evidentemente, cada una de esas consideraciones ocupa un lugar. Los problemas se presentan cuando una sola de ellas predomina sobre todas las demás.

Los diseñadores se despistan por diversos motivos. En primer lugar, la estructura de concesión de premios del colectivo de diseñadores tiende a dar preferencia a la estética. Las colecciones de objetos de diseño están llenas de relojes que obtienen un premio y que nadie puede leer, de alarmas que no se pueden poner fácilmente, de abrelatas que nadie entiende. En segundo lugar, los diseñadores no son los usuarios típicos. Adquieren tanta experiencia en la utilización del objeto que han diseñado que no pueden creer que alguien tenga problemas con él; lo único que puede impedir que eso ocurra es la interacción y la realización de pruebas con usuarios efectivos a todo lo largo del proceso de diseño. En segundo lugar, los diseñadores tienen que agradar a sus clientes, y es posible que los clientes no sean los mismos que los usuarios.

DAR PREFERENCIA A LA ESTÉTICA

En este libro la frase «probablemente obtuvo un premio» es peyorativa. ¿Por que? Porque los premios tienden a concederse teniendo en cuenta algunos aspectos de un diseño, con menosprecio de todos los demás, entre los cuales suele figurar la utilidad. Veamos el siguiente ejemplo, en el cual un diseño utilizable y convivible se vio penalizado por los diseñadores profesionales. Se trataba de diseñar las oficinas de Seattle de la Administración Federal de Aviación (FAA). El aspecto más notable del proceso de diseño era que quienes iban a trabajar en el edificio tuvieran algo que decir respecto de la planificación. Robert Sommer, que fue uno de los planificadores, describe como sigue el proceso:

«El arquitecto Sam Sloan coordinó un proyecto en el cual los empleados... podían seleccionar sus propios muebles de oficina y planear la distribución de ésta. Ello representaba una desviación importante de las prácticas imperantes en los servicios federales, en los cuales esos asuntos los decidían las autoridades. Como tanto la delegación de Seattle como la de Los Angeles de la FAA tenían que mudarse a nuevos edificios aproximadamente al mismo tiempo, el cliente del proyecto, que era la Administración General de Servicios, aceptó la propuesta del arquitecto Sloan de que los empleados estuvieran implicados en el proceso de diseño de Seattle, mientras que se concedió a la delegación de Los Angeles una función de control en la cual se seguirían los métodos tradicionales de planificación del espacio ...»

De manera que, en realidad, hubo dos diseños: uno en Seattle, con gran participación de los usuarios, y otro en Los Angeles, diseñado por arquitectos con criterios convencionales. ¿Qué diseño prefieren los usuarios? Pues naturalmente, el de Seattle. ¿Cuál se llevó el premio? Pues naturalmente, el de Los Angeles. Veamos cómo describe Sommer el resultado:

«Varios meses después de la mudanza a los nuevos edificios, el equipo de investigación hizo encuestas en Los Angeles y en Seattle. Los trabajadores de Seattle estaban más satisfechos con su edificio y con sus zonas de trabajo que los empleados de Los Angeles... Merece la pena señalar que el edificio de Los Angeles ha recibido varios premios del Instituto Estadounidense de Arquitectos (AIA), mientras que el de Seattle no ha recibido ningún reconocimiento. Un miembro del jurado del AIA justificó la denegación de un premio al edificio de Seattle debido a su «calidad residencial» y a la «falta de disciplina y de control de los interiores», que era lo que más les gustaba a los empleados. Esto refleja las diferencias, muy documentadas, en materia de preferencias entre arquitectos y ocupantes... El director de la delegación de Seattle reconoció que muchos visitantes se sentían sorprendidos al saber que se trataba de una instalación del Gobierno Federal. Los empleados de ambos edificios manifestaron su diverso grado de satisfacción con su rendimiento en el empleo antes y después de la mudanza al nuevo edificio. En la delegación de Los Angeles no hubo ningún cambio, mientras que en la de Seattle se produjo una mejora del 7 por 100 en el rendimiento en el trabajo...»

No es de sorprender que la estética ocupe el primer lugar en los museos y los centros de diseño. He pasado mucho tiempo en el museo de ciencias de mi propia ciudad, San Diego, viendo cómo los visitantes trataban de comprender los objetos exhibidos. Lo intentan con todas sus fuerzas, y aunque parecen disfrutar, es evidente que por lo general no los entienden. Los letreros son muy decorativos; pero a menudo están mal iluminados, resultan difíciles de leer y tienen textos grandilocuentes y de escaso contenido. Desde luego, los visitantes no se llenan de conocimientos científicos (que es de lo que presuntamente se trata). A veces, yo echo una mano cuando veo caras confusas y explico los principios científicos que demuestra el objeto exhibido (después de todo, muchos de los objetos que hay en un museo de este tipo son en realidad demostraciones de psicología, muchas de las cuales explico en mis propias clases de primer curso). A menudo recibo como recompensa sonrisas y gestos de comprensión. Una vez llevé allí a una de mis clases de postgrado para observar y comentar;

todos estuvimos de acuerdo en la insuficiencia de los letreros y, además, planteamos una serie de sugerencias útiles. Fuimos a ver a un funcionario del museo y tratamos de explicarle lo que ocurría. No comprendió nada. Sus problemas eran el coste y la longevidad de los objetos. «¿Aprenden algo los visitantes?» Seguía sin comprender. El museo tenía muchos visitantes. Tenía un aspecto atractivo. Probablemente había ganado un premio. ¿Por qué le hacíamos perder el tiempo?

Muchos museos y centros de diseño constituyen ejemplos típicos de objetos y letreros bonitos colocados junto a etiquetas ilegibles y nada informativas. Sospecho que se trata sobre todo de que esos edificios se consideran como lugares de arte, en los cuales se trata de que se admire lo expuesto, y no de que se aprenda nada de ello. Para reunir el material de este libro hice varios viajes al Centro de Diseño de Londres. Esperaba que tuviera una buena biblioteca y una buena librería (y así era) y objetos adecuados, que demostrasen los principios idóneos para combinar la estética, la economía, la utilidad y la manufacturabilidad. Me encontré con que el propio Centro de Diseño de Londres era un ejemplo de mal diseño. Por ejemplo, la cafetería: prácticamente imposible de utilizar. Detrás del mostrador, los cuatro empleados tropezaban constantemente los unos con los otros. La distribución de los elementos detrás del mostrador parece carecer de estructura y de funciones. La comida se calienta para el cliente, pero cuando éste llega al final de la cola, ya está fría. La cafetería tiene unas mesas redondas diminutas, que además son demasiado altas. Hay unos taburetes redondos para sentarse que son muy elegantes. Todo ello resulta imposible de utilizar si es uno demasiado viejo o demasiado joven o tiene las manos llenas de paquetes. Claro que es posible que el diseño fuera una tentativa deliberada de desalentar el uso de la cafetería. Veamos el siguiente escenario:

La cafetería está bien diseñada, con mesas espaciosas y sillas cómodas. Pero entonces adquiere demasiada popularidad y obstaculiza el objetivo del Centro de Diseño, que es fomentar el buen diseño entre los fabricantes británicos. La popularidad del Centro y de su cafetería con los turistas es algo imprevisto. El Centro de Diseño decide desalentar al público, para que utilice menos la cafetería. Quita las mesas y las sillas que había al principio y las sustituye por otras que son disfuncionales e incómodas, todo ello en nombre del buen diseño; sólo que el objetivo en este caso es desalentar al público de utilizar la cafetería y quedarse allí mucho tiempo. De hecho, muchos

restaurantes instalan sillas incómodas por ese mismo motivo. Muchos establecimientos de comidas rápidas no tienen sillas ni mesas. O sea, que mis quejas constituyen una prueba de que se habían satisfecho los criterios del diseño, que el diseño había tenido éxito ¹².

En Londres fui a visitar la parte del museo *Victoria and Albert* llamada *Boilerworks*, para ver una exposición especial titulada «Diseño natural». La propia exposición era uno de los mejores ejemplos de diseño antinatural que he visto en mi vida. Letreros bonitos y de buen gusto delante de cada objeto. Una distribución impresionantemente llamativa de los objetos. Pero no se sabía que letrero correspondía a que objeto, ni lo que significaba el texto. Por desgracia, esto parece ser característico de los muscos.

Una parte importante del proceso de diseño debería ser el estudio de la forma exacta en la que se van a utilizar los objetos que se diseñan. En el caso del Centro de Diseño de Londres, los diseñadores deberían imaginar una multitud de personas haciendo cola, imaginar dónde empezará y terminará la cola y estudiar que efecto tendrá la cola en el resto del museo. Estudiar las pautas de trabajo de los empleados de la cafetería: ver cómo reaccionan a las peticiones de los clientes. ¿Dónde tendrán que desplazarse? ¿Qué objetos tendrán que alcanzar? Si hay varios empleados, ¿van a tropezar los unos con los otros? Y después tener en cuenta a los clientes. Abuelos con abrigos, paraguas, paquetes y quizá tres nietos: ¿cómo van a pagar lo que compran? ¿Hay un lugar donde depositar los paquetes para que puedan abrir las carteras o los bolsos y sacar el dinero? ¿Puede hacerse esto de tal modo que se reduzcan al mínimo las molestias para los que van detrás en la cola y mejore la velocidad y la eficiencia del cajero? Y por último, tener en cuenta a los clientes sentados a las mesas. Cómo subirse a un taburete alto para comer en una mesa diminuta. Y no basta con imaginar: hay que salir a ver los diseños más modernos, o cómo funcionan otras cafeterías. Entrevistar a clientes en potencia y a los empleados de la cafetería.

En el caso de los museos de ciencias, hay que hacer estudios basados en las personas que correspondan al público que se aspira a captar. Los diseñadores y los empleados ya saben demasiado: ya no pueden ponerse en el lugar del espectador.

Por una vez voy a ser positivo: hay museos de ciencia y exposiciones que funcionan bien. Los museos de ciencias de Bostón y de Toronto, el Acuariú de Monterrey, el Exploratórium de San Francisco. Probablemente hay muchos más que yo no conozco. Pensemos en el Exploratórium. Por fuera es oscuro y sórdido y se halla en un edificio viejo reconvertido. Se ha prestado muy poca atención a la estética o las apariencias. A lo que se ha dado importancia ha sido a que los objetos que se exhiben se puedan utilizar y comprender. Al personal le interesa explicar las cosas.

Es posible hacer las cosas bien. Lo que es preciso es no permitir que los factores de coste, longevidad o estética destruyan el principal objetivo del museo: que se utilice, que se comprenda. Es lo que yo califico de problema de enfoque.

LOS DISEÑADORES NO SON USUARIOS TÍPICOS

Muchos diseñadores se consideran usuarios típicos. Después de todo, también son seres humanos y a menudo usuarios de sus propios diseños. ¿Por qué no se dan cuenta de que no tienen los mismos problemas que los demás? Los diseñadores con los que he hablado son personas que se preocupan de las cosas y se interesan por ellas. Quieren hacer las cosas bien. En ese caso, ¿por qué hay tantos fallos?

Todos nosotros desarrollamos una psicología cotidiana —los profesionales la califican de «psicología popular» o, a veces, «psicología ingenua»—, que puede ser tan errónea e inducir a tantos errores como la física ingenua que examinamos en el capítulo 2. De hecho, peor. Como seres humanos, tenemos acceso a nuestros pensamientos y nuestras creencias conscientes, pero no a los subconscientes. Muchos de los pensamientos conscientes son racionalizaciones del comportamiento, explicaciones *a posteriori*. Tendemos a proyectar nuestras propias racionalizaciones y creencias en los actos y las creencias de otros. Pero el profesional debería estar en condiciones de comprender que las creencias y las conductas humanas son complejas y que el individuo no está en condiciones de descubrir todos los factores pertinentes. No existe un sucedáneo de la interacción con los usuarios efectivos de un diseño propuesto, ni del estudio de esos usuarios.

«Steve Wozniak, el niño prodigio confundador de Apple Computer ha ofrecido al público una primera visión de su último invento, llamado CORE...

CORE, que significa *controller of remote electrónica* (control de electrónica remota)

es un dispositivo único que permite a los consumidores manejar todo su equipo doméstico por control remoto siempre que el equipo esté situado en una sola habitación...

CORE tiene un manual de instrucciones de 40 páginas, pero Wozniak dice que los usuarios de su aparato... no se sentirán atemorizados porque, en un principio, en su mayor parte esos usuarios serán técnicos...»

Existe una gran diferencia entre la experiencia necesaria para ser diseñador y la necesaria para ser usuario. En su trabajo, los diseñadores suelen convertirse en expertos del *dispositivo* que están diseñando. Los usuarios suelen ser expertos en la *tarea* que tratan de realizar con el dispositivo¹⁴.

Steve Wozniak diseña un dispositivo para ayudar a gente parecida a él, a gente que se queja de que su casa está llena de demasiados dispositivos de control remoto para sus componentes electrónicos. Entonces, produce un control único que sustituye a todos los anteriores. Pero la tarea es compleja, y el manual de instrucciones voluminoso. No es problema, se nos dice, porque los usuarios iniciales serán técnicos. Igual que Wozniak. es de suponer. Pero, ¿hasta qué punto es correcta esa expectativa? ¿Sabemos siquiera que las personas con ambiciones técnicas podrán efectivamente comprender y utilizar el dispositivo? La única forma de averiguarlo es verificar los diseños con los usuarios: con personas tan parecidas como sea posible al comprador en potencia del artículo. Además, la interacción del diseñador con los usuarios en potencia debe producirse desde el comienzo mismo del proceso de diseño, pues al cabo de muy poco tiempo se hace demasiado tarde para introducir cambios fundamentales.

Por lo general, los diseñadores profesionales tienen conciencia de los peligros. Pero en la mayor parte de los casos el diseño no lo realizan diseñadores profesionales, sino ingenieros, programadores y administradores. Un diseñador me describió los problemas en estos términos:

«Esa gente, por lo general ingenieros o administradores; tiende a creer que son seres humanos, y en consecuencia que pueden diseñar algo para otros seres humanos igual de bien que el experto capacitado en interfaces. Resulta verdaderamente interesante observar cómo actúan los ingenieros y los especialistas en ordenadores al diseñar un producto. Discuten y discuten acerca de cómo hacer las cosas, por lo general con un sincero deseo de hacer lo mejor por el usuario. Pero cuando se trata de evaluar las compensaciones entre el interfaz del usuario y los recursos internos en un producto, casi siempre tienden a simplificar sus propias vidas. Tendrán que hacer el trabajo.

tratan de hacer que la arquitectura interna de la maquina sea lo más sencilla posible. La elegancia del diseño interno a veces desemboca en la elegancia del interfaz del usuario, pero no siempre. Los equipos de diseño necesitan contar con defensores elocuentes del público que será quien acabe por utilizar el interfaz ¹⁵-«

Los diseñadores han llegado a conocer tan bien el producto que ya no pueden percibir ni comprender los aspectos que puede provocar dificultades. Incluso cuando los diseñadores pasan a ser usuarios, su gran comprensión y su estrecho contacto con el dispositivo que están diseñando significa que lo manejan casi totalmente a partir de los conocimientos que tienen en la cabeza. El usuario, especialmente el que utiliza el dispositivo por primera vez o de forma infrecuente, debe basarse casi totalmente en el conocimiento que existe en el mundo. Esa es una gran diferencia, fundamental para el diseño.

Una vez perdida la inocencia, no es fácil recuperarla. El diseñador sencillamente no puede predecir los problemas que va a tener la gente, los malentendidos que van a surgir ni los errores que se van a cometer. Y si el diseñador no puede prever errores, entonces el diseño no puede reducir al mínimo la existencia de éstos con sus ramificaciones.

LOS CLIENTES DEL DISEÑADOR PUEDEN NO SER USUARIOS

Los diseñadores deben agradar a sus clientes, que a menudo no son los usuarios finales. Por ejemplo, importantes aparatos electrodomésticos, como cocinas, neveras, lavaplatos y lavadoras y secadoras; o grifos y termostatos para los sistemas de calefacción y de aire acondicionado. En muchas ocasiones, quienes los compran son constructores de viviendas o propietarios de bloques de éstas. En las empresas, los departamentos de compras formulan las decisiones de las grandes empresas, y los propietarios o los administradores son quienes adoptan esas decisiones en las empresas pequeñas. En todos esos casos, lo que interesa fundamentalmente al comprador es el precio, y quizá el tamaño o el aspecto, pero casi seguro que no es la capacidad de uso. Y una vez comprados e instalados los mecanismos, al comprador le dejan de interesar. Al fabricante le preocupan fundamentalmente los encargados de adoptar decisiones, que son sus clientes inmediatos, y no los usuarios, que vienen después.

En algunas situaciones, hay que atribuir prioridad al coste, especialmente en el gobierno o en la industria. En mi universidad, las máquinas fotocopadoras las compra el Centro de Impresión y Copia, que después las distribuye a los diversos departamentos. Las fotocopadoras se compran después de enviada una «solicitud de licitación» oficial a los fabricantes y los distribuidores de las máquinas. La selección se basa exclusivamente, en casi todas las ocasiones, en el precio, seguido de un estudio del coste de mantenimiento. ¿Capacidad de uso? No se tiene en cuenta. El estado de California obliga por ley a las universidades a comprar las cosas conforme al criterio del precio; no existen requisitos legales acerca de la capacidad de uso o de comprensión del producto, ése es uno de los motivos por los que nos llegan máquinas fotocopadoras y sistemas telefónicos que no se pueden utilizar. Si los usuarios se quejaban con suficiente acritud, la capacidad de uso podría convertirse en un requisito de las especificaciones de compra y esa exigencia podría llegar con el tiempo a los diseñadores. Pero sin esa retroalimentación, en muchas ocasiones los diseñadores deben diseñar los productos más baratos posibles, porque son los que se venden.

Los diseñadores se enfrentan con una tarea ardua. Han de responder a sus clientes, y quizá les resulte difícil averiguar quiénes son los usuarios efectivos. A veces, incluso tienen prohibido ponerse en contacto con los usuarios, por temor a que sin darse cuenta revelen los planes de la empresa o induzcan erróneamente a los usuarios a creer que están a punto de crearse productos nuevos. El proceso de diseño está preso de la burocracia empresarial, que en cada etapa del proceso añade su propia evaluación y dicta los cambios que considera esenciales para sus intereses. Con casi total seguridad, el diseño se ve alterado al salir de manos de los diseñadores y pasar por las fases de manufactura y comercialización. Todos los participantes están llenos de buenas intenciones, y sus intereses concretos son legítimos. Pero deberían considerarse simultáneamente todos los factores, y no estar sometidos a los accidentes de la secuencia cronológica ni a las realidades de la influencia y el poder dentro de la empresa. Un diseñador me escribió lo siguiente acerca de sus propios problemas:

«casi todos los diseñadores viven en un mundo en el cual la laguna de la evaluación es inmensa. Es cierto que a veces conocemos el producto demañado bien para contem-

plar como lo va a utilizar el público, pero estamos separados de los usuarios finales por múltiples estratos de burocracia empresarial, comercialización, servicios a los clientes, etc. Esa gente cree que sabe lo que quieren los clientes, y la retroalimentación del mundo real se ve limitada por los filtros que esa gente impone. Si acepta uno la definición del problema (requisitos del producto) de esas fuentes externas sin una investigación personal, se diseña un producto inferior, aunque tenga uno las mejores intenciones del mundo. Si se supera esa barrera inicial, todavía no se ha recorrido más que la mitad del camino. Muchas veces las mejores ideas de diseño se ven destrozadas por el proceso de desarrollo-fabricación que se produce cuando salen del estudio de diseño. Lo que en realidad revela esto es que el proceso con arreglo al cual diseñamos es defectuoso, probablemente más que nuestra concepción de cómo crear diseños de calidad ⁿ.

La complejidad del proceso de diseño

«El diseño es la aplicación sucesiva de limitaciones hasta que sólo queda un producto único...»

Cabría pensar que un grifo de agua resultaría muy fácil de diseñar. Después de todo, no quiere uno más que empezar a sacar agua o dejar de sacarla. Pero veamos algunos de los problemas. Supongamos que los grifos se destinan al uso en lugares públicos, donde los usuarios pueden cerrarlos. Se puede hacer un grifo activado por un muelle, que sólo funciona mientras se esté apretando un botón. Así se cierra automáticamente el grifo; pero a los usuarios les resulta difícil sostenerlo mientras se están lavando las manos. Muy bien, entonces se añade un temporizador; así, si se aprieta un botón, el grifo da agua durante cinco o diez segundos. Pero la mayor complejidad del diseño del grifo aumenta el coste y reduce la fiabilidad del grifo. Además, resulta difícil decidir cuánto tiempo debe seguir corriendo el agua. Por el motivo que sea, al usuario nunca le parece bastante.

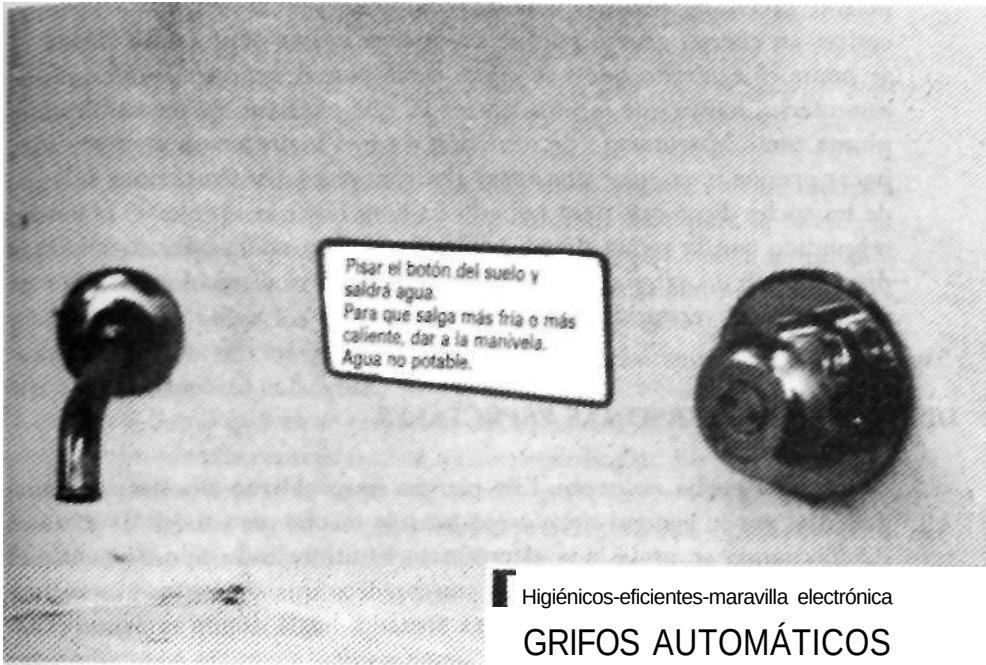
¿Y un grifo activado por el pie, que supere los problemas de los muelles y los temporizadores porque el agua deja de correr en cuanto el pie deja de apretar el pedal? (figura 6.4). Esta solución requiere un sistema de fontanería algo más complicado, lo cual también aumenta el coste. Ade-

más, hace que el mando sea invisible, lo cual viola un importante principio del diseño y hace que a un nuevo usuario le resulte difícil encontrar el mando. ¿Y una solución de alta tecnología, con sensores automáticos que ponen a correr el agua en cuanto se pone una mano en el lavabo y la cierran en cuanto lo deja? (figura 6.4). Esta solución plantea varios problemas. En primer lugar, es cara. En segundo lugar, hace que los controles sean invisibles, lo cual crea dificultades para los nuevos usuarios. Y, en tercer lugar, no resulta fácil ver cómo puede el usuario controlar el volumen del agua ni la temperatura de ésta. Ya volveremos a hablar de ese grifo.

No todos los grifos se diseñan bajo la presión de las limitaciones de los grifos públicos. En las casas particulares tienden a dominar las consideraciones estéticas. Los estilos suelen reflejar la clase social y económica del usuario. Y a diferentes usuarios, diferentes necesidades.

Lo mismo cabe decir de la mayor parte de los objetos cotidianos. La diversidad de soluciones posibles a los problemas habituales es enorme. La gama de expresión que se deja al cuidado del diseñador también lo es. Además, el número de detalles nimios a los que se debe prestar atención es asombroso. Veamos casi cualquier producto manufacturado y examinemos atentamente sus detalles. Los pequeños resaltes en las horquillas para el pelo son fundamentales para impedir que resbalen y se caigan; alguien tuvo que pensar en eso y después diseñar un equipo especial para crear los resaltes. El rotulador de fieltro que estoy examinando mientras escribo tiene seis tamaños diferentes en el cuerpo y dos tamaños diferentes en el capuchón. El rotulador cambia de diámetro en muchos puntos, y cada cambio sirve para alguna función. El cuerpo del rotulador está formado por cuatro sustancias diferentes (sin contar la tinta, el recipiente para la tinta ni la punta de fieltro). El capuchón está hecho de dos tipos de plástico y un tipo de metal. El interior de la tapa tiene varias estrías sutiles y estructuras internas que evidentemente corresponden a diferentes partes del cuerpo del capuchón, tanto para que éste ajuste exactamente como para impedir que la punta de fieltro se seque. Hay más partes y variables de lo que jamás hubiera imaginado yo.

El diseñador del rotulador debe tener conciencia de centenares de necesidades. Si es demasiado fino, no será lo bastante fuerte para resistir la forma en que lo van a utilizar los niños. Si la parte del medio es demasiado gruesa, los dedos no la pueden agarrar bien ni controlarla con su-



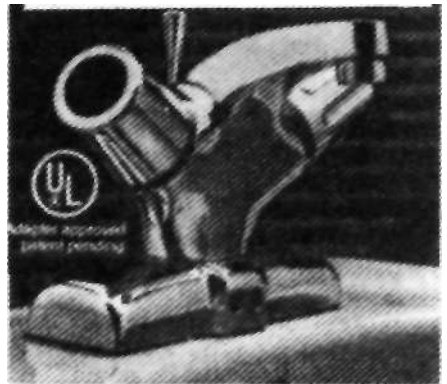
F Higiénicos-eficientes-maravilla electrónica

GRIFOS AUTOMÁTICOS CUE-TEL

DOS GRIFOS EN UNO

*MODO AUTOMÁTICO O MANUAL
Temperatura controlada. Adaptador
aprobado. Patente pendiente*

6.4. Grifo atípicos. A menudo hay buenos motivos para utilizar medios atípicos de activar un grifo, pero el resultado es que probablemente el usuario necesite ayuda para utilizarlos. La foto A (arriba) muestra el grifo y las instrucciones de empico del lavabo de un tren británico. La foto B (a la derecha) muestra un anuncio de un grifo automático: basta con poner la mano debajo y el agua sale a una temperatura y con un volumen preestablecidos. Cómodo, pero sólo para quienes conozcan el secreto.



ficiente precisión. Pero las personas con artritis en las manos pueden necesitar un cuerpo grueso porque no pueden cerrar del todo los dedos. Si se omite el agujerito que hay cerca de la punta, los cambios de presión atmosférica harán que la tinta gotee. ¿Y que pasa con quienes utilizan la pluma como instrumento de medición o como instrumento metálico para hacer presión o empujar una cosa? Por ejemplo, las instrucciones del reloj de mi coche dicen que para ponerlo en hora hay que apretar el botoncito rehundido con la punta de un bolígrafo. ¿Cómo podía haberlo sabido el diseñador de la pluma? ¿Qué obligación tiene el diseñador de tener en cuenta usos diversos y oscuros?

DISEÑOS PARA PERSONAS ESPECIALES

La persona media no existe. Ello plantea un problema especial al diseñador, que por lo general debe crear un solo diseño para todos; la tarea es difícil cuando se prevé que el producto lo utilice todo tipo de gente. El diseñador puede consultar libros con cuadros que muestran la envergadura media de un brazo y la altura sentado, hasta dónde se puede echar atrás la persona media cuando se sienta y cuánto espacio hace falta para unas caderas, unas rodillas y unos codos medios. Ese campo de estudio recibe el nombre de antropometría física. Con esos datos, el diseñador puede tratar de atender a las necesidades dimensionales de todos salvo para el 90avo, 95avo, o incluso el 99avo centil. Supongamos que designa uno un producto para el 95avo percentil, es decir, para todo el mundo salvo el 5 por 100 de las personas que son más bajas o más altas. Omite uno a mucha gente. Si los Estados Unidos tienen 250 millones de habitantes, un 5 por 100 representa 12,5 millones de personas. Aunque se diseñe para el 99avo centil, se omite al 1 por 100 de la población: 2,5 millones de personas.

Veamos el problema de los mecanógrafos. Los mecanógrafos necesitan tener las manos dispuestas cómodamente sobre el teclado. Dadas las dimensiones de las máquinas de escribir, las mesas para éstas se diseñan de modo que sean más bajas que los escritorios. Naturalmente, lo que importa no es la altura de la mesa ni el tamaño del teclado, sino la distancia desde la posición normal de las manos del mecanógrafo al teclado, que se determina conforme a varios factores:

- Las medidas del mecanógrafo: piernas, pecho, manos.
- La altura de la mesa.
- El tamaño del teclado.
- La altura de la silla.

¿Que puede hacer el diseñador? Una solución consiste en que todo sea ajustable. Altura de la silla, altura y ángulo de la mesa para la máquina. De hecho, las buenas mesas para máquinas de escribir tienen varias piezas: una para el teclado, otra para la pantalla de la computadora, otra parte para depositar los papeles de trabajo. Que cada parte se pueda ajustar por separado en cuanto a altura y ángulo. Entonces todos pueden disponer del espacio suficiente.

Hay problemas que no se resuelven con ajustes. Por ejemplo, los zurdos plantean problemas especiales. Los ajustes sencillos no funcionan, ni tampoco los promedios: si se saca una media entre un zurdo y un diestro, ¿qué sale? Para eso sirven los productos especiales: tijeras y cuchillos para zurdos, reglas para zurdos (figura 6.5). Esos dispositivos especiales no funcionan siempre, naturalmente, sobre todo cuando son muchas personas las que tienen que utilizar el mismo dispositivo, o cuando los artículos son demasiado grandes o demasiado caros para que cada uno tenga que comprarlos o transportarlos. En esos casos, la única solución consiste en hacer que el propio dispositivo sea ambidiestro, aunque hace que resulte un poco menos eficiente para cada persona determinada.



6.5. Regla para zurdos. Si se escribe de izquierda a derecha con la mano izquierda, ello significa que tapa uno lo que va escribiendo, lo cual hace que las reglas resulten difíciles de utilizar y que se echen borrones. Las plumas para zurdos necesitan una tinta que se seque rápidamente. En esta regla para zurdos los números van de derecha a izquierda. Una solución al problema de la diversidad entre las personas es producir objetos especializados.

Veamos los problemas especiales de los ancianos y los enfermos, los impedidos, los ciegos o casi ciegos, los sordos o duros de oído, los muy

bajos o muy altos, o los extranjeros. Por ejemplo, si se va en silla de ruedas resulta difícil tomar una curva, subir unas escaleras o pasar por pasillos estrechos. A medida que envejecemos, nuestra agilidad física se reduce, nuestro tiempo de reacción es más lento, nuestras facultades visuales se deterioran y disminuye nuestra capacidad para atender a varias cosas a la vez o para cambiar rápidamente de un acontecimiento a otro distinto.

Las autopistas para grandes velocidades plantean problemas especiales a los ancianos. Un automóvil que viaje a gran velocidad al atardecer en una autopista con muchos coches ya lleva al límite las capacidades del conductor. Los ancianos tienen que sobrepasar sus límites. La solución que adoptan muchos conductores de edad consiste en conducir despacio, ajustar su velocidad a lo que resulta fácil para sus facultades. Por desgracia, el conductor lento crea un peligro para los demás conductores: en las autopistas para altas velocidades se considera que la seguridad es mayor si todo el mundo se desplaza aproximadamente a la misma velocidad. Yo no vislumbro una solución sencilla de este problema. En muchas ciudades, especialmente en los Estados Unidos, no resulta fácil desplazarse de un sitio a otro salvo en coche propio. Y no se puede obligar a los ancianos a quedarse en casa. La solución tiene que ser un aumento de los transportes públicos, que se les faciliten a los ancianos los servicios de conductores jóvenes, o quizá que se establezcan calles, o carriles especiales en las autopistas, con límites más bajos de velocidad. Es posible que algún día lleguen a existir coches completamente automáticos, que es el sueño de los autores de obras de ciencia ficción y de los planificadores urbanos; resolverían ese problema.

Que los lectores jóvenes no se rían. Nuestras facultades empiezan a deteriorarse relativamente temprano, entre los veinte y los treinta años. Al llegar hacia los cuarenta y cinco, los ojos ya no se ajustan lo bastante para enfocar toda la gama de distancias, de forma que la mayoría de la gente necesita gafas para leer o bifocales. Las gafas bifocales hacen que resulte más difícil realizar un trabajo de precisión o emplear terminales de ordenadores (cuyas pantallas parecen diseñadas para personas de veinte años).

Estoy escribiendo estas palabras sentado ante mi terminal de ordenador, con la cabeza levantada en un ángulo incómodo, para ver la pantalla con la parte de abajo de las

safas- No logro conseguir una postura más cómoda. Si bajo la pantalla, me resulta difícil escribir. Si utilizo gafas especiales «para computadora» ajustadas al tamaño y la distancia de la pantalla, no puedo leer todas las notas y los planos que tengo en mi alrededor a distancias diversas. Por fortuna, puedo cambiar el tamaño de las letras que aparecen en la pantalla. Utilizo una matriz del doce, cuyas letras son bastante grandes. Por desgracia, eso también tiene un efecto negativo, pues cuanto mayores son las letras que hay en pantalla, menos material entra en ella. Si cambio a una matriz del nueve, puedo ver un 78 por 100 más de material (un 33 por 100 más de líneas, cada una de ellas con un 33 por 100 más de palabras): diferencia nada trivial cuando trato de escribir párrafos largos. Pero las letras son un 33 por 100 más pequeñas, con lo cual resulta más difícil tanto leerlas como corregirlas. Por lo menos, mi ordenador me permite una cierta flexibilidad en cuanto al tamaño de las letras; la mayor parte de ellos no lo hacen.

Cuando llegamos a los sesenta años, ya interviene en nuestra visión suficiente material disperso como para disminuir el contraste visual, tanto que es uno de los principales motivos por los que se obliga a los pilotos de avión a retirarse a esa edad. A los sesenta años de edad una persona sigue estando en buena forma mental y física y los conocimientos acumulados a lo largo de años permiten un rendimiento superior en muchas tareas. Pero la fuerza física ha disminuido, la agilidad corporal se ha reducido y la velocidad de algunas operaciones es menor. En un mundo en el cual el promedio de edad va en aumento, los sesenta años siguen representando una relativa juventud: a la mayor parte de las personas que tienen sesenta años les quedan otros veinte de vida, y a muchos cuarenta. Es preciso diseñar teniendo en cuenta a esas personas: pensar en que cuando se diseña estamos pensando en nosotros mismos en el futuro.

No existe una solución sencilla, no hay una talla que nos venga bien a todos. Pero sí es útil diseñar con flexibilidad. Flexibilidad en cuanto al tamaño de las imágenes en las pantallas de ordenadores, en los tamaños, las alturas y los ángulos de las mesas y las sillas. Flexibilidad en nuestras autopistas, quizá mediante la precaución de asegurarnos de que existen otras rutas posibles con diferentes límites de velocidad. Las soluciones rígidas llevan invariablemente al fracaso con alguna gente; las soluciones flexibles por lo menos ofrecen una oportunidad a quienes tienen necesidades especiales.

LA ATENCIÓN SELECTIVA: EL PROBLEMA DEL ENFOQUE

La capacidad de atención consciente es limitada: si se concentra uno en una cosa, se reduce la atención que se presta a otras. Los psicólogos califican a este fenómeno como «atención selectiva». Un exceso de concentración lleva a una especie de visión de túnel, en la cual se pasan por alto los aspectos periféricos.

Una vez vi en la televisión británica un programa para consumidores relativo a las tostadoras que se incendiaban cuando el pan estaba demasiado seco. Los representantes de los consumidores señalaban que muchas veces la gente metía los dedos, o un tenedor, o un cuchillo en la tostadora para sacar la tostada. Eso era muy peligroso (todavía más peligroso en Europa que en los Estados Unidos, porque el voltaje suele ser de 220, y no de 120 como en los Estados Unidos). Sin embargo, algunas tostadoras tenían cables no revestidos cerca de la superficie superior, que eran muy fáciles de tocar con el dedo o con un utensilio metálico. Los representantes de los consumidores argumentaban que los fabricantes no deberían haber colocado esos cables tan cerca de la apertura.

Los fabricantes negaban que sus tostadoras fueran peligrosas. «¿Por qué va alguien a meter los dedos o un cuchillo en una tostadora?», preguntaban. Desde luego, las instrucciones les advertían de que no lo hicieran. Evidentemente deberían saber que es peligroso. Para el diseñador, un acto así es tan innegociable que en las consideraciones sobre diseño no intervenía la de la prevención.

Veamos el asunto desde el punto de vista del usuario. La persona ve un problema —una tostada que no sale o que se quema— y se concentra en la solución: cómo sacarla. No piensa en el peligro. Para mi propia sorpresa, yo hice eso mismo al día siguiente. Inserté dos bollos planos en la tostadora; al cabo de unos minutos salía humo. Rápidamente corrí a la tostadora, saqué los bollos todo lo que pude y después rápidamente (pero, ¿con cuidado?) inserté la hoja de un cuchillo en la tostadora, por uno de los lados para sacarlos. ¿Qué estaba haciendo?

Atención selectiva: se atiende al problema inmediato y se olvida el resto. Claro que actué con cuidado, pero probablemente también creían lo mismo las personas que se electrocutaron. Sencillamente, no parecía peligroso, nada más.

Y lo mismo pasa una vez tras otra. Hay buzos que se concentran tanto en tratar de salir a la superficie que no sueltan los lastres de plomo (colocados en un cinturón especial de soltura rápida) que son los que los

mantienen debajo del agua. La gente que huye de un incendio empuja una puerta, cada vez con más fuerza, sin darse cuenta de que para abrir esa puerta hace falta tirar de ella. Alguien queda atrapado tras una puerta y empuja del lado izquierdo, cuando se abre por el derecho. Los motociclistas llevan los cascos atados al asiento, en lugar de en la cabeza. La gente no utiliza cinturones de seguridad, o conduce demasiado rápidamente, porque resulta lo más cómodo y porque no advierte el peligro que corre.

Cuando existe un problema, la gente tiende a concentrarse en él y excluir los demás factores. El diseñador debe diseñar para cuando se plantea el problema y hacer que otros factores se destaquen más, o sean de acceso más fácil, o quizá menos necesarios. Para eso son las funciones forzosas descritas en el capítulo 5. Hacer que el interruptor de corriente de la tostadora sea una función forzosa, de manera que nadie pueda meter algo en la tostadora sin cerrar un interruptor de corriente (que debería ser de fácil acceso y uso). O cambiar el diseño del cableado y de los elementos calentadores de forma que no se pueda llegar a los elementos letales desde fuera, independientemente de lo que se meta en la tostadora, sea carne humana o metal.

Un corolario de ello es que los diseñadores deben estar alerta a los problemas de concentración en su propio diseño. ¿Ha prestado tanta atención a un conjunto de variables que han olvidado otros? ¿Ha hecho la atención a la capacidad de uso que se olvide la seguridad? ¿Ha hecho la estética que se olvide la capacidad de uso? ¿Ha hecho la facilidad de fabricación que olvide la estética?

El Grifo: una historia típica de dificultades de diseño

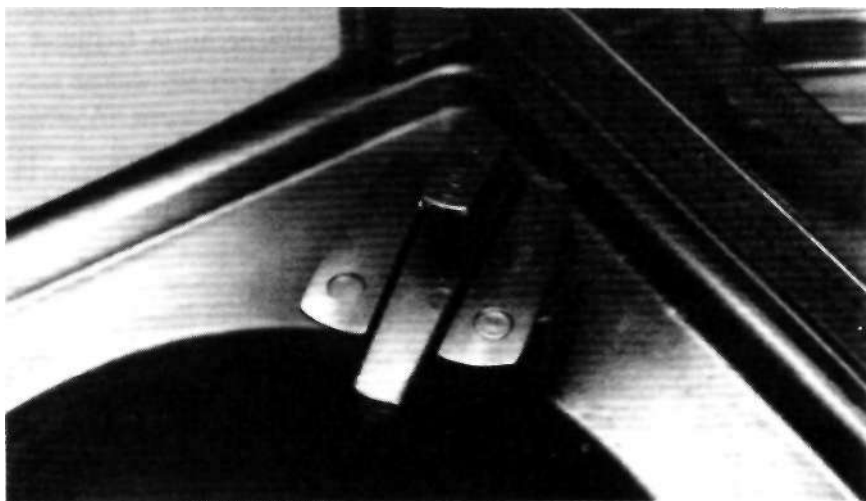
Quizá resulte difícil creer que un grifo corriente pueda exigir un manual de instrucciones. Yo he visto uno: en la reunión de la Sociedad Británica de Psicología celebrada en Sheffield, Inglaterra. Los participantes estábamos alojados en colegios mayores. Al llegar a uno de ellos, Ranmoor House, a cada huésped se le daba un folleto con información sobre dónde estaban las iglesias, las horas de las comidas, dónde estaba el servicio de correos y cómo manejar los grifos. «Para utilizar los grifos del lavabo hay que apretarlos un poco hacia abajo.»

Los grifos

Para utilizar los grifos del lavabo hay que apretarlos fuertemente



6.6 Distintos diseños de grifos «que apretar». Los grifos A (arriba) del colegio mayor Ranmoor de la Universidad de Sheffield no daban una pista clara de cómo utilizarlos. El resultado es que a los ocupantes hay que darles una hoja de instrucciones sobre «los grifos». Los grifos B (debajo) del lavabo de una línea aérea están bien diseñados. Se indica claramente que hay que apretarlos. No hace falta un manual de instrucciones.



Cuando me llegó el turno de hablar en la conferencia, hice a los asistentes una pregunta sobre los grifos. ¿Cuántos habían sufrido problemas al utilizarlos? Risitas corteses y contenidas de los oyentes. ¿Cuántos habían tratado de girar la manilla? Muchos levantaron la mano. ¿Cuántos habían tenido que pedir ayuda? Unas cuantas personas honradas levantaron la mano. Después vino a verme una señora que me dijo que había renunciado y había tenido que recorrer los pasillos hasta encontrar a alguien que le pudiera explicar los grifos.

Un mero lavabo, un mero grifo. Pero parece que habría que darle la vuelta, y no apretarlo (figura 6.6A). Si uno quiere que la gente apriete un grifo, es necesario que se sugiera claramente que debe apretarse. Y es posible: las líneas aéreas lo hacen bien (figura 6.6B).

Pobres de los conserjes del colegio mayor: no paran de recibir consultas para que indiquen cómo utilizar los grifos. De acuerdo, en la hoja de orientación había instrucciones. ¿Quién va a pensar que tiene que leer unas instrucciones antes de utilizar un grifo? Por lo menos, que se pongan en los grifos, donde es imposible no verlas. Pero cuando hacen falta instrucciones para cosas tan sencillas, eso desde luego revela que el diseño es malo.

¿Por qué es tan difícil hacer que los grifos funcionen bien? Veamos más de cerca dos variables importantes (que nos darán bastante que hacer). A la persona que utiliza los grifos le importan dos cosas: la temperatura y el volumen del agua. Dos cosas que controlar. Deberíamos estar en condiciones de hacerlo con dos mandos, uno para cada cosa. Salvo que el agua llegue por dos tuberías, la caliente y la fría, de manera que las dos cosas eme son más fáciles de controlar —el volumen del agua caliente y el volumen del agua fría— no son las dos cosas que queremos controlar. De ahí el dilema del diseñador.

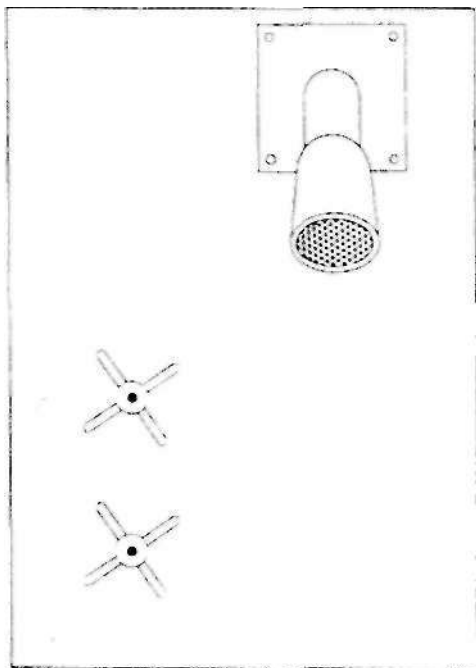
Hay tres problemas; dos relacionados con la topografía de las intenciones de actos; el tercero es el problema de la evaluación.

— ¿Qué mando controla la fría y cuál la caliente?

— ¿Qué se hace con el mando para aumentar o disminuir el volumen de agua?

— ¿Cómo se determina si el volumen o la temperatura son los correctos?

Los dos problemas de topografía se resuelven mediante convenciones o limitaciones culturales. Es una convención universal que el grifo de la izquierda debe de ser el de agua caliente y el de la derecha el de agua fría. También es una convención universal que los pasos de los tornillos



6.7. Grifos verticales. La norma es que el agua caliente esté a la izquierda y la fría a la derecha. ¿Qué se hace en este caso? ¿Cómo puede ocurrírsele a nadie esta distribución?

se aprietan hacia la derecha y se aflojan hacia la izquierda. Uno cierra un grifo apretando un paso de tornillo (apretando una arandela en su base), con lo cual se cierra la salida del agua; de manera que al girar a la derecha se cierra el agua y al girar a la izquierda, se abre.

Por desgracia, esas convenciones no siempre existen. La mayor parte de los ingleses a quienes pregunté no tenían conciencia de que existiera la convención de izquierda/caliente, derecha/frío; en Inglaterra se viola con demasiada frecuencia para que se considere un convencionalismo. Pero tampoco es universal en los Estados Unidos. Véase el dibujo de unos mandos de ducha en mi propia universidad (figura 6.7). Aquí los mandos son verticales. ¿Verticales? Si la izquierda es la norma de caliente, ¿cómo se refleja eso en una disposición vertical? ¿Es el del agua caliente el de arriba o el de abajo? Absurdo.

A veces, los diseñadores alteran adrede los convencionalismos. El cuerpo humano tiene una simetría de imagen de espejo, dice este pseudopsicólogo. De manera que si la mano izquierda se mueve hacia la derecha,

la mano derecha debería moverse hacia la izquierda. Cuidado, el fontanero o el arquitecto pueden instalar un grifo de cuarto de baño en el cual la rotación hacia la derecha cierra el agua caliente y abre el agua fría. ¿O es al revés? Da igual, mientras trata uno de controlar la temperatura del agua; con los ojos llenos de jabón, pretende cambiar el control del agua con una mano, con el jabón o el champú agarrado en la otra, seguro que se equivoca uno. El agua sale helada, de modo que trata uno de aumentar el volumen de la caliente. Probablemente cierra uno la ducha, o el baño, o abre el desagüe (o lo cierra) o cierra totalmente el agua caliente, o se quema uno.

Habría que obligar al inventor de esa estupidez de la imagen del espejo a darse una ducha. Sí, tiene algo de lógica. Por ser justos con el inventor del sistema, funciona razonablemente bien siempre que uno utilice los grifos colocando las dos manos en ellos al mismo tiempo y ajuste ambos mandos simultáneamente. Sin embargo, fracasa horriblemente cuando se utiliza una mano alternativamente entre los dos mandos. Entonces no recuerda uno qué dirección sirve para que'.

¿Que pasa con el problema de la evaluación? La retroalimentación en el empleo de casi todos los grifos es rápida y directa, de forma que si se giran en el sentido erróneo, resulta fácil de descubrir y corregir: el ciclo evaluación-acción es fácil de recorrer. Como resultado, a menudo no se advierte la discrepancia respecto de las reglas normales. Salvo que este uno en la ducha y la retroalimentación ocurra cuando se escalda uno.

Los lavabos antiguos tienen dos grifos separados. En ese caso, la evaluación resulta difícil. Uno puede llevar la mano rápidamente adelante y atrás entre las salidas de agua, con lo cual espera conseguir una buena mezcla de temperaturas, o puede llenar el lavabo, ajustando la cantidad de agua caliente y fría de modo que la mezcla acumulada tenga la temperatura que desea. Por lo general, se conforma uno con algo aproximado. Cada problema por sí mismo no es grave. Pero el total de todos los malos diseños triviales agrava innecesariamente los traumas de la vida cotidiana.

Veamos ahora el grifo moderno con una sola salida de agua y un solo mando. La tecnología viene en nuestro auxilio. Si se mueve el mando en un sentido se ajusta la temperatura. Si se mueve en otro, se ajusta el volumen. ¡Hurra! Controlamos exactamente las variables de interés, y la boca por la que sale el agua mezclada resuelve el problema de evaluación.

Sí, esos nuevos grifos son preciosos. Bonitos, elegantes, obtienen premios. Inutilizables. Han resuelto una serie de problemas para crear otra. Ahora predominan los problemas de topografía.

- ¿Qué mando tiene que ver con qué acto?
- ¿Qué tiene uno que hacer con los mandos?

El problema consiste en que resulta muy difícil imaginar qué parte de ese bonito grifo es el mando. E incluso cuando lo averigua uno, resulta difícil imaginar en qué dirección se mueve. Y una vez que lo ha averiguado uno, resulta difícil imaginar qué dirección controla que acto. Y cuando esos diseños fantasiosos, de usos múltiples y tan bonitos también controlan el tapón del lavabo y la desviación de agua hacia la ducha o el baño, el desastre se cierne sobre nosotros.

En este caso existen dos problemas. En primer lugar, en aras de la elegancia, las partes móviles a veces se funden invisibles en la estructura del grifo, haciendo que resulte casi imposible incluso hallar los mandos, o imaginarse en qué sentido deben desplazarse o qué controlan. En segundo lugar, y en aras de la novedad, los nuevos diseños han renunciado a las posibilidades que brinda la constancia cultural. Los usuarios no quieren que cada nuevo diseño emplee un método diferente para controlar el agua. Los usuarios necesitan una normalización. Si todos los fabricantes de grifos pudieran ponerse de acuerdo sobre un conjunto normalizado de movimientos para controlar el volumen y la temperatura (por ejemplo arriba y abajo para controlar el volumen —arriba significa más— e izquierda y derecha para controlar la temperatura —izquierda significa caliente), todos podríamos aprender las normas de una vez y en adelante utilizar ese conocimiento con cada nuevo grifo con el cual tropezásemos.

Si no puede uno poner el conocimiento en el dispositivo, que se elabore una presión cultural: que se normalice lo que se ha de mantener en la cabeza.

La norma podría contener pequeñas variaciones. Supongamos que un diseñador deseara que la temperatura estuviese controlada por un mando que girase, en lugar de por una palanca que se desplazara a izquierda y derecha. Afortunadamente, existe una topografía natural que relaciona el giro con la dirección: girar en el sentido de las manecillas del reloj es igual que girar hacia derecha —más frío— y girar en el sentido opuesto

a las manecillas del reloj es igual que girar a la izquierda: más caliente.

El desarrollo tecnológico no se interrumpe jamás. Existe otra solución al problema del control, que tiene algunas ventajas sobre las demás: es más barata. Un mando abre el agua o la cierra y permite ajustar la temperatura o el volumen, pero no ambas cosas (figura 6.8). No hay más que localizar el mando y activarlo. Basta pensar en toda la energía mental y la confusión que se ha ahorrado uno. Por fin tenemos un mando verdaderamente fácil de utilizar. Un éxito.

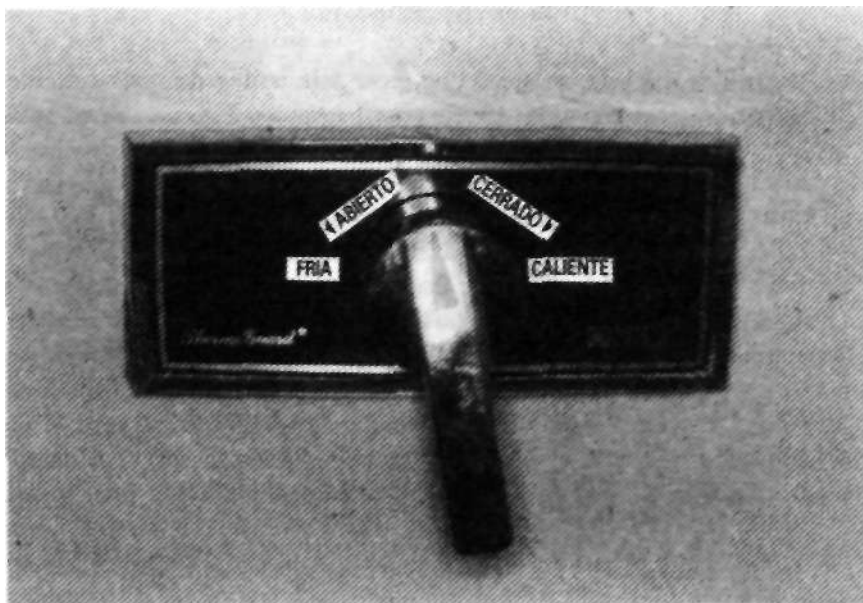
Un momento; lo que queremos hacer es controlar tanto el volumen como la temperatura de forma independiente. Esta solución nos da sólo un mando. De manera que podemos ajustar la temperatura, pero el volumen de agua que conseguimos es el que el diseñador ha considerado que nos convenía. O podemos ajustar el volumen y obtener una temperatura arbitraria. Así el progreso.

Algunas variantes de este tipo de grifo sólo controlan la apertura o el cierre: no se puede controlar el volumen ni la temperatura. A veces, no existe un medio visible de abrir el agua. ¿Cómo comprende el usuario novicio que hay que mover las manos bajo el grifo? No existe ningún indicio de la operación que es necesario realizar, ninguna información pertinente en el mundo.

Quizá exista un gran letrero que diga: «No loque usted nada, basta con colocar las manos bajo el grifo». El letrero quita elegancia al conjunto, ¿no? Es una alternativa interesante: comprensión o elegancia. Naturalmente, si esos grifos se generalizarán, la gente sabría cómo utilizarlos y se podrían quitar los letreros. ¿Quién lo duda?

Dos tentaciones mortíferas para el diseñador

Volvamos a los problemas del diseñador. He mencionado las presiones de tiempo y de economía a que está sometido. Ahora voy a hablar de dos tentaciones mortíferas que acechan a quienes no se andan con cuidado; tentaciones que llevan a crear productos que resultan excesivamente complejos, productos que vuelven locos a los usuarios, tentaciones a las que yo califico de «elementismo» rampante y de culto de falsas imágenes.



6.8. Grifos más sencillos. En A (arriba) se ha resuelto el problema de la topografía y presuntamente el grifo es de fácil utilización. El problema es que no se puede controlar el volumen de agua. Además, una vez girada la manivela 180°, ya no queda claro en qué sentido girarla para que el agua salga más fría o más caliente. El grifo B (abajo) no puede ser más sencillo. Desde luego, es fácil de utilizar. Claro que solamente se puede abrir; se obtiene una temperatura fija y un volumen fijo de agua.



ELEMENTISMO» RAMPANTE

Hace poco asistí a una demostración de un nuevo programa de tratamiento de textos, que se realizó en un auditorio grande y lleno de gente. Había un representante de la empresa sentado delante de la computadora y un proyector de vídeo que transmitía una gran imagen de la pantalla de la computadora a la de vídeo. El público era escéptico. El encargado de la demostración era elocuente y convincente, componía un esbozo, lo ampliaba en un texto, iba sangrando los párrafos, numerándolos, cambiando los estilos, pasando a un programa de dibujo, dibujando una figura, insertando el dibujo en el texto con el texto bien ordenado en torno al dibujo. «¿Quiere uno componer en dos columnas?», preguntaba el demostrador. «Ya están. ¿Tres columnas? ¿Cuatro? Lo que uno quiera.» La pantalla iba cambiando: tres columnas de texto perfectamente alineadas, ilustraciones donde tenían que estar exactamente, epígrafes, notas a pie de página, números de párrafos, cursivas en negrita. Mayúsculas, minúsculas, notas perfectamente separadas al final de las columnas. Podía uno incluso destacar lo que se había cambiado en la última revisión. Se podía dejar el espacio para las notas que quisiera el autor o el coautor, notas que aparecerían en la pantalla, pero que no habían de quedar impresas en el texto definitivo.

El público aplaudió. Cada uno fue pidiendo los elementos que quería. Por lo general, el demostrador decía: «Sí, celebro que me hayan pedido eso, ahí va», y, zas, una mano que se mueve, unas teclas que resuenan, un movimiento de «teclas» y en la pantalla se veía el último elemento que se había pedido. A veces, el demostrador decía: «Todavía no, eso vendrá en el segundo modelo, dentro de unos meses».

El «elementismo» rampante es la tendencia a añadir los elementos que es capaz de incorporar un dispositivo, a menudo por encima de toda necesidad razonable. No hay forma de que un programa siga siendo utilizable y comprensible cuando incorpora tantos elementos superespecializados. La máquina de tratamiento de textos que utilicé en mi ordenador en casa tiene un manual de instrucciones de 340 páginas, más un manual introductorio de 150 páginas para los que lo utilizan por primera vez (que probablemente no pueden comprender el manual de instrucciones hasta haber leído el manual introductorio). La máquina EMACS, que es la de tratamiento de textos que utilicé en mi ordenador de la universidad, tiene un manual de 250 páginas, que sería más largo si los autores no partieran del principio de que uno ya es un experto en muchas cosas.

¿Cómo se las arreglan los usuarios? ¿Cómo pueden protegerse los usua-

rios contra sí mismos? Después de todo, como indica lo que acabo de decir acerca del programa de demostración, son los usuarios quienes piden esos elementos; los diseñadores se limitan a hacerles caso. Pero cada nuevo conjunto de elementos aumenta inconmensurablemente el tamaño y la complejidad del sistema. Hay que hacer invisibles cada vez más cosas, en contravención de todos los principios del diseño. Nada de limitaciones ni de prestaciones; topografías invisibles y arbitrarias. Y todo porque los usuarios han pedido más elementos.

El «elementismo» rampante es una enfermedad que resulta mortífera si no se trata rápidamente. Hay algunas curas, pero, como suele ocurrir, el mejor enfoque consiste en practicar la prevención. El problema estriba en que la enfermedad se produce de forma muy natural, muy inocente. Si se analiza una tarea, se ve cómo se puede facilitar. Y el añadir elementos parece algo muy virtuoso, que se ajusta precisamente a lo que se predica en este libro, sencillamente tratar de facilitarle la vida a todo el mundo. Pero cada elemento que se añade introduce más complejidad. Cada nuevo elemento introduce otro mando, o factor visual, o tecla, o instrucción. Probablemente, la complejidad va elevándose al cuadrado con cada elemento: si se duplica el número de elementos, se cuadruplica la complejidad. Si se introducen diez veces más elementos, la complejidad se multiplica por cien.

Existen dos formas de tratar el «elementismo». Una de ellas es evitarlo, o por lo menos practicarlo con gran moderación. Sí, mantener los elementos que parecen absolutamente necesarios, pero hacer un esfuerzo hercúleo para soportar los rigores de no contar con los demás. Cuando un aparato tiene funciones múltiples, no hay forma de evitar la necesidad de mandos y operaciones múltiples, de múltiples páginas de instrucciones, múltiples dificultades y confusiones.

El segundo método es el de la organización. Organizar, modularizar, utilizar la estrategia de dividir para vencer. Supongamos que tomamos cada conjunto de elementos y lo ocultamos en lugares distintos, quizá con barreras divisorias entre conjuntos. El término técnico es el de *modulación*. Crear módulos funcionales separados, cada uno de ellos con un grupo limitado de mandos, cada uno de ellos especializado en algún aspecto diferente de la tarea. La ventaja consiste en que cada módulo separado tiene propiedades limitadas y elementos limitados. Pero ello no cambia el total de elementos del aparato. La división correcta de un con-

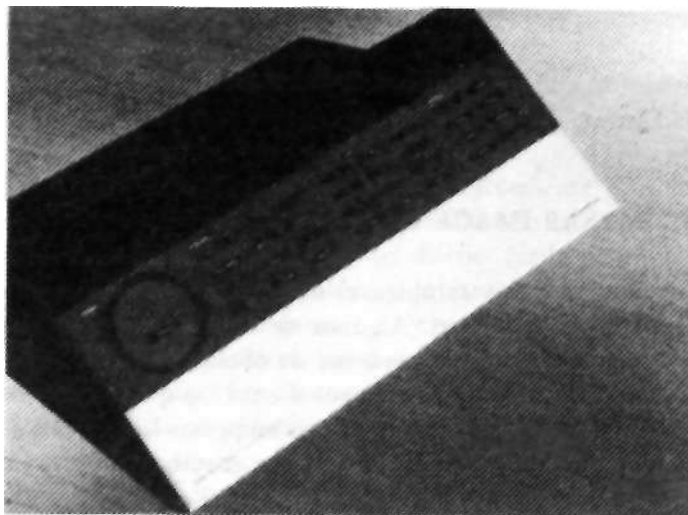
junto limitado de mandos en módulos le permite a uno triunfar sobre la complejidad (como cabe advertir en la figura 6.9).

EL CULTO DE FALSAS IMÁGENES

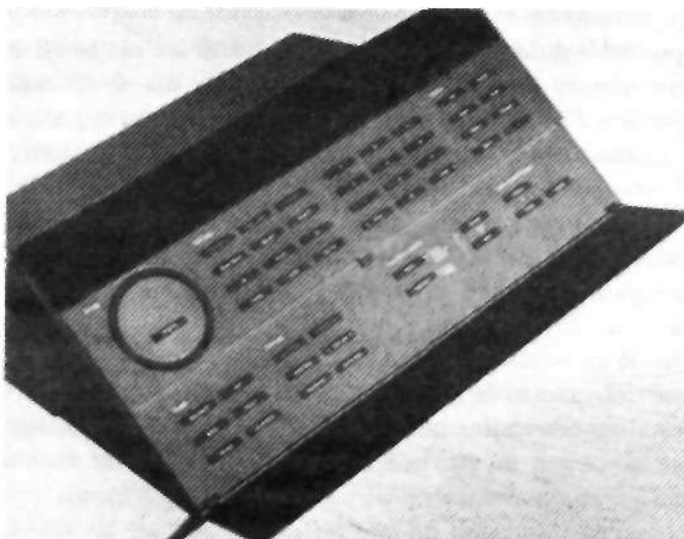
Además, el diseñador —y también el usuario— puede verse tentado de rendir culto a la complejidad. Algunos de mis estudiantes hicieron un estudio de las máquinas fotocopadoras de oficina. Descubrieron que las máquinas más caras y con más elementos eran las que más se vendían a los bufetes de abogados. ¿Necesitaban esas empresas los elementos adicionales de las máquinas? No. Resulta que les gustaba ponerlas en las recepciones de sus oficinas, donde esperaban sus clientes: máquinas impresionantes, con muchas luces que se encendían y se apagaban y bonitas pantallas. La empresa daba la impresión de ser moderna y estar al día, de tener la capacidad de hacer frente a los rigores de la alta tecnología moderna. El hecho de que las máquinas fueran demasiado complejas para que las pudiera utilizar la mayor parte de los empleados de las empresas no tenía importancia: ni siquiera hacía falta que las fotocopadoras se utilizaran: bastaba con su aspecto. Ah, sí, el culto de falsas imágenes, en este caso por los clientes.

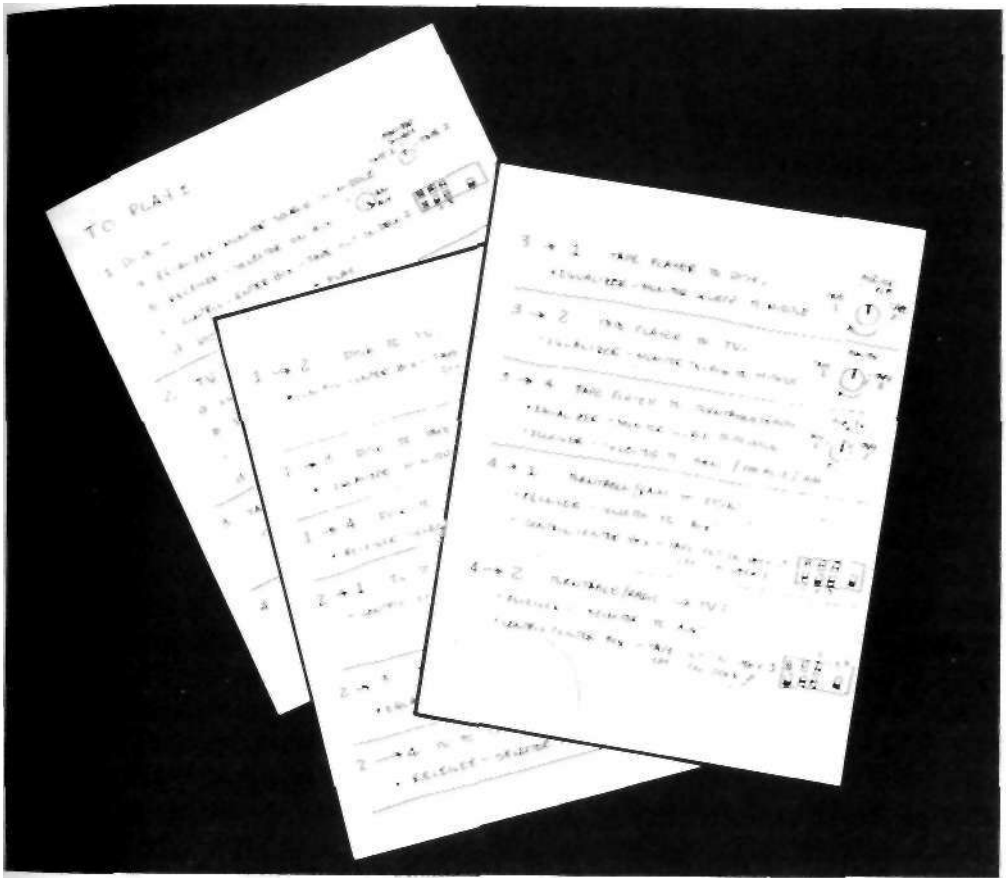
Una colega me habló de las dificultades que había tenido con su apáralo audio/televisivo. Estaba formado por componentes separados, cada uno de los cuales no era demasiado complejo. Pero la combinación era tan abrumadora que no podía utilizarlo. Su solución consistió en averiguar cómo se realizaba cada una de las operaciones que deseaba realizar y escribirse a sí misma instrucciones explícitas para realizarlas (figura 6.10). E incluso con esas instrucciones, el funcionamiento no le resultaba fácil. Evidentemente, en este caso el culpable es la interacción entre los componentes. Resulta increíble tener que escribir varias páginas de instrucciones para utilizar el aparato de radio de uno.

En el caso del aparato de audio/televisión demasiado complejo, los componentes estaban fabricados por empresas distintas. Sin embargo, se trataba de que se compraran y se utilizaran como un todo. He visto la misma complejidad en componentes de un solo fabricante. Algunos vendedores tratan de crear la impresión de que así tienen que ser las cosas, de que



6.9. Cómo triunfar sobre la complejidad mediante la organización. El mando de control remoto A (arriba) para el aparato de audio Bang & Olufsen (el propio aparato no tiene mandos) ofrece muchos elementos y opciones. Los mandos se simplifican gracias a varios principios. En primer lugar, las teclas están agrupadas en módulos lógicos y funcionales. En segundo lugar, el cuadro del control a distancia da una buena retroalimentación acerca del funcionamiento. En tercer lugar, los mandos que se utilizan raras veces están ocultos bajo un panel B (debajo), lo cual reduce la complejidad visual en el uso normal, pero están disponibles en caso necesario.





6.10. Un manual personal de instrucciones. Mi colega tuvo que escribir tres páginas de instrucciones para ser capaz de utilizar cualquier configuración dada de sus componentes de audio/vídeo. Demasiadas piezas en interacción, demasiada complejidad.

cualquier persona con un mínimo de competencia técnica puede arreglárselas para que los aparatos funcionen. No, esa actitud no es la correcta. El equipo es sencillamente demasiado complejo, la interacción entre los componentes demasiado abrumadora. El equipo de mi colega no era especialmente complicado. Ella era una persona bastante competente en materias técnicas —tiene un doctorado en ciencia de ordenadores—, pero quedaba superada por un equipo de audio y televisión de lo más corriente.

Uno de los problemas de los equipos de radio y televisión es que, aunque cada componente se haya diseñado con mucha atención, la interacción entre los componentes causa problemas. Es como si el sintonizador, el tocacassettes, la televisión, el vídeo, el tocadiscos compacto, etc., estuvieran diseñados de forma relativamente aislada. Cuando se ponen juntos se crea el caos: una proliferación increíble de mandos, luces, contadores e interconexiones que pueden superar incluso a la persona de mayor talento.

En este caso la falsa imagen es la apariencia de adelanto técnico. Es el pecado al que atribuir la complejidad extraordinaria de muchos de nuestros aparatos, desde los teléfonos y las televisiones hasta los lavaplatos y las lavadoras, desde los salpicaderos de automóviles hasta los aparatos audiovisuales. La única solución se halla en la educación. Cabe aducir que se trata de un pecado sin víctimas, que sólo hace daño a quienes lo practican, pero eso no es cierto. Los fabricantes y los diseñadores crean productos para lo que ellos consideran que es la demanda del mercado; en consecuencia, si hay bastante gente que peque en ese sentido —y existen pruebas de que la hay— entonces todos nosotros hemos de pagarles sus placeres a unos cuantos. Pagamos en forma de equipo fantasioso y atractivo que resulta casi imposible utilizar.

Los caprichos de los sistemas de ordenadores

Pasemos al ordenador, en el que hallaremos profusamente todas las grandes dificultades del diseño. En ese caso raras veces se tiene en cuenta al usuario. El ordenador no tiene nada de especial; se trata de una máquina, un artefacto humano, igual que las demás cosas que hemos estudiado, y plantea pocos problemas que no hayamos encontrado ya. Pero los diseñadores de sistemas de ordenadores parecen olvidar en especial las necesidades de los usuarios, parecen ser especialmente susceptibles a ludas las trampas del diseño. Raras veces se recurre a los diseñadores profesionales para ayudar con los productos de ordenadores. Por el contrario, se deja el diseño en manos de ingenieros y programadores, de personas que por lo general no tienen ninguna experiencia ni ningún conocimiento de lo que es diseñar para la gente normal.

El carácter abstracto del ordenador plantea un desafío especial al diseñador. El ordenador funciona electrónicamente, de forma invisible, sin ningún indicio de los actos que está realizando. Y recibe sus instrucciones mediante un lenguaje abstracto, que especifica la corriente interna de control y el desplazamiento de la información, pero que no está especialmente adaptado a las necesidades del usuario. Hay programadores especializados que trabajan en esos lenguajes para decirle al sistema que realice esas operaciones. La tarea es compleja, y los programadores deben contar con toda una serie de conocimientos y de talentos. El diseño de un programa exige una combinación de conocimientos técnicos y de experiencia, de conocimiento de la tarea y de conocimiento de las necesidades y las capacidades de los usuarios.

Los programadores no deberían ser los encargados de la interacción del ordenador con el usuario; ése no es su terreno ni tendría por qué serlo. Muchos de los programas existentes para usuarios sobre posibles aplicaciones son demasiado abstractos y exigen actos que tienen sentido para las necesidades del ordenador y para el profesional de los ordenadores, pero que no resultan coherentes, sensatos, necesarios ni comprensibles para el usuario corriente. El hacer que el sistema resulte más fácil de utilizar y de comprender exige mucho trabajo extra. Yo comprendo los problemas del programador, pero no puedo excusar la falta general de interés por los usuarios.

COMO HACER MAL LAS COSAS

¿Se ha sentado usted alguna vez frente a un ordenador típico? En tal caso, ha tropezado usted con «la tiranía de la pantalla en blanco». Se queda uno sentado frente a la pantalla del ordenador, listo para empezar. ¿Empezar a hacer qué? ¿Cómo? La pantalla está totalmente en blanco o contiene símbolos o palabras que no informan de nada ni dan ninguna sugerencia de lo que se ha de hacer. Existe un teclado como el de una máquina de escribir, pero no hay ningún motivo para suponer que una tecla sea preferible a otra. En todo caso, ¿no es cierto que una pulsación equivocada puede reventar la máquina? ¿O destruir unos datos valiosos? ¿O conectar accidentalmente la máquina con un banco de datos supersecreto lo cual provocará una investigación del Servicio Secreto? ¿Quién sabe qué peligros acechan en el fabulador? Resulta casi tan aterrador como que ¡o lleven a uno a una fiesta en la que no hay más que desconocidos,

lo dejen en el centro del salón y lo abandonen allí- El anfitrión desaparece y dice: «Estás en tu casa. Estoy seguro de que aquí hay montones de personas con las que te agradecerá hablar». A mí no. Me retiro a un rincón y trato de encontrar algo que leer.

¿En qué consiste el problema? En nada especial, sólo en que hay más de todo. Las facultades especiales del ordenador pueden hacer que todos los problemas se intensifiquen hasta alcanzar nuevos niveles de dificultad. Si aspira uno a hacer algo que resulte difícil de utilizar, probablemente lo mejor es copiar a los diseñadores de los sistemas modernos de ordenadores. ¿Quiere uno hacer que las cosas salgan mal? Veamos qué hace falta:

- Hacer que las cosas sean invisibles. Ampliar la Laguna de Ejecución, sin indicaciones de las operaciones que se han de realizar. Establecer una Laguna de Evaluación: no aportar retroalimentación, que no haya resultados visibles de los actos que se acaban de realizar. Explotar la tiranía de la pantalla en blanco.

- Ser arbitrario. Los ordenadores lo facilitan mucho. Utilizar títulos o actos que no sean obvios para dar las órdenes. Utilizar topografías arbitrarias entre el acto que se pretende y lo que efectivamente se ha de hacer.

- Ser incoherente: cambiar las normas. Que una cosa se haga de una forma en un modo y de otra forma en otro modo. Esto resulta especialmente eficaz cuando es necesario pasar constantemente de un modo a otro.

- Hacer que las operaciones no sean inteligibles. Utilizar un idioma idiosincrático o abreviaturas. Utilizar notificaciones de errores que no sean informativos.

- Ser descortés. Tratar las equivocaciones del usuario como si fueran roturas de contrato. Gruñir. Insultar. Murmurar en una jerga ininteligible.

- Hacer que las operaciones resulten peligrosas. Permitir que con un solo error se destruya una labor inapreciable. Hacer que resulte fácil cometer errores desastrosos. Pero colocar advertencias en el manual; después, cuando alguien se queje, siempre se puede preguntar: «¿Pero no habían leído ustedes el manual?».

Esta lista se está haciendo deprimente, de manera que vamos a ver el lado bueno de las cosas. El ordenador tiene un potencial gigantesco, más que suficiente para erguirse sobre todos sus problemas. Como tiene unas facultades ilimitadas, como puede aceptar casi cualquier tipo de mando y como puede crear casi cualquier tipo de imagen o de sonido, tiene la posibilidad de colmar las lagunas, de facilitar la vida. Se pueden crear

sistemas a la medida, si se diseñan bien, para cada uno de nosotros, y cada uno de nosotros puede hacerlo. Pero hemos de insistir en que quienes desarrollan los ordenadores trabajen para nosotros, y no para la tecnología ni para ellos mismos. Existen, efectivamente, programas y sistemas que nos han demostrado esa posibilidad; tienen en cuenta al usuario y nos facilitan e incluso nos hacen agradable la realización de nuestras tareas. Así deberían ser las cosas. Los ordenadores tienen la posibilidad de no sólo hacer que las tareas cotidianas resulten más fáciles, sino que además resulten agradables.

NO ES DEMASIADO TARDE PARA HACER BIEN LAS COSAS

La tecnología de los ordenadores todavía es joven y todavía está explorando sus posibilidades. Persiste la idea de que sí no ha pasado uno los ritos secretos de iniciación en conocimientos de programación, no se le debe permitir a uno el ingreso en la sociedad de los usuarios de ordenadores. Es como cuando aparecieron los automóviles: que no se presenten más que los valientes, los aventureros y los que tengan conocimientos de mecánica.

Los científicos de ordenadores han venido trabajando, hasta ahora, en la elaboración de lenguajes de programación muy potentes que permiten resolver los problemas técnicos del cómputo. Se han realizado muy pocos esfuerzos por resolver los lenguajes de la interacción. Cada estudiante de programación sigue cursos sobre los aspectos de cómputo de los ordenadores. Pero se imparten muy pocos cursos sobre los problemas con que se enfrenta el usuario; por lo general, esos cursos no son obligatorios y no resultan fáciles de introducir en el horario, ya muy lleno, del aspirante a científico de ordenadores. El resultado es que la mayor parte de los programadores preparan con gran facilidad programas de ordenadores que hacen cosas maravillosas, pero que son inutilizables por el no profesional. Casi ningún programador ha pensado jamás en los problemas con que se enfrentan los usuarios. Se sienten sorprendidos al descubrir que sus creaciones tiranizan al usuario. Ya no existe ninguna excusa para esto. No resulta tan difícil crear programas que permitan visualizar los actos, que permitan al usuario ver lo que está ocurriendo, que permitan ver el conjunto de actos posibles, que muestren el estado momentáneo del sistema de forma significativa y clara¹⁸.

Voy a citar algunos ejemplos de un trabajo excelente, de unos sistemas que tienen en cuenta las necesidades del usuario. En primer lugar, existe la hoja de impresión inmediata, un programa de contabilidad que ha modificado la contabilidad de oficinas. El primer programa de impresión inmediata, *Visicalc*, resultó tan impresionante que hubo gente que compró ordenadores únicamente para utilizar este programa. Eso constituye un argumento muy favorable respecto de su capacidad de uso. Las hojas de impresión inmediata plantean sus problemas, pero, en general, permiten a la gente trabajar con números de forma cómoda y con resultados que son inmediatamente visibles.

¿Por qué agradó tanto a la gente la hoja de impresión inmediata? Por su aspecto. No era como estar trabajando con un ordenador: estaba uno trabajando con su propio problema. Se organizaba el problema igual que haría uno normalmente, salvo que ahora era más fácil introducir los cambios y ver los resultados. Se cambiaba un número y todo lo que dependía de ese número iba cambiando con él, exactamente de la forma adecuada. Era una forma muy fácil de hacer proyecciones presupuestarias. Todas las ventajas del ordenador, sin los impedimentos técnicos. De hecho, los mejores programas de ordenador son los programas en los cuales el propio ordenador «desaparece», en los cuales trabaja uno directamente con el problema, sin necesidad de tener conciencia del ordenador-

De hecho, el Visicalc tenía muchos problemas. El concepto era brillante, pero la ejecución era defectuosa. No critico a los diseñadores, pues éstos tropezaban con las limitaciones de las capacidades de una generación anterior de ordenadores personales. Las hojas de cálculo de hoy en día tienen mucha más capacidad, y los programas son mucho más fáciles de utilizar. Pero el programa estableció el modelo: daba la sensación de que estuviera uno trabajando directamente con el problema, y no con el ordenador.

No es nada fácil elaborar sistemas de ordenadores eficaces y utilizables. Para empezar, resulta caro. Veamos los principios descritos en este libro: visibilidad, limitaciones, prestaciones, topografías naturales, retroalimentación. Todo ello, aplicado a los sistemas de ordenadores, significa que, entre otras cosas, el ordenador debe tener la capacidad de hacer que las cosas resulten visibles (o audibles), lo cual exige pantallas grandes y de gran calidad, diversos dispositivos de entrada y mucha memoria de orde-

nador. Todo ello exige, a su vez, circuitos de ordenadores más rápidos y más potentes. Y todo ello significa unos sistemas más caros: más coste de manufactura, más coste para el consumidor. Quizá no resulte evidente de inmediato que los usuarios cotidianos de sistemas de ordenadores son los que necesitan los sistemas más potentes, con más memoria y mejores pantallas. Los programadores profesionales pueden conseguir más por menos, pues saben cómo enfrentarse con interacciones más complejas y con pantallas menos eficaces.

La primera tentativa, propiamente dicha, de construir un sistema eficaz no tuvo éxito comercial. Se trató de la Xerox Star, creación del Centro de Investigaciones de Palo Alto de la empresa Xerox. Los investigadores reconocieron la importancia de grandes pantallas muy detalladas con muchos gráficos; impartieron a la máquina la capacidad de exhibir simultáneamente varios documentos diferentes, e introdujeron un mecanismo de señalización —en este caso el «ratón»— para que el usuario especificara una zona de trabajo en la pantalla. El ordenador Xerox Star representó un gran avance en cuanto a diseño utilizable¹⁹. Pero el sistema resultaba demasiado caro y demasiado lento. A los usuarios les gustaba su gran capacidad y la facilidad con que se manejaba, pero necesitaban más rendimiento. Las ventajas de unos mandos de uso fácil se veían totalmente anuladas por la lentitud de la reacción. La imagen no podía mantenerse siempre a la velocidad de la escritura, y las solicitudes de explicación (el sistema de «ayuda») llevaba a veces tanto tiempo que el usuario podía irse a hacer un café mientras esperaba la respuesta incluso a la pregunta más sencilla. Xerox abrió el camino, pero sufrió el destino de casi todos los pioneros: las intenciones eran buenas, pero la ejecución era deficiente.

Afortunadamente para el consumidor, la Empresa de Ordenadores Apple ha venido complementando las ideas de Xerox, con la teoría elaborada para la Xerox Star (y con la contratación de alguna de la gente de Xerox) para producir primero la Apple Lisa ¡también demasiado lenta y cara y un fracaso en el mercado) y después la Machintosh, que ha sido un gran éxito.

El enfoque aplicado por Xerox ha quedado bien documentado . El principal objetivo era la coherencia de las operaciones, hacer que las cosas fueran visibles, de forma que siempre se pudieran determinar las opciones disponibles, y verificar cada idea con los usuarios en cada momento del proceso del desarrollo. Son las características importantes de un buen diseño de sistemas.

El ordenador Machintosh de Apple utiliza mucho las imágenes en pantalla. Estas eliminan la pantalla en blanco: el usuario puede ver qué otras cosas puede hacer. El ordenador también hace que cada acto resulte relativamente fácil de realizar y normaliza los procedimientos, de forma que los métodos aprendidos para un programa se puedan aplicar a casi todos los demás programas. Existe un buen sistema de retroalimentación. Muchos de los actos se realizan mediante el desplazamiento de un ratón —un dispositivo pequeño que se sostiene en la mano y que sirve para apuntar y hace que una señal se desplace al lugar adecuado de la pantalla. El ratón establece una buena topografía desde el acto hasta el resultado, y el uso de menús —opciones que se señalan en la pantalla— hace que las operaciones resulten fáciles de realizar. Se han colmado bien la Laguna de Ejecución y la Laguna de Evaluación.

La Machintosh Jalla en muchas cosas, especialmente en las que es necesario utilizar oscuras combinaciones de manipulación de teclas para realizar una tarea. Muchos de los problemas se derivan del empleo del ratón. El ratón tiene un solo botón, lo cual simplifica su empleo, pero significa que para indicar algunos actos hay que apretar el botón varias veces o pulsar simultáneamente varias combinaciones de teclas y apretar el botón del ratón. Estos actos contravienen la teoría básica del diseño. Son difíciles de aprender, difíciles de recordar y difíciles de realizar.

¡Ay, el problema de los botones en el ratón.' ¿Cuántos botones debería tener el ratón' Según los modelos, tiene uno, dos o tres, y este último es el número más frecuente. De hecho, algunos ratones tienen más botones; existe un diseño que tiene incluso un teclado de acordes. Las discusiones en torno al número que sería el correcto son muy encendidas. Naturalmente, la respuesta es que no existe una respuesta correcta. Se trata de una ley de las compensaciones. Si se aumenta el número de botones, se simplifican algunas operaciones, pero también se aumenta la complejidad del problema de topografía. Basta con dos botones para detener una topografía incoherente de las funciones y los botones. Si no se pone más que un botón, desaparece el problema de la topografía, pero también desaparecen algunas de las funciones.

El ordenador Machintosh constituye un ejemplo de lo que podrían ser los sistemas de ordenadores. El diseño atribuye gran importancia a la visibilidad y la retroalimentación. Sus «directrices de interfaz humana» y su «caja de herramientas» interna aportan normas a muchísimos programadores que establecen sus programas precisamente para ese ordenador. Ha

hecho hincapié en la facilidad para el usuario. Sí, el Machintosh tiene varios defectos graves: dista mucho de ser perfecto y no es único. Pero, por su relativo éxito en cuanto a convertir la utilidad y la comprensión en objetivos primordiales del diseño, yo daría un premio al Machintosh de Apple. El problema es que yo no les doy demasiada importancia a los premios.

EL ORDENADOR COMO CAMALEÓN

El ordenador es una máquina nada corriente en el sentido de que su forma y su aspecto no son fijos: pueden ser cualquier cosa que el diseñador desee. El ordenador puede ser como un camaleón: cambiar de forma y de aspecto exterior según la situación. Las operaciones del ordenador pueden ser «blandas» y realizarse más en apariencia que en sustancia. Y la apariencia puede invertirse cuando el usuario cambia de opinión. Como usuarios, podemos crear sistemas explorables que se pueden aprender mediante la experimentación, sin temor a fallos ni a averías. Además, el ordenador puede adoptar la apariencia de la tarea; puede desaparecer tras una fachada (su imagen de sistema).

SISTEMAS EXPLORABLES: INVITAR A LA EXPERIMENTACIÓN

Un método importante de hacer que los sistemas resulten más fáciles de aprender y de utilizar es hacer que sean explorables, alentar al usuario a experimentar y a aprender las posibilidades mediante la exploración activa. Así es como mucha gente aprende a utilizar aparatos electrodomésticos, o un nuevo sistema de estéreo, aparato de televisión o de vídeo. Se van apretando teclas mientras se escucha y se mira para ver qué pasa. Lo mismo puede ocurrir con los sistemas de ordenadores. Los requisitos para que un sistema sea explorable son tres.

1. En cada estado del sistema, el usuario debe estar en condiciones de ver fácilmente y de realizar los actos permisibles. La visibilidad actúa como sugerencia, recordando al usuario las posibilidades e invitando a la exploración de nuevos métodos e ideas.
2. El efecto de cada acto debe ser tanto visible como fácil de interpre-

tar. Esta propiedad permite a los usuarios enterarse de los efectos de cada acto, elaborar un buen modelo mental del sistema y aprender las relaciones causales entre los actos y los resultados. La imagen del sistema desempeña un papel crítico al hacer que sea posible ese aprendizaje.

3. Los actos no deben comportar un coste. Cuando un acto tiene un resultado no deseable, debe ser fácil anularlo. Ello resulta de especial importancia en los sistemas de ordenadores. En el caso de un acto irreversible, el sistema debe aclarar qué efecto tendrá el acto contemplado antes de que se ejecute; debe dejarse tiempo suficiente para anular el plan. O el acto debería resultar difícil de hacer, no explorable. Casi todos los actos deberían estar exentos de costes y ser explorables y descubribles.

DOS MODOS DE USO DE LOS ORDENADORES

Compárense dos formas diferentes de realizar una tarea. Una forma consiste en dar órdenes a otra persona, que hace el trabajo real: llamemos a ésta «el modo del mando» o la interacción «de tercera persona». La otra forma consiste en hacer uno mismo las operaciones: llamemos a ésta «modo de manipulación directa» o interacción «de primera persona». La diferencia entre las dos es como la diferencia en ir en un coche con chófer o conducir uno mismo el coche. Esos dos modos diferentes existen también en los ordenadores ²¹.

La mayor parte de los sistemas de ordenadores ofrecen el modo de mando, las interacciones de tercera persona. Para utilizar el ordenador le da uno órdenes por conducto del teclado, empleando un «lenguaje de mando» especial que hay que aprender. Algunos sistemas de ordenadores brindan la manipulación directa, las interacciones de primera persona, de las cuales son buenos ejemplos los juegos de conducción de coches o de aviones y deportivos que se encuentran a menudo en los salones de juegos y en las máquinas domésticas. En esos juegos, la sensación de controlar directamente los actos constituye una parte esencial de la tarea. Esa sensación de acción directa también es posible con tareas cotidianas que se hacen con ordenador, como escribir o llevar la contabilidad. Los programas de impresión inmediata y muchas máquinas de edición y tratamiento de textos constituyen buenos ejemplos de sistemas de manipulación directa empleados en empresas.

Hacen falta ambas formas de interacción. La interacción por terceros es adecuada para las situaciones en las que el trabajo es laborioso o reiterativo, así como las situaciones en las cuales se puede confiar en que el sistema (u otra persona) haga bien el trabajo de uno. A veces resulta agradable tener un chófer. Pero si el trabajo es crítico, nuevo o está mal especificado, o si todavía no sabe uno exactamente qué es lo que se debe hacer, entonces se necesita la interacción directa, de primera persona. En esos casos es esencial el control directo; todo intermediario constituye un obstáculo.

Pero los sistemas de manipulación directa, de primera persona, tienen sus defectos. Aunque a menudo son fáciles de utilizar, divertidos y entretenidos, también a menudo resulta difícil realizar verdaderamente bien un trabajo con esos sistemas. Exigen que el usuario realice la tarea directamente, y es posible que el usuario no sepa hacerla muy bien. Los lápices de colores y los instrumentos musicales constituyen buenos ejemplos de sistemas de manipulación directa. Pero yo, por lo menos, no soy buen artista ni buen músico. Cuando quiero disfrutar de una buena obra de arte o de una buena música, necesito la ayuda de un profesional. Lo mismo ocurre con muchos sistemas de ordenadores de manipulación directa. A mí me ocurre muchas veces que necesito sistemas de primera persona para los cuales existe un intermediario de respaldo, dispuesto a hacerse cargo de la labor cuando se le pida, disponible para dar asesoramiento cuando se necesite.

Cuando utilizo un sistema de manipulación directa —sea para tratamiento de textos, dibujar algo o crear juegos y jugar a ellos— no considero que esté utilizando un ordenador, sino que estoy realizando la tarea de que se trate. De hecho, el ordenador resulta invisible. Es imposible exagerar la importancia de esto: hacer que el sistema de ordenadores sea invisible. Este principio se puede aplicar con cualquier forma de interacción de sistemas, sea directa o indirecta.

EL ORDENADOR INVISIBLE DEL FUTURO

Veamos qué aspecto podría tener el ordenador del futuro. Supongamos que dijera que ni siquiera sería visible, que ni siquiera sabría uno que lo estaba utilizando. ¿Qué quiero decir con eso? Bueno, es algo que ya ocu-

re: uno está utilizando ordenadores al conducir muchos automóviles modernos, hornos de microondas y juegos. O tocadiscos de DC y calculadoras. No se da uno cuenta del ordenador porque cree que es uno el que realiza la tarea, y no que está utilizando el ordenador².

En ese mismo sentido, no va uno a la cocina para utilizar un motor eléctrico; va a ella para utilizar la nevera, o la licuadora, o el lavaplatos. Los motores son parte de la tarea, incluso en el caso de la licuadora, la mezcladora o la minipimer, que son básicamente motores puros y los adminículos especializados que impulsan.

Quizá el mejor ejemplo del ordenador del futuro sea mi calendario perfecto imaginario. Supongamos que me encuentro en casa una tarde, decidiendo si aceptar una invitación para asistir a una conferencia el próximo mes de mayo. Cojo mi agenda y paso a la página correspondiente. Decido que en principio puedo asistir y lo anoto. El calendario se enciende y me muestra una nota recordándome que la universidad seguirá abierta durante ese período y que el viaje coincide con el cumpleaños de mi mujer. Decido que la conferencia es importante, deforma que escribo una nota para ver si puedo conseguir que alguien se haga cargo de mis clases y ver si puedo marcharme de la conferencia antes del final para llegar a tiempo al cumpleaños. Cierro la agenda y vuelvo a ocuparme de otras cosas. Al día siguiente, cuando llego a la oficina encuentro dos notas en mi pantalla de mensajes: una me dice que tengo que encontrar un sustituto para mis clases el próximo mes de mayo y la otra que verifique con los organizadores de la conferencia si puedo marcharme antes del final.

Esa agenda imaginaria parece ser igual que cualquier otra agenda. Tiene el tamaño de un cuaderno normal de papel, se abre según las fechas. Pero en realidad es un ordenador, de forma que puede hacer cosas que la agenda actual no puede hacer. Por ejemplo, puede presentar su información en diferentes formatos: puede mostrar las páginas comprimidas deforma que todo un año quepa en una página; puede ampliarse para permitirme ver un solo día a intervalos de treinta minutos. Pero como a menudo utilizo mi agenda en relación con los viajes, contiene además una lista de direcciones, espacio para notas y un registro de mis gastos. Lo que es más importante, también puede conectarse con los otros sistemas que utilizo y por conducto de un canal infrarrojo y electromagnético sin hilos. Así, todo lo que anoto en la agenda se transmite a los sistemas que tengo en mi oficina y en casa, de modo que todos están sincronizados. Si concierto una cita o cambio la dirección o el número de teléfono de alguien en uno de los sistemas, los demás sistemas lo anotan. Cuando termino un viaje, se puede traspasar el registro de mis gastos al formulario de gastos oficiales. El orde-

nador es invisible, está oculto bajo la superficie; lo único visible es la tarea a realizar. Aunque de hecho estoy utilizando un ordenador, tengo la sensación de estar utilizando mi agenda.

EL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

A rienda suelta por W.B. Park
© 1986 United Feature Syndicate, Inc.



«¡Malditas pezuñas! ¡Ya le he vuelto a dar al mando equivocado! ¿Quién diseña estos paneles de instrumentos, un gato?»

El tema central de PSICO es propugnar un diseño centrado en el usuario, una teoría basada en las necesidades y los intereses del usuario, con especial hincapié en hacer que los productos sean utilizables y comprensibles. En este capítulo resumo los principios más importantes, comento algunas consecuencias y brindo sugerencias para el diseño de objetos cotidianos.

El diseño debería:

- Facilitar la determinación de qué actos son posibles en cada momento dado (utilizar limitaciones).
- Hacer que las cosas sean visibles, comprendido el modelo conceptual del sistema, los diversos actos posibles y los resultados de esos actos.
- Hacer que resulte fácil evaluar el estado actual del sistema.
- Seguir las topografías naturales entre las intenciones y los actos necesarios; entre los actos y el efecto consiguiente, y entre la información que es visible y la interpretación del estado del sistema.

Dicho en otros términos, asegurar que: 1) el usuario pueda imaginar lo que ha de hacer, y 2) el usuario pueda saber lo que está pasando.

El diseño debe utilizar las propiedades naturales de la gente y del mundo: debe explotar las relaciones naturales y las limitaciones naturales. En la medida de lo posible, debe funcionar sin instrucciones ni etiquetas. No debería ser necesario recibir instrucción ni formación más que una vez; con cada explicación, la persona debe poder decir: «naturalmente» o «claro, ya entiendo». Bastará con una explicación sencilla si el diseño es razonable, si todo tiene su lugar y su función y si los resultados de los actos son visibles. Si la explicación lleva a la persona a pensar o decir: «¿cómo voy a recordar esto?», el diseño es malo.

Siete principios para para hacer sencillas las tareas difíciles

¿Cómo realiza el diseñador su tarea? Como he venido aduciendo en PSICO, los principios del diseño son sencillos:

1. Utilizar tanto el conocimiento en el mundo como el conocimiento en la cabeza.
2. Simplificar la estructura de las tareas.

3. Hacer que las cosas sean visibles: colmar las Lagunas de Ejecución y Evaluación.
4. Realizar bien las topografías.
5. Explotar la fuerza de las limitaciones, tanto naturales como artificiales.
6. Diseñar dejando un margen de error.
7. Cuando todo lo demás falla, normalizar.

UTILIZAR TANTO EL CONOCIMIENTO EN EL MUNDO COMO EL CONOCIMIENTO EN LA CABEZA

He aducido que la gente aprende mejor y se siente más cómoda cuando el conocimiento necesario para una tarea está disponible externamente: sea de forma explícita en el mundo o porque se puede derivar fácilmente mediante las limitaciones. Pero el conocimiento en el mundo no es útil más que si existe una relación natural y fácil de interpretar entre ese conocimiento y la información que se pretende comunique éste acerca de los posibles actos y resultados.

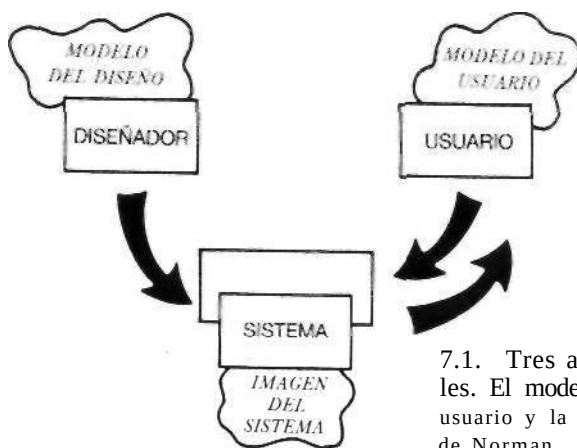
Obsérvese, sin embargo, que cuando un usuario puede internalizar el conocimiento necesario —es decir, metérselo en la cabeza—, el funcionamiento puede ser más rápido y más eficiente. En consecuencia, el diseño no debe obstaculizar la acción, especialmente en lo que respecta a los usuarios muy entrenados y experimentados que han internalizado el conocimiento. Debe ser fácil pasar de una cosa a otra, combinar el conocimiento en la cabeza con el conocimiento en el mundo. El conocimiento que esté más fácilmente disponible en cada momento debe poderse utilizar sin interferencias con el otro tipo de conocimiento, además de dejar margen para un apoyo mutuo.

TRES MODELOS CONCEPTUALES

El funcionamiento de cualquier dispositivo —trátase de un abrelatas, una central de energía o un sistema de ordenadores— se aprende con más facilidad, y los problemas se desentrañan con más exactitud y facilidad, si el usuario dispone de un buen modelo conceptual. Ello exige que los

principios de funcionamiento sean observables, que todos los actos sean coherentes con el modelo conceptual y que las partes visibles de ese dispositivo reflejen el estado actual del dispositivo de una forma coherente con ese modelo. El diseñador debe elaborar un modelo conceptual adecuado para el usuario que capture las partes importantes del funcionamiento del dispositivo, y que el usuario pueda comprender.

Deben distinguirse tres aspectos diferentes de modelos mentales: el *modelo del diseño*, el *modelo del usuario* y la *imagen del sistema* (figura 7.1). El modelo del diseño es la conceptualización que tiene *in mente* el diseñador. El modelo del usuario es el que elabora el usuario para explicar el funcionamiento del sistema. Idealmente, el modelo del usuario y el del diseño son equivalentes. Sin embargo, el usuario y el diseñador sólo se comunican por conducto del propio sistema: su apariencia física, su funcionamiento, la forma en que reacciona y los manuales e instrucciones que lo acompañan. En consecuencia, la *imagen del sistema* es crítica: el diseñador debe asegurar que todos los elementos del producto sean coherentes con el funcionamiento del modelo conceptual adecuado y ejemplifiquen el funcionamiento de éste.



7.1. Tres aspectos de modelos mentales. El modelo del diseño, el modelo del usuario y la imagen del sistema (Iornado de Norman, 1986).

Los tres aspectos son importantes. Naturalmente, el modelo del usuario es esencial pues determina lo que se comprende. A su vez, incumbe al diseñador empezar por un modelo del diseño que sea funcional, posible

de aprender y utilizable. El diseñador debe asegurar que el sistema revele la imagen idónea del sistema. Es la única forma de que el usuario pueda adquirir el modelo correcto del usuario y encontrar apoyo para que las intenciones queden reflejadas en actos y el estado del sistema en interpretaciones. Debe recordarse que el usuario adquiere todos sus conocimientos del sistema a partir de esa imagen del sistema.

LA FUNCIÓN DE LOS MANUALES

La imagen del sistema comprende los manuales de instrucción y la documentación.

Los manuales tienden a ser menos útiles de lo que debieran. A menudo se escriben apresuradamente, después de diseñado el producto, bajo unas presiones de tiempo muy graves y con recursos insuficientes, y los escriben personas que tienen demasiado trabajo y gozan de poco reconocimiento profesional. En un mundo ideal, los manuales se escribirían primero y después el diseño seguiría al manual. Mientras se estuviera diseñando el producto, los usuarios potenciales podrían someter a prueba los manuales y simultáneamente modelos del sistema, lo cual aportaría una importante retroalimentación de diseño sobre ambos elementos.

Por desgracia, es imposible fiarse ni siquiera de los mejores manuales; muchos usuarios ni los leen. Evidentemente, es un error esperar que se puedan manejar dispositivos complejos sin instrucciones de algún tipo, pero los diseñadores de dispositivos complejos tienen que tratar con la naturaleza humana tal cual es.

SIMPLIFICAR LA ESTRUCTURA DE LAS TAREAS

Las tareas deberían tener una estructura sencilla, que redujera al mínimo la cantidad de planificación o de solución de problemas que esas tareas exigen. Las tareas innecesariamente complejas se pueden reestructurar, por lo general mediante el empleo de innovaciones tecnológicas.

En eso es en lo que el diseñador debe prestar atención a la psicología de las distintas personas, a los límites de la cantidad que puede mantener en la memoria cada persona en cada momento dado, a los límites al número de pensamientos activos que pueden seguirse simultáneamente.

Esas son las limitaciones de la memoria a corto plazo y a largo plazo, y de la atención. Las limitaciones de la memoria a corto plazo (MCP) son tales que no debe exigirse a nadie que recuerde más de cinco cosas inconexas al mismo tiempo. En caso necesario, el sistema debe aportar asistencia tecnológica para las necesidades de memoria temporal. Las limitaciones de la memoria a largo plazo (MLP) significan que la información se adquiere mejor y con más facilidad si tiene sentido, si se puede integrar en algún marco conceptual. Además, la recuperación de la MLP tiende a ser lenta y a contener errores. Entonces es cuando la información en el mundo es importante para recordarnos lo que se puede hacer y cómo hacerlo. Las limitaciones a la atención también son graves; el sistema debe ayudar reduciendo al mínimo las interrupciones y proporcionando elementos auxiliares que permiten la recuperación del estado exacto de las operaciones que se interrumpieron-

Una importante función de la nueva tecnología debería ser facilitar las tareas. Una tarea se puede reestructurar mediante la tecnología, o la tecnología podría aportar elementos auxiliares para reducir la carga mental. Los elementos auxiliares tecnológicos pueden mostrar los posibles rumbos de acción; ayudar a evaluar las secuencias y representar los resultados de forma más completa y más fácil de interpretar. Esos elementos pueden hacer que las topografías sean mejores o, todavía mejor, hacer que las topografías resulten más naturales. Cabe seguir cuatro grandes enfoques tecnológicos:

- Dejar que la tarea siga siendo en gran parte la misma, pero aportar elementos auxiliares mentales.
- Utilizar la tecnología para hacer que resulte visible lo que de otro modo sería invisible, lo cual mejora la retroalimentación y la capacidad para mantener el control.
- Automatizar, pero dejar que la tarea siga siendo en gran parte igual.
- Modificar el carácter de la tarea.

Contemplemos cada una de estas posibilidades por separado.

DEJAR QUE LA TAREA SEA EN GRAN PARTE LA MISMA, PERO APORTAR ELEMENTOS AUXILIARES MENTALES

No hay que subestimar la capacidad ni la importancia de elementos auxiliares mentales sencillos. Veamos por ejemplo el valor que tienen para

nosotros unas notas sencillas y corrientes. Si no contáramos con ellas, podríamos fallar en nuestras tareas. Con los sencillos cuadernos de notas para anotar números de teléfonos, nombres, direcciones; cosas que son esenciales para el funcionamiento cotidiano pero que no podemos confiar en que nos aporten nuestras propias estructuras de la memoria. Algunos elementos auxiliares mentales constituyen también adelantos tecnológicos; entre ellos figuran los relojes, los temporizadores, las calculadoras, los dictáfonos de bolsillo, los espacios para notas en los ordenadores y las alarmas de los ordenadores. Seguimos necesitando algunos elementos auxiliares que todavía no existen: el ordenador de bolsillo con una gran pantalla, para almacenar nuestras notas, para que nos recuerde las citas y para que facilite nuestro paso por los calendarios, los horarios y las interacciones de la vida.

UTILIZAR LA TECNOLOGÍA PARA HACER QUE RESULTE VISIBLE LO QUE DE OTRO MODO SERIA INVISIBLE, CON LO CUAL SE MEJORA LA RETROALIMENTACIÓN Y LA CAPACIDAD PARA MANTENER EL CONTROL

Los paneles de instrumentos del automóvil o del avión no modifican la tarea, pero sí hacen que resulte visible el estado del motor y de las demás partes del vehículo, aunque no tenga uno acceso físico a ellas. Análogamente, tanto el microscopio como el telescopio, el aparato de televisión, la cámara, el micrófono y el altavoz aportan formas de obtener información acerca de un objeto remoto, con lo cual resulta visible (o audible) lo que está ocurriendo, y resultan posibles tareas y actividades que de otro modo serían imposibles. Con los ordenadores modernos y sus potentes pantallas de grafismo, ya tenemos la capacidad de mostrar lo que está ocurriendo en la realidad, de aportar una imagen buena y completa que equivale al modelo mental de la tarea que tiene la persona, con lo cual se simplifican tanto la comprensión como el rendimiento. Actualmente los grafismos de ordenadores se utilizan más con fines de lucimiento que con fines legítimos. Se desperdicia su capacidad. Pero existe un gran potencial para hacer visible lo que debería ser visible (y para mantener oculto lo que no es pertinente).

Estos dos primeros enfoques de los elementos auxiliares mentales dejan sin modificar las tareas principales. Actúan como recordatorios. Reducen la carga de la memoria al aportar dispositivos externos de memoria (que suministran conocimiento en el mundo, en lugar de exigir que el conocimiento se halle en la cabeza). Complementan nuestras capacidades perceptivas. A veces mejoran tanto las aptitudes humanas que un trabajo que no era posible realizar antes, o que sólo podían realizar trabajadores sumamente especializados, pasa a entrar en las posibilidades de muchos.

¿No hacen esos presuntos adelantos que perdamos una serie de aptitudes mentales valiosas? Cada adelanto tecnológico que aporta un elemento auxiliar mental también hace que los críticos lamenten la pérdida de la aptitud humana cuyo valor se ha reducido. Magnífico, respondo yo: si es una aptitud fácil de automatizar, es que no era esencial.

Yo prefiero recordar cosas escribiéndolas en un cuaderno que pasarme horas de estudio para aprendérmelas de memoria. Prefiero utilizar una calculadora de bolsillo a pasarme horas haciendo cuentas, por lo general para descubrir al final que he cometido un error de aritmética y para entonces el daño ya está hecho. Prefiero tener una música grabada a no tener música, aunque corra el riesgo de dar por descontados el vigor y la belleza de una interpretación especial. Y prefiero escribir en una máquina de tratamiento de textos, de forma que me puedo concentrar en las ideas y el estilo, y no en trazar señales sobre un papel. Después puedo volver atrás y corregir ideas y gramática. Y con la ayuda de mi importantísimo programa de corrección de ortografía, puedo sentirme seguro de que estará bien presentado.

¿Voy a temer que perderé mis conocimientos de ortografía como resultado de fiarme demasiado de esta muleta tecnológica? ¿Qué conocimientos? De hecho, mi ortografía está mejorando gracias al empleo de este programa de corrección, que constantemente me señala mis errores y sugiere las correcciones pertinentes, pero no introduce un cambio salvo que yo lo apruebe. Desde luego, es mucho más paciente de lo que fueron mis maestros. Y siempre está ahí cuando lo necesito, de día o de noche. De manera que obtengo una retroalimentación permanente acerca de mis errores, además de recibir consejos útiles. Estoy empezando a escribir peor a máquina, porque ahora puedo hacerlo con todavía más torpeza, al tener la seguridad de que mis errores se verán detectados y corregidos.

En general, yo celebro cualquier adelanto tecnológico que reduzca mi necesidad de trabajo mental pero siga aportándome el control y el disfrute de la tarea. Así puedo ejercitar mis esfuerzos mentales en la clave de la tarea, en lo que se debe recordar, en el objetivo de la aritmética o de la música. Quiero utilizar mi capacidad mental para las cosas importantes, y no para las minucias mecánicas.

AUTOMATIZAR, PERO LOGRAR QUE LA TAREA SIGA SIENDO PRÁCTICAMENTE LA MISMA

La simplificación comporta peligros: si no tenemos cuidado, la automatización puede resultar nociva, y no sólo beneficiosa. Veamos una consecuencia de la automatización. Al igual que antes, la tarea seguirá siendo esencialmente la misma, pero partes de ella desaparecerán. En algunos casos, el cambio se ve confirmado como un beneficio universal. No sé que nadie eche de menos el botón automático de encendido ni la manivela de puesta en marcha de los coches, y muy poca gente echa de menos el control manual del difusor automático del carburador. En general, ese tipo de automatización ha comportado adelantos útiles, que sustituyen a tareas tediosas o innecesarias y reducen el número de cosas que vigilar. Eos controles e instrumentos automáticos para buques y aviones han constituido grandes adelantos. Hay procesos de automatización que resultan más problemáticos. El cambio automático de un coche: ¿nos hace perder algo de control o ayuda a aliviar la carga mental de conducir el coche? Después de todo, lo conducimos para llegar a un destino, de manera que la necesidad de vigilar las revoluciones del motor y el cambio de marchas parecería poco importante. Pero a alguna gente le agrada realizar ella misma la tarea; se trata de personas para quienes parte de la conducción del automóvil consiste en utilizar bien el motor, por creer que lo pueden hacer con más eficiencia que el dispositivo automático.

¿Qué decir del piloto automático de un avión, o de los sistemas automáticos de navegación que han eliminado al sextante y los largos cálculos? ¿O de las comidas congeladas y precocinadas? ¿Destruyen esos cambios la esencia de la tarea? También eso es debatible. En el mejor de los mundos posibles, podríamos escoger entre automatización o pleno control.

MODIFICAR EL CARÁCTER DE LA TAREA

Cuando una tarea parece inherentemente compleja debido a la destreza manual que exige, algunos elementos auxiliares tecnológicos pueden modificar de modo impresionante el tipo de destreza o de aptitud que se necesita mediante la reestructuración de la tarea. En general, la tecnología puede ayudar a transformar estructuras profundas y anchas en estructuras más estrechas y más someras.

El atarse los cordones de los zapatos es una de esas tareas normales cotidianas que en realidad resultan muy difíciles de aprender. Es posible que a los adultos se les haya olvidado cuánto tiempo les llevó aprenderla (pero lo recordarán si tienen los dedos rígidos por causa de una lesión, por la edad o por una enfermedad). La introducción de nuevos materiales de cierre —por ejemplo los cierres de tiras con adhesivo *velero*— ha eliminado la necesidad de una compleja secuencia de acciones motrices especializadas al convertir esa tarea en otra considerablemente más sencilla, que exige menos habilidad. La tarea resulta posible tanto para niños pequeños como para adultos incapacitados. El ejemplo de los cordones de los zapatos puede parecer trivial, pero no lo es; al igual que muchas actividades cotidianas, plantea dificultades a un sector numeroso de la población, y esas dificultades se pueden superar gracias a la reestructuración que aporta una tecnología sencilla.

Los cierres de tiras con adhesivo aportan otro ejemplo de compensaciones del diseño (figura 7.2). Los cierres de tiras con adhesivo simplifican muchísimo el cierre de los zapatos, tanto para los jóvenes como para los impedidos. Pero agravan los problemas de los padres y los profesores, pues a los niños les encanta cerrarse y abrirse los zapatos; de forma que un cierre que resulte más difícil de hacer también tiene sus ventajas. Y en el caso de los deportes, que exigen un apoyo preciso del pie, parece que la mejor solución sigue siendo el cordón, que se puede ajustar de forma que ofrezca diferentes tensiones en diferentes partes del pie. La generación actual de cierres de tiras con adhesivo no tiene la flexibilidad de los cordones.

Los relojes digitales constituyen otro ejemplo de cómo puede una nueva tecnología sustituir a otra más antigua; ha retrasado o eliminado la necesidad de que los niños aprendan la topografía de las manecillas analógicas de los relojes tradiciones para saber las horas, los minutos y los segundos del día. Los relojes digitales son polémicos: al cambiar la representación del tiempo, se ha perdido la capacidad de la forma analógica, y ha resultado más difícil hacer juicios rápidos acerca del tiempo. La pantalla analógica hace que resulte más fácil determinar la hora exacta, pero, por otra parte, dificulta la labor de calcular o ver cuánto tiempo ha pasado, aproximadamente, desde una lectura anterior. Ello podría servir de recordatorio útil de que por sí sola la simplificación de tareas no es forzosamente una ventaja.



7.2. Cierre de tiras con adhesivo. Con el empico de cierres de tiras con adhesivo el acto de atarse los zapatos se simplifica mucho: un buen ejemplo de la capacidad de la tecnología para modificar el carácter de la tarea. Pero ello tiene un coste. A los niños les resulta tan fácil la tarea que se divierten abriendo los cierres. Y estos cierres todavía no son tan flexibles como los cordones para el apoyo que se necesita en los deportes.

Iva es que quiera defender los relojes digitales, pero permítaseme recordar lo difícil y arbitrario que es el reloj analógico. Después de todo, también constituyó una imposición arbitraria de un sistema de anotación, impuesto al mundo por teenólogos antiguos. Hoy día, como ya no podemos recordar los orígenes, creemos que el sistema analógico es necesario, virtuoso y correcto. Constituye un horroroso ejemplo clásico del problema de la topografía. Sí, la idea de que el tiempo esté representado por la distancia que tarda una manecilla en recorrer un círculo es buena. El problema consiste en que utilizamos dos o tres manecillas diferentes que se desplazan en torno al mismo círculo, cada una de las cuales significa algo diferente y funciona con una escala diferente. (Qué manecilla es cuál? (Recordemos lo difícil que es enseñar a un niño la diferencia entre la manecilla grande y la chica, y no confundir la manecilla de los segundos —que a veces es grande y a veces es chica— con la manecilla de los minutos o la de las horas).

¿Exagero? Veamos lo que dice Kevin Lynch al respecto en su delicioso libro sobre planificación urbana titulado What time is this place? (¿Qué hora es este sitio?):

«Saber qué hora es constituye un problema técnico sencillo, pero por desgracia el reloj es un dispositivo de percepción bastante oscuro. Cuando empezó a generalizarse su uso, en el siglo XIII, fue para señalar las horas de las oraciones. La esfera del reloj, que reflejaba la hora en una alteración espacial, apareció más tarde. Esa forma se vio dictada por su mecanismo, y no por ningún principio de percepción. Dos ciclos superpuestos (a veces tres) dan lecturas duplicadas, según el desplazamiento angular en torno a un reborde señalado con precisión. Ni los minutos, ni las horas, ni los medios días corresponden a los ciclos naturales de nuestros cuerpos ni del sol. De manera que el enseñar a un niño a leer un reloj no es cosa de niños. Cuando se preguntó a un niño de cuatro años por qué un reloj tenía dos manecillas, respondió: "Dios pensó que sería una buena idea"» .

Los diseñadores de aviones empezaron a utilizar instrumentos de medición parecidos a esferas de reloj para representar la altura. A medida que los aviones empezaban a volar cada vez más alto, esos instrumentos iban necesitando más manecillas. ¿Qué pasó? Los pilotos empezaron a cometer errores: errores graves. Los altímetros analógicos de múltiples manecillas se han visto en gran parte sustituidos por los digitales debido a la frecuencia de los errores de lectura. Incluso así, muchos altímetros contemporáneos mantienen un modo mixto: la información acerca del ritmo y la dirección del cambio de altura se determina con una sola manecilla analógica, mientras que los juicios exactos sobre la altura proceden de la pantalla digital.

NO ELIMINAR EL CONTROL

La automatización tiene SUS ventajas, pero resulta peligrosa cuando arrebatada demasiado control al usuario. La «sobreautomatización» —un grado excesivo de automatización— se ha convertido en un término técnico en el estudio de las fábricas y los aviones automatizados². Un problema es que la confianza excesiva en el equipo automatizado puede eliminar la capacidad de una persona para funcionar sin él, que es la receta exacta para que ocurra un desastre si, por ejemplo, de pronto falla uno de los mecanismos muy automatizados de un avión. El segundo problema es

que un sistema quizá no haga siempre las cosas exactamente de la forma que nos gustaría, pero nos vemos obligados a aceptar lo que ocurre porque resulta demasiado difícil (o imposible) modificar la operación. Un tercer problema es que la persona se convierte en la sirviente del sistema, y ya no puede controlar ni influir en lo que ocurre. Esa es la esencia de la línea de montaje: despersonaliza el trabajo, elimina el control, aporta, en el mejor de los casos, una experiencia pasiva o de tercera persona.

Todas las tareas tienen varios estratos de control. El nivel más bajo se halla en los detalles de la operación, en el ágil movimiento de los dedos al coser o al tocar el piano, en la ágil labor mental de la aritmética. Los niveles superiores de control afectan a la tarea general, al sentido que sigue el trabajo. En ellos podemos determinar, supervisar y controlar la estructura y los objetivos generales. La automatización puede funcionar a cualquier nivel. A veces queremos verdaderamente mantener el control al nivel inferior. A algunos de nosotros lo que nos importa es la ágil ejecución de los dedos o de la mente. Algunos queremos tocar un instrumento bien. O lo que nos gusta es la sensación de las herramientas en la madera. O nos gusta blandir un pincel. En casos así, no deseamos que intervenga la automatización. Otras veces preferimos concentrarnos en cosas de nivel superior. Quizá nuestro objetivo sea escuchar música y consideramos que para eso es más eficaz la radio que el piano; quizá nuestras aptitudes artísticas no nos puedan llevar tan lejos como puede hacerlo un programa de computadora.

HACER QUE LAS COSAS SEAN VISIBLES: COLMAR US LAGUNAS DE EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN

Este ha sido un tema central de PSICO. Hacer que las cosas sean visibles desde el punto de vista de la ejecución de un acto, con objeto de que la gente sepa lo que es posible y cómo deben realizarse los actos; hacer que las cosas sean visibles desde el punto de vista de la evaluación con objeto de que la gente sepa cuáles son los resultados de sus actos. Y hay más. El sistema debe prever actos que correspondan a intenciones. Debe prever indicaciones del estado del sistema que sean fácilmente perceptibles e interpretables y que correspondan a las instrucciones y las expectativas.

Y, naturalmente, el estado del sistema debe ser previsible (o audible) y fácilmente interpretable. Que los resultados de un acto sean evidentes.

A veces se ve lo que no se debería ver. Un amigo mío, profesor de informática en la universidad, me mostró muy orgulloso su nuevo tocadiscos DC con su propio control remoto. Bien presentado y funcional. El control remoto tenía un pequeño gancho de metal que le salía de un extremo. Cuando le pregunté para qué era, mi amigo me contó algo. Al comprar el aparato, supuso que el gancho era una antena del control, de forma que siempre lo apuntaba hacia el tocadiscos. No pareció que funcionase muy bien; para utilizar el control tenía que estar muy cerca del tocadiscos. Se dijo que había comprado un control mal diseñado. Semanas después descubrió que el gancho de metal era para colgar el aparatito. Había estado apuntando el control a su propio cuerpo. Cuando lo puso en la posición adecuada, funcionó desde el otro extremo de la habitación.

Este es un caso de topografía natural que falla. El gancho establecía una topografía natural y una función: indicaba qué lado del dispositivo de control remoto debería apuntarse hacia el tocadiscos DC. Por desgracia, la información que aportaba era errónea. Cuando se hace que haya cosas visibles, es importante que las cosas visibles sean las correctas. Si no, la gente se da explicaciones de las cosas que puede ver, explicaciones que probablemente son falsas. Y después encuentra algún motivo del mal funcionamiento: en este ejemplo, que el control no era muy potente. La gente tiene gran capacidad para darse explicaciones, crear modelos mentales. La tarea del diseñador consiste en asegurarse de que se creen las interpretaciones correctas, los modelos mentales correctos: la imagen del sistema es la que desempeña el papel clave.

Los controles remotos que tienen que apuntarse hacia el receptor deberían tener alguna muestra visible de cuál es el mecanismo transmisor. Los modernos ocultan cuidadosamente todo indicio del método de transmitir las señales, lo cual viola las normas de visibilidad. Mi amigo buscó con todas sus fuerzas alguna pista de la dirección en la que apuntar el dispositivo, y halló una: el gancho. Y, no, el manual de instrucciones no decía qué extremo del control debería ajustarse hacia el tocadiscos DC.

QUE LAS TOPOGRAFÍAS SEAN LAS CORRECTAS

Explotar las topografías naturales. Asegurar que el usuario puede determinar las relaciones:

- Entre las intenciones y los actos posibles.
- Entre los actos y sus efectos en el sistema.
- Entre el estado efectivo del sistema y lo que es perceptible por la vista, el oído o el tacto.
- Entre el estado percibido del sistema y las necesidades, las intenciones y las expectativas del usuario.

Las topografías naturales constituyen la base de lo que se ha calificado de «compatibilidad de reacción» en las esferas de los factores humanos y la ergonomía. El principal requisito de la compatibilidad de reacción es que la relación espacial entre la ubicación de los mandos y el sistema o los objetos a los que se refieren aquellos sea lo más directa posible, con los mandos en los objetos mismos o dispuestos para tener una relación analógica con ellos. Asimismo, el movimiento de los mandos debería ser igual o análogo al funcionamiento previsto del sistema. Surgen dificultades siempre que la ubicación y los movimientos de los mandos se desvían de la proximidad, la imitación o la analogía estrictas con las cosas a las que se están aplicando los mandos.

Cabe aducir los mismos argumentos con respecto a la relación del producto del sistema y las expectativas. Una parte crítica de un acto es la evaluación de sus efectos. Ello requiere la retroalimentación rápida de los resultados. La retroalimentación debe brindar información que equivalga a las intenciones del usuario, y debe darse en una forma que resulte fácil de comprender. Muchos sistemas omiten los resultados visibles pertinentes de los actos; incluso cuando se aporta información acerca del estado del sistema, es posible que no resulte fácil de interpretar. La forma más fácil de hacer que las cosas sean comprensibles es utilizar gráficos o imágenes. Los sistemas modernos (en especial los de ordenadores) son perfectamente capaces de lograrlo, pero parece que los diseñadores no han reconocido esa necesidad.

EXPLOTAR LA CAPACIDAD DE LAS LIMITACIONES, TANTO NATURALES COMO ARTIFICIALES

Emplear las limitaciones de forma que el usuario considere que sólo existe una cosa posible que hacer: naturalmente, la correcta. En el capítulo 4 he utilizado el ejemplo de la motocicleta de juguete Lego, que podían

montar correctamente personas que nunca la hubieran visto antes. De hecho, ese juguete no es sencillo. Se diseñó con mucha atención. Explota toda una serie de limitaciones. Constituye un buen ejemplo de la capacidad de las topografías y las limitaciones naturales, limitaciones que reducen el número de actos posibles en cada fase a unos pocos, como máximo.

DISEÑAR DEJANDO MARGEN PARA LOS ERRORES

Suponer que se cometerán todos los errores que se puedan cometer. Planificar en consecuencia. Pensar que cada acto del usuario es una tentativa de avanzar en el sentido correcto; un error no es más que un acto que se ha especificado incompleta o incorrectamente. Pensar que el acto forma parte de un diálogo natural y constructivo entre el usuario y el sistema. Tratar de prestar apoyo a las reacciones del usuario, y no de combatir las. Dejar margen para que el usuario corrija los errores, saber lo que ha hecho y ocurrido e invertir todo resultado no deseado. Hacer que resulte fácil invertir las operaciones; hacer que resulte difícil realizar actos irreversibles. Diseñar sistemas explorables. Explotar las funciones forzosas.

CUANDO FALLA TODO LO DEMÁS, NORMALIZAR

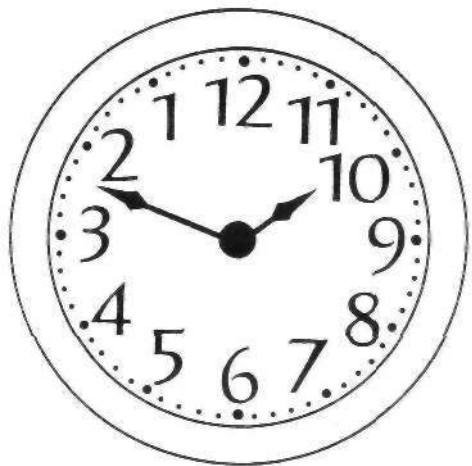
Cuando no se puede diseñar algo sin topografías y dificultades arbitrarias, queda un último recurso: normalizar. Normalizar los actos, los resultados, la distribución, las pantallas. Hacer que todos los actos conexos funcionen del mismo modo. Normalizar el sistema, el problema; crear una norma internacional. Lo bueno de la normalización es que por muy arbitrario que sea el mecanismo normalizado, no hay que aprenderlo más que una vez. La gente puede aprenderlo y utilizarlo con eficacia. Esa regla es aplicable a los teclados de máquinas de escribir, las señales de tráfico, las unidades de medición y los calendarios. Cuando la normalización se aplica de manera coherente, funciona bien.

Existen dificultades. Puede que resulte difícil llegar a un acuerdo. Y la cuestión del tiempo es clave: es importante normalizar lo antes posible —a fin de evitar problemas a todos—, pero lo bastante tarde como para tener en cuenta las tecnologías y los procedimientos avanzados. Los de-

fectos de una normalización rápida quedan más que compensados por el aumento de la facilidad de uso³.

Hay que acostumbrar a los usuarios a las normas. Las mismas condiciones que exigen normalización exigen formación, y a veces una formación prolongada (no importa: también se tarda meses en aprender el alfabeto, o escribir a máquina, o conducir un coche). Recordemos que la normalización sólo es indispensable cuando no se puede colocar toda la información necesaria en el mundo o cuando no se pueden explotar las topografías naturales. La función de la formación y de la práctica es hacer que las topografías y los actos necesarios estén más disponibles para el usuario, superando todos los defectos de diseño y reduciendo al mínimo la necesidad de planificar y de resolver problemas.

Veamos los relojes corrientes. Están normalizados. Pensemos cuántos problemas le causaría a uno tener que saber la hora con un reloj que marchase al revés y las manecillas se desplazaran hacia la izquierda. Esos relojes existen (figura 7.3). Son buenos temas de conversación. Pero no valen para saber la hora que es. ¿Por qué no? Un reloj que marcha hacia la izquierda no tiene nada de raro. Es igual de lógico que el que marcha hacia la derecha. El motivo por el que nos desagrada es que, estamos normalizados conforme a un plan diferente, conforme a la definición misma de lo que es «el sentido de las agujas del reloj». De no existir esa normalización, la lectura de los relojes sería más difícil: habría que descifrar la topografía a cada momento.



7.3. El reloj **del** revés
(Dibujo de Eilccn Conway).

NORMALIZACIÓN Y TECNOLOGÍA

Si examinamos la historia de los adelantos en todas las esferas de la tecnología, advertimos que algunas mejoras se producen naturalmente mediante la tecnología y otras mediante la normalización. Un buen ejemplo de ello es la historia inicial del automóvil. Los primeros coches eran muy difíciles de manejar. Exigían una fuerza y una destreza superiores a las posibilidades de muchos. Algunos problemas se resolvieron mediante la automatización: difusor, encendido automático y motor de puesta en marcha. Hubo que normalizar aspectos arbitrarios de los coches y de la conducción:

- De qué lado de la carretera se conducía.
- A qué lado del coche se sentaba el conductor.
- Dónde se colocaban los componentes esenciales: volante, freno, embrague y acelerador (en algunos de los primeros coches, este último era una palanca).

La normalización no es sino otro aspecto de las limitaciones culturales. Con la normalización, una vez que se ha aprendido a conducir un coche, se siente uno justificablemente seguro de que puede conducir cualquier coche en cualquier parte del mundo.

Los ordenadores actuales siguen estando mal diseñados, al menos desde el punto de vista del usuario. Pero uno de los problemas estriba sencillamente en que la tecnología sigue siendo muy primitiva —como el coche de 1906— y no existe normalización. La normalización es la solución a la que se recurre en última instancia, un reconocimiento de que no podemos resolver los problemas de ninguna otra forma. De manera que por lo menos debemos convenir todos en una solución común. Cuando hayamos normalizado la distribución de nuestros teclados, nuestros formatos de insumo y producto, nuestros sistemas operacionales, nuestras máquinas de tratamiento de textos y los medios básicos de manejar cualquier programa, entonces asistiremos a un avance rapidísimo en cuanto a capacidad de utilización *.

EL MOMENTO DE NORMALIZAR

Cuando se normaliza, se simplifica la vida: todo el mundo aprende el sistema una sola vez. Pero no hay que normalizar demasiado pronto;

puede uno quedar atrapado en una tecnología primitiva, o introducir normas que después resulten muy ineficientes, o que incluso induzcan a error. Si se normaliza demasiado tarde es posible que ya existan tantas formas de realizar la tarea que no se pueda llegar a un acuerdo sobre una norma internacional; si existe acuerdo sobre una tecnología anticuada, puede resultar demasiado caro cambiarla. Un buen ejemplo es el sistema métrico: es un sistema mucho más sencillo y más utilizable para representar la distancia, el peso, el volumen y la temperatura que el antiguo sistema británico (pies, libras, segundos, grados en la escala Fahrenheit). Pero las naciones industriales muy comprometidas con las normas antiguas de medición afirman que no pueden permitirse los enormes costes y la gran confusión de la conversión. De manera que seguiremos teniendo dos normas, al menos durante unos cuantos decenios más.

Veámos cómo se podría estudiar la posibilidad de modificar la forma en que especificamos el tiempo. El sistema actual es arbitrario. El día se divide en veinticuatro unidades bastante arbitrarias: las horas. Pero contamos el tiempo en unidades de doce, y no de veinticuatro, de manera que hay que tener dos ciclos de doce horas cada uno, más la convención especial (en inglés) de a.m. y p.m., deforma que sabemos de qué ciclo hablamos. Después dividimos cada hora en sesenta minutos y cada minuto en sesenta segundos. ¿Qué pasaría si pasáramos a las divisiones métricas: los segundos divididos en décimas, milésimas de segundo y micro segundos? Tendríamos entonces días, milidías y microdías. Tendría que existir una hora, un minuto y un segundo nuevos y tendríamos que llamarlos la nuevahora, el neominuto y el neosegundo. Resultaría fácil: diez nuevashoras al día, cien neominutos a la nuevahora. cien neosegundos al neominuto.

Cada nuevahora duraría exactamente 2,4 veces lo que una hora antigua, ciento cuarenta y cuatro minutos antiguos. De forma que una clase de una hora antigua de aula escolar o de programa de televisión quedaría sustituida por un nuevo período de media neohora, sólo un 20 por 100 más larga que la antigua. Cada neominuto sería muy parecido al minuto actual: 0,7 de un minuto antiguo, para ser exactos (cada neominuto sería de aproximadamente cuarenta y dos segundos antiguos). Y cada neosegundo sería un poco más corto que un antiguo segundo. Sería posible acostumbrarse a las diferencias de duración; no son tan grandes. Y los cálculos serían mucho más fáciles. Ya puedo imaginarme una conversación corriente:

«Nos vemos al mediodía: 5 nuevashoras. No te atrases, falta sólo media hora, 50 neominutos, ¿vale?»

«¿Qué hora es? 7,85 —15 minutos hasta las noticias de la tarde.»
 ¿Qué me parece a mí todo eso? Prefiero ni imaginármelo.

Hacer Deliberadamente que las cosas sean Difíciles

*«¿Cómo se puede equilibrar el buen diseño (un diseño que se pueda utilizar y que sea comprensible) con la necesidad de "secreto", o de intimidad, o de protección? Es decir, algunas aplicaciones del diseño se refieren a cuestiones sensibles que requieren un control estricto de quien las utiliza y las comprende. Quizá no queramos que cualquier usuario-de-la-calle comprenda lo suficiente de un sistema como para poner en peligro la seguridad de este último. ¿No cabría aducir que algunas cosas no deberían diseñarse bien? ¿No puede dejarse que las cosas sigan siendo crípticas, de forma que únicamente las personas autorizadas, con educación superior o lo que sea, puedan utilizar el sistema? Claro que tenemos consignas, claves y otros tipos de controles de seguridad, pero todo ello puede resultar muy fatigoso para el usuario privilegiado. Parece que si no se pasa por alto el buen diseño en algunos contextos, el objetivo de existencia del sistema queda anulado.»*³

Veamos la figura 7.4, la puerta de una escuela en Stapleford, Inglaterra: los picaportes están en la parte superior de la puerta, donde resultan tan difíciles de encontrar como de alcanzar. Es un *buen* diseño, realizado deliberada y cuidadosamente. La puerta da a una escuela para niños impedidos, y la escuela no quería que los niños pudieran salir a la calle sin un adulto. En este caso lo que hace falta es infringir las normas sobre facilidad de uso.

La mayor parte de las cosas se destinan a la facilidad de uso, pero no son fáciles de usar. Pero algunas cosas son deliberadamente difíciles de usar, y deberían serlo. El número de cosas que deberían ser difíciles de usar es sorprendentemente amplio:

- Cualquier puerta cuyo objetivo sea impedir que la gente entre o salga.
 - Los sistemas de seguridad, ideados de forma que sólo puedan utilizarlos las personas autorizadas.
 - El equipo peligroso, cuyo uso debe ser restringido.
 - Las actividades peligrosas, como las que ponen en peligro vidas.
- Estas se pueden diseñar de forma que sólo una persona pueda llevar a



7.4. Una Puerta de Escuela, Deliberadamente Difícil de Utilizar.

La escuela es para niños impedidos; la dirección de la escuela no quería que los niños pudieran entrar y salir de la escuela sin ir acompañados por adultos. Los principios de capacidad de uso patrocinados en PSICO pueden seguirse a la inversa para dificultar las tareas que deberían ser fáciles.

(Las instrucciones leen: PARA ABRIR TIRAR DE LA MANIVELA HACIA ABAJO Y TIRAR DE LA PUERTA.)

cabo el acto. Un verano trabajé en explosiones submarinas de dinamita (a fin de estudiar la transmisión del sonido debajo del agua); los circuitos estaban organizados de modo que hicieran falta dos personas para activarlos. Había que apretar dos botones al mismo tiempo a fin de realizar la descarga: un botón fuera y otro dentro de la furgoneta de grabación electrónica. En las instalaciones militares se toman precauciones análogas.

- Puertas secretas, cajas fuertes y de seguridad; no queremos que cual-

quiera pueda ni siquiera saber que están ahí, y no digamos que pueda abrirlas. Es posible que necesiten dos llaves o combinaciones diferentes, en posesión o en conocimiento de dos personas.

- Casos destinados deliberadamente a perturbar los actos rutinarios normales (en el capítulo 5 califico a esos casos de funciones forzosas). Entre los ejemplos figuran el reconocimiento necesario antes de borrar de forma permanente una memoria de un sistema de almacenamiento en ordenador, los seguros de las pistolas y las escopetas, las pinzas de los extintores de incendio.

- Mandos que deliberadamente se hacen grandes y se separan mucho, con objeto de que a los niños les cueste trabajo activarlos.

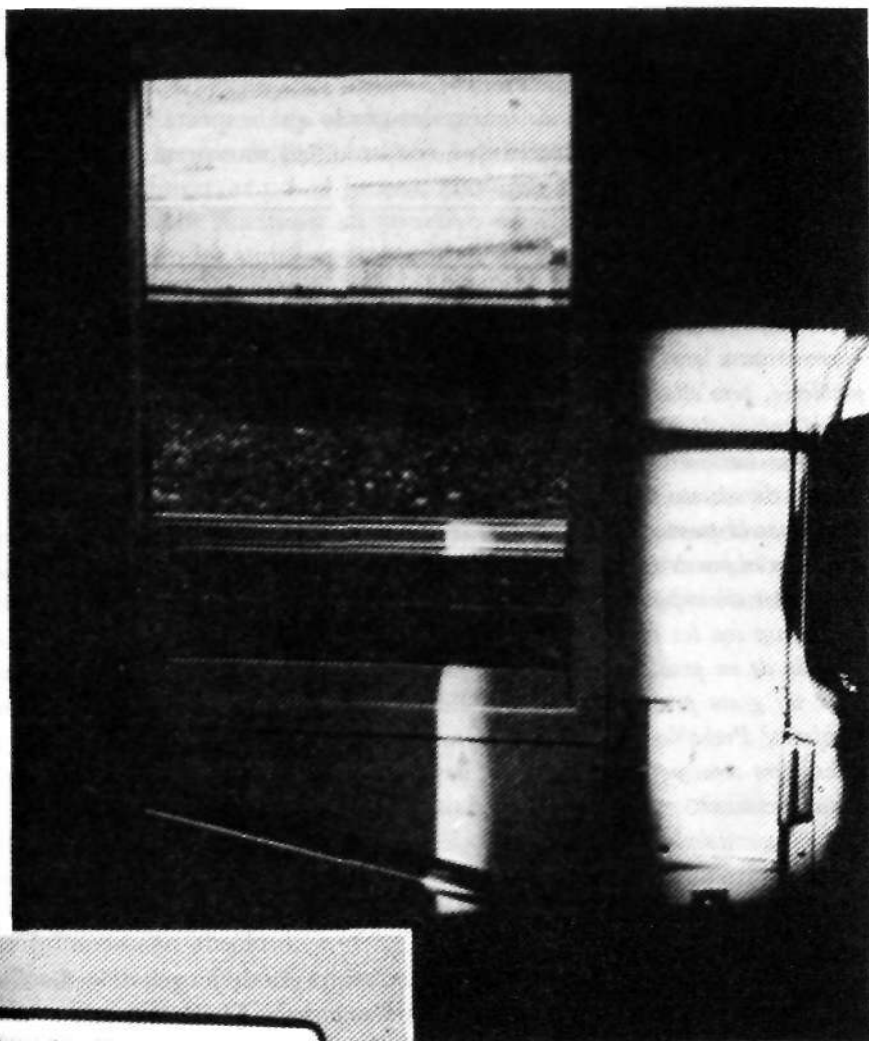
- Botiquines y frascos de medicamentos y de sustancias peligrosas que deliberadamente se hace que sean difíciles de abrir, para que no puedan hacerlo los niños.

- Los juegos, categoría en la cual los diseñadores pisotean deliberadamente las leyes de la comprensión y la posibilidad de uso. Los juegos han de ser difíciles. Y en algunos, como la aventura de Dragones y Mazmorras, populares en los ordenadores domésticos (y de oficina), todo el juego consiste en imaginar lo que se ha de hacer, y cómo.

- No la puerta de un tren (figura 7.5).

Son muchas las cosas que tienen que diseñarse de forma que resulte difícil comprenderlas o utilizarlas. Sin embargo, también en esos casos es igual de importante conocer las normas del diseño, por dos motivos. En primer lugar, incluso los diseños deliberadamente difíciles no deben ser totalmente difíciles. Por lo general, existe una parte difícil, diseñada para que las personas no autorizadas no puedan utilizar el dispositivo; el resto debe seguir los principios normalmente buenos del diseño. En segundo lugar, aunque haya uno de hacer que algo resulte difícil, hay que saber cómo lograrlo. En este caso, las normas son útiles, pues exponen en sentido inverso cómo realizar la tarea. Punto uno viola sistemáticamente las normas.

- Ocultar los componentes críticos: hacer que las cosas sean invisibles.
- Utilizar topografías antinaturales en lo que respecta a la ejecución del ciclo de acción, de modo que la relación entre los mandos y lo que éstos controlan sea inadecuada o aleatoria.
- Hacer que los actos resulten físicamente difíciles de realizar.



*Para abrir la puerta:
Bajar la ventanilla y utilizar
el picaporte de fuera
Por favor, cierre la ventilla o la
puerta después de utilizar ésta.*

7.5. Puerta de tren inglés, vista desde dentro. Evidentemente, es difícil de utilizar, pero, ¿por qué? No tengo la menor idea. ¿Para impedir que se abra de forma accidental? ¿Para que los niños no puedan abrir la puerta? Ninguna de las hipótesis que he intentado soportan un examen a fondo. Lo dejo al ingenio del lector.

- Imponer unos tiempos y una manipulación física muy exactos. NO dar ninguna retroalimentación.
- Utilizar topografías antinaturales por lo que respecta a la evaluación del ciclo de acción, de modo que resulte difícil interpretar el estado del sistema.

Los sistemas de seguridad plantean un problema especial de seguridad. A menudo, el elemento de diseño añadido para garantizar la seguridad elimina un peligro para crear otro secundario. Cuando los obreros cavan un agujero en la calle, tienen que erigir barreras para que la gente no se caiga en el agujero. Las barreras resuelven un problema, pero ellas mismas plantean otro peligro, que a menudo se reduce mediante la colocación de letreros y de luces intermitentes para advertir de la presencia de aquéllas. Las salidas de urgencia, las luces y las armas deben ir acompañadas a menudo de advertencias o barras que controlen cuándo y cómo se pueden utilizar.

Veamos la puerta de la escuela de la figura 7.4. En circunstancias normales, este diseño va en pro de la seguridad de los niños. Pero, ¿y si hubiera un incendio? Incluso los adultos sin impedimentos podrían tener problemas con la puerta al salir corriendo. ¿Que' pasa con los profesores bajitos o impedidos: cómo pueden abrir la puerta? La solución de un problema —la salida no autorizada de escolares— puede fácilmente crear un grave problema nuevo en caso de incendio. ¿Cómo podría resolverse este problema? Probablemente con una barra pulsable situada en la puerta al alcance de todos, pero conectada a una alarma, de forma que en circunstancias normales no se pudiera utilizar.

COMO DISEÑAR UN JUEGO DE DRAGONES Y MAZMORRAS

Uno de mis estudiantes trabajó para una empresa de juegos de ordenador que estaba creando un nuevo juego de Dragones y Mazmorras. Junto con otros estudiantes, utilizó su experiencia para realizar un proyecto de clase sobre la dificultad de los juegos. En particular, combinaron alguna investigación sobre lo que hace que un juego resulte interesante con el análisis de las siete etapas de acción (capítulo 2) a fin de determinar cuáles son los factores que causan dificultades en los juegos de ese tipo^b. Como cabe imaginar, el hacer que las cosas resulten difíciles es bastante complicado. Si un juego no es lo bastante difícil, los jugadores expertos pierden interés. Por otra parte, si es demasiado difícil, el disfrute inicial se ve sucedido

por la frustración. De hecho, existe un delicado equilibrio entre varios factores psicológicos: desafío, disfrute, frustración y curiosidad. Como dijeron los estudiantes: «Una vez que se pierde la curiosidad y que el nivel de frustración resulta demasiado alto, es difícil conseguir que alguien pueda volverse a interesar por el juego». Hay que tener en cuenta todo esto, pero el juego debe mantener su atractivo para jugadores de niveles muy diferentes, desde los que juegan por primera vez hasta los ya expertos. Un enfoque consiste en repartir a lo largo del juego muchos desafíos diferentes de dificultad variable. Otro consiste en hacer que constantemente ocurran muchas cosas de poca importancia, lo cual mantiene el motivo de la curiosidad.

Las mismas normas aplicables a hacer que las tareas resulten comprensibles y utilizables también son aplicables a hacer que resulten más difíciles y problemáticas; se pueden aplicar de forma perversa para mostrar dónde debe introducirse la dificultad. Pero no deben confundirse la dificultad y el desafío con la frustración y el error. Las normas deben aplicarse de forma inteligente, para facilitar el uso o para dificultarlo.

LO QUE PARECE FÁCIL NO ES NECESARIAMENTE FÁCIL DE UTILIZAR

Al principio de PSICO examiné el moderno teléfono de oficinas, de aspecto sencillo, pero difícil de utilizar. Lo comparé con el salpicadero de un automóvil, que tiene algo más de cien mandos, normalmente de aspecto complicado pero de uso fácil. La complejidad aparente y la real no son lo mismo en absoluto.

Basta pensar en el surf, en unos patines para hielo, unas barras paralelas o una corneta. Todos esos objetos tienen un aspecto muy sencillo. Pero para utilizarlos bien hacen falta años de estudio y de práctica.

El problema estriba en que cada uno de los dispositivos aparentemente sencillos sirve para un repertorio muy amplio de actos, pero como hay pocos mandos (y ninguna parte móvil), sólo se puede realizar la gran complejidad de actos posibles mediante una gran complejidad de ejecución por el usuario. ¿Recordamos el sistema de teléfono de oficina? Cuando hay más actos que mandos, cada mando debe participar en diversos actos diferentes. Si hay exactamente el mismo número de mandos que de

actos, entonces en principio los mandos pueden ser sencillos y la ejecución puede ser sencilla: hallar el mando adecuado y activarlo.

De hecho, el aumentar el número de mandos puede tanto aumentar como disminuir la facilidad de uso. Cuanto más mandos hay, más complejas parecen las cosas, y más tiene que aprender el usuario; resulta más difícil hallar el mando adecuado en el momento adecuado. Por otra parte, a medida que el número de mandos va aumentando para igualar el número de funciones, puede darse una mayor igualdad entre mandos y funciones, lo cual hace que las cosas resulten más fáciles de utilizar. De forma que el número de mandos y la complejidad de uso constituye en realidad una compensación entre dos factores opuestos.

¿Cuántos mandos necesita un dispositivo? Cuanto menos mandos, más fácil parece utilizarlo y más fácil es encontrar los mandos pertinentes. A medida que va en aumento el número de mandos, cada uno de ellos se puede ajustar a una función concreta. El dispositivo puede parecer cada vez más complejo, pero será más fácil de usar. Hemos estudiado esta relación en nuestro laboratorio. La complejidad del aspecto parece estar determinada por el número de mandos, mientras que la dificultad de uso está determinada concretamente por la dificultad de encontrar los mandos pertinentes (que va en aumento con el número de mandos) y la dificultad de ejecutar las funciones (que puede ir disminuyendo con el número de mandos).

Concluimos que para hacer que algo fuese fácil de utilizar había que equiparar el número de mandos y el número de funciones y organizar los paneles conforme a la función. Para hacer que algo parezca fácil hay que reducir al mínimo el número de mandos. ¿Cómo se pueden satisfacer simultáneamente esos requisitos conflictivos? Ocultar los mandos que no se utilizan de momento. Si se utiliza un panel en el cual sólo son visibles los mandos pertinentes, se reduce al mínimo la apariencia de complejidad. Al disponer de un mando separado para cada función, se reduce al mínimo la complejidad de uso. Se puede nadar y guardar la ropa.

El Diseño y la Sociedad

Los instrumentos afectan a otros aspectos, además de la facilidad con la que hacemos cosas; pueden afectar muchísimo a nuestra opinión de no-

sotros mismos, de la sociedad y del mundo. No hace mucha falta señalar los grandes cambios que han ocurrido en la sociedad como resultado de la invención de lo que hoy día son objetos cotidianos: el papel y el lápiz, el libro impreso, la máquina de escribir, el automóvil, el teléfono, la radio y la televisión. Incluso las innovaciones aparentemente sencillas pueden producir grandes cambios, la mayor parte de los cuales son imprevisibles. Por ejemplo, al principio muy poca gente comprendía el teléfono («¿para qué lo queremos? ¿Con quién íbamos a querer hablar?»), al igual que ocurrió con el ordenador (se pensaba que con menos de diez bastaría para satisfacer todas las necesidades de cómputo de los Estados Unidos) . Las predicciones del futuro de la ciudad eran completamente erróneas. Y hubo un tiempo en que se pensó que la energía nuclear acabaría por producir automóviles y aviones atómicos. Algunos previeron que el transporte aéreo privado se generalizaría tanto como el automóvil: un helicóptero en cada garage.

COMO AFECTA EL MÉTODO DE ESCRIBIR AL ESTILO

La historia de la tecnología demuestra que no tenemos una gran capacidad de predicción, pero ello no reduce la necesidad de ser sensibles a los posibles cambios. Los nuevos conceptos transformarán a la sociedad, para mejor o para peor. Examinemos una situación sencilla: el efecto de la automatización gradual de las herramientas de escritura en los estilos de escritura.

\>

DE LA PLUMA DE GANSO Y LA TINTA AL TECLADO Y EL MICRÓFONO

En tiempos antiguos, cuando se utilizaban la pluma de ganso y la tinta sobre pergamino resultaba tedioso y difícil corregir lo que se había escrito. Los autores tenían que ser cuidadosos. Había que pensar mucho las frases antes de ponerlas sobre el papel. Un resultado de ello eran unas frases largas y floridas: el estilo retórico elegante que relacionamos con nuestra literatura más antigua. Al llegar las herramientas de escribir de uso más fácil, también resultó más fácil introducir correcciones, de manera que se escribía con más rapidez, pero también con menos reflexión y cuidado:

de forma más parecida al discurso cotidiano. Algunos críticos lamentaron la falta de belleza literaria. Otros adujeron que así era como la gente se comunicaba en realidad, y, además, resultaba más fácil de comprender.

Con los cambios en los instrumentos de escritura, aumenta la velocidad de ésta. Cuando se escribe a mano, el pensamiento va más rápido que la escritura, lo cual impone exigencias especiales a la memoria y fomenta una escritura más lenta y más reflexiva. Con el teclado de la máquina de escribir, un mecanógrafo hábil puede ir casi a la velocidad del pensamiento. Con la llegada del dictado, el producto y el pensamiento parecen razonablemente igualados.

Con la popularidad del dictado se han producido cambios todavía mayores. En este caso, el instrumento puede tener un efecto importantísimo, pues no queda una constancia escrita de lo que se ha dicho; el autor tiene que conservarlo todo en la memoria. El resultado es que las cartas dictadas suelen tener un estilo largo y discursivo. Son más coloquiales y están menos estructuradas; lo primero porque se basan en la palabra hablada, lo segundo porque el redactor no puede recordar con facilidad todo lo que ha dicho. El estilo puede cambiar todavía más cuando lleguen las máquinas de escribir al dictado, en las cuales la palabra hablada aparecerá en la página a medida que se pronuncia. Ello aliviará la carga para la memoria. Es posible que el carácter coloquial se mantenga e incluso aumente, pero —como el registro impreso de lo dicho es visible inmediatamente, es posible que mejore la organización.

La gran disponibilidad de máquinas de tratamiento de textos ha producido otros cambios en la escritura. Por una parte, resulta satisfactorio el poder escribir lo que uno piensa sin preocuparse por los pequeños errores tipográficos ni por la ortografía. Por otra parte, es posible que pase uno menos tiempo en pensar y planificar. Las máquinas de tratamiento de textos afectan a la estructura debido a la limitada superficie que ofrecen. Cuando se dispone de un manuscrito sobre papel, se pueden extender las páginas sobre el escritorio, el sofá, la pared o el piso. Pueden examinarse de una vez grandes secciones del texto, para reorganizarlas y estructurarlas. Si sólo se utiliza el ordenador, entonces la superficie de trabajo (superficie disponible) se limita a lo que se puede ver en la pantalla. La pantalla convencional muestra aproximadamente 24 líneas de texto. Incluso las pantallas mayores disponibles en la actualidad no pueden mostrar más que dos páginas impresas completas de texto. El resultado es

que las correcciones tienen que hacerse localmente, en lo que es visible. Resulta difícil proceder a una reestructuración en gran escala del material, y en consecuencia, raras veces se hace. A veces, el mismo texto aparece en partes diferentes del manuscrito sin que el autor lo descubra (al autor todo le parece familiar).

MAQUINAS DE ESQUEMAS E HIPERTEXTO

La última moda en elementos auxiliares de la escritura es la máquina de esquemas, instrumento ideado para alentar la planificación y la reflexión sobre la organización del material. El autor puede comprimir el texto en un esquema o ampliar un esquema para cubrir todo el manuscrito. Cuando se traslada un epígrafe se traslada toda una sección. Las máquinas de esquemas tratan de superar los problemas de organización al permitir que se examinen y manipulen panoramas enteros del manuscrito. Pero ese proceso parece hacer hincapié en la organización que es visible en el esquema o en la estructura de epígrafes del manuscrito, con lo cual se quita importancia a otros aspectos del trabajo. Es característico de los procesos de pensamiento que la atención a un aspecto se presta a expensas de disminuir la atención a otros puntos. Cuando la tecnología facilita hacer algo, eso es lo que se hace; es muy posible que lo que la tecnología oculta o dificulta no se haga.

Ya está apareciendo en el horizonte el siguiente paso en la tecnología de la escritura: el hipertexto⁹. En este caso, disponemos de otro conjunto de posibilidades, otro conjunto de dificultades, en este caso tanto para el autor como para el lector. A menudo los autores se quejan de que el material que están tratando de explicar es complejo y multidimensional. Todas las ideas están vinculadas entre sí, y no existe una sola secuencia de palabras que las comunique adecuadamente. Además, la capacidad, el interés y los conocimientos previos de los lectores varían enormemente. Algunos necesitan una explicación de las ideas más elementales y otros desearían que se les dieran más detalles técnicos¹⁰. Algunos desean concentrarse en un grupo de temas, mientras que otros consideran esos temas poco interesantes. ¿Cómo puede un solo documento satisfacerlos a todos, especialmente cuando el documento debe tener una secuencia lineal, con una palabra tras otra y un capítulo tras otro? Siempre se ha considerado

que parte de la destreza de un autor es que pueda tomar un material hasta entonces caótico y ordenarlo de forma adecuada para el lector. El hipertexto elimina esta carga para el autor. En teoría, también elimina las presiones que el orden lineal impone al lector; éste puede seguir el material en el orden que le parezca más pertinente o interesante.

El hipertexto convierte la falta de organización en una virtud y permite que las ideas y los pensamientos se yuxtapongan a su aire. El autor lanza las ideas, las asigna a la página en la que primero le parecen pertinentes. El lector puede seguir el rumbo que quiera a lo largo de todo el libro. Si ve una palabra interesante en la página, la señala y la palabra se convierte en texto. Si ve una palabra que no comprende, basta con una pulsación para tener la definición. ¿Quién puede estar en contra de una idea tan maravillosa?

Imaginemos que este libro estuviera escrito en hipertexto. ¿Cómo funcionaría? Bien, he utilizado varios dispositivos que guardan relación con el hipertexto: uno de ellos es la nota a pie de página, otros son los comentarios entre paréntesis y otro es el texto en otro tipo de letra (he tendido a no utilizar apartados entre paréntesis en este libro porque temo que distraigan, alarguen las frases y aumente la carga de la memoria para el lector, como demuestra esta afirmación entre paréntesis).

Cuando se utiliza un texto en otro tipo de letra, es una especie de hipertexto. Se trata de un comentario sobre el texto en sí, que es facultativo y no esencial en una primera lectura. La tipografía envía señales al lector.

El hipertexto real se escribirá y leerá mediante un ordenador, naturalmente, de forma que este comentario no sería visible salvo que se hubiera solicitado.

En esencia, una nota a pie de página constituye una señal de que el lector dispone de algún tipo de comentario. En el hipertexto no harán falta las notas numeradas como tales, pero seguirá haciendo falta algún tipo de señal. Con el hipertexto, la señal de que hay más información disponible se puede transmitir mediante el color, el movimiento (por ejemplo, una luz intermitente) o un tipo de letra. Si se toca la palabra de que se trata, aparece el material; no hace falta un número.

De manera que, ¿qué opinar del hipertexto? Imaginemos que trata uno de escribir a alguien por ese método. Esa mayor libertad también plantea mayores obligaciones. Si de verdad llega a disponerse del hipertexto, es-

pecialmente en las versiones fantasiosas de las que se está hablando ahora —en las cuales se puede disponer de palabras, sonidos, vídeo, gráficos de ordenador, simulaciones y más cosas con sólo tocar la pantalla—, entonces resulta difícil imaginar que haya alguien capaz de preparar el material. Harán falta equipos enteros de personas. Según mis cálculos, tendrán que realizarse muchos experimentos, y tendrá que haber muchos fracasos, antes de que se exploren y se comprendan totalmente las dimensiones de esta nueva tecnología.

Sin embargo, una cosa que me inquieta es la idea de que el hipertexto le ahorrará al autor la necesidad de colocar el material en orden lineal. Error. El pensar así es permitir que haya torpeza en la escritura y la presentación. El organizar el material es difícil, pero ese esfuerzo por parte del autor es esencial para la comodidad del lector. Si se elimina la necesidad de esa disciplina, me temo que se transmite la carga al lector, quien quizá no pueda soportarla y no desee intentarlo. Es posible que la llegada del hipertexto haga que el escribir resulte mucho más difícil y no más fácil. Me refiero a escribir bien, claro.

LA CASA DEL FUTURO: UN LUGAR CÓMODO O UNA NUEVA FUENTE DE FRUSTRACIÓN

Mientras está terminándose este libro, en nuestras vidas están ingresando nuevas fuentes de placer y de frustración. Merece la pena señalar dos novedades, ambas destinadas al servicio de la eternamente prometida «casa del futuro». Una novedad maravillosa es la «casa inteligente», el lugar donde unos aparatos inteligentes y omniscientes se encargan de satisfacer todas las necesidades de uno. Otra novedad prometida es la casa del conocimiento: bibliotecas enteras al alcance de nuestras manos, los recursos de información del mundo disponibles por conducto de nuestro teléfono/aparato de televisión/ordenador personal/antena parabólica en el tejado. Ambas novedades tienen grandes posibilidades de transformar las vidas en los sentidos tan positivos que prometen, pero también pueden hacer que revienten todas las complejidades y todos los temores comentados en este libro y se multipliquen por mil.

Imaginemos que todos nuestros aparatos electrodomésticos están conectados entre sí por conducto de un «autobús de información» inteligente.

Este autobús (que es el término técnico correspondiente a un conjunto de cables que actúan como canales de comunicación entre dispositivos) permite que las lámparas, los hornos y las lavadoras de la casa hablen entre sí. El ordenador central de la casa advierte que el coche está llegando al garage, de forma que señala a la puerta principal que se abra, a las luces de entrada que se enciendan y al horno que empiece a preparar la comida. En el momento en que entra uno en la casa, el aparato de televisión ya está puesto en la estación favorita de uno para oír las noticias, en la cocina está disponible el aperitivo favorito de uno y se ha empezado a cocinar la cena. Algunos de esos sistemas le «hablan» a uno (con sintetizadores de voz en sus cerebros de ordenador), la mayor parte de ellos tiene sensores que detectan la temperatura de las habitaciones, el tiempo que hace fuera y la presencia de las personas. Todos ellos presuponen la existencia de un dispositivo general de mando por conducto del cual los ocupantes de la casa informan al sistema de todo lo que necesitan. Muchos permiten el control por teléfono. ¿Va a uno a perderse su espectáculo de televisión favorito? Se llama a casa y se encarga al VCR que lo grabe. ¿Va a uno a llegar una hora más tarde de lo previsto? Se llama al teléfono de casa y se retrasa el momento de empezar a cocinar la cena.

¿Cabe imaginar lo que haría falta para controlar esos dispositivos! ¿Cómo decirle al horno cuándo encenderse? ¿Se podría hacer mediante los botones disponibles en las magníficas cabinas telefónicas? ¿O habría que andar cargando con un mando portátil? En ambos casos, la complejidad es suficiente para dejar a uno mareado. ¿Tienen los diseñadores de esos sistemas alguna cura secreta de los problemas descritos a lo largo de este libro, o quizá ya han aprendido las lecciones que éste contiene? Ni hablar. Un artículo sobre «la "casa más lista" de los Estados Unidos», publicado en la revista técnica *Design News* destinada a ingenieros de diseño¹², muestra el conjunto normal de dispositivos arbitrarios de mando, paneles demasiado complejos y pantallas con teclados convencionales de computadora. Los fuegos de la cocina moderna (acompañados por el comentario «para el mejor de los chefs») tiene dos quemadores de gas, cuatro eléctricos y una parrilla de barbacoa controlados mediante una fila de ocho botones idénticos distribuidos a intervalos regulares.

Resulta fácil imaginar usos positivos para aparatos electrodomésticos inteligentes. Las ventajas de economía de energía de una casa que sólo pone la calefacción en las habitaciones que están ocupadas, o sólo riega

el jardín cuando el suelo está seco y no hay peligro de lluvia, parecen efectivamente muy grandes. No son, quizá, los problemas más críticos a los que hace frente la humanidad, pero de todos modos resulta cómodo. En cambio, resulta difícil ver cómo se transmitirán las complejas instrucciones necesarias para un sistema así. A mí me resulta difícil indicar a mis hijos cómo hacer bien esas tareas, y yo mismo las hago mal. ¿Cómo voy a arreglármelas para dar las instrucciones exactas y claras que necesita mi lavaplatos inteligente, especialmente con el limitadísimo mecanismo de mando que con toda seguridad se me va a ofrecer? Francamente, no me hago muchas ilusiones.

Veamos ahora el mundo de la información del futuro. El moderno disco de láser puede contener miles de millones de caracteres de información ¹³. Ello significa que en lugar de comprar libros uno por uno, podemos comprar ya bibliotecas enteras. Un disco compacto puede contener centenares de miles (incluso millones) de páginas de información impresa. Podemos tener al alcance de la mano enciclopedias enteras, por conducto de nuestras terminales de computadoras y nuestras pantallas de televisión. Y cuando cada casa esté conectada a un sistema central de ordenador, entonces, gracias a la mejora de la capacidad de las líneas telefónicas o de la televisión por cable, o de una antena parabólica apuntada al satélite más cercano a la Tierra, todo el mundo dispondrá de toda la información del mundo.

Esos placeres tienen dos costes. Uno de ellos es económico: quizá sólo cueste unos dólares fabricar un disco compacto que contiene cien libros, pero el coste para el consumidor se medirá en centenares de dólares. Después de todo, cada libro llevó al autor varios años de esfuerzos y a la editorial, con sus editores y diseñadores, otros tres a nueve meses. El enlace con las bibliotecas del mundo por las líneas de teléfono, televisión y satélite del mundo cuesta dinero a las empresas de teléfonos, cables y comunicaciones. Esos costes hay que recuperarlos. Los que utilizamos los servicios de ordenadores de búsqueda en bibliotecas disponibles hoy día sabemos que resulta muy cómodo disponer de ellos, pero cada segundo de uso se caracteriza por la tensión de saber que van subiendo los costes. Si se para uno un momento a reflexionar sobre algo, la factura aumenta astronómicamente. Los costes reales de esos sistemas son muy altos, y el recuerdo constante por parte del usuario de que cada uso significa un coste no resulta tranquilizador.

El segundo coste es la dificultad de hallar algo en unas bases de datos tan grandes. Yo no siempre puedo encontrar las llaves del coche ni el libro que estaba leyendo anoche. Cuando leo un artículo interesante y lo guardo en mis archivos para algún uso desconocido pero probable en el futuro, en el momento en que lo archivo sé que quizá nunca recuerde dónde lo coloqué. Si ya experimento esas dificultades con mis propias posesiones limitadas y mis libros, imagínese lo que será tratar de hallar algo en las bibliotecas y las bases de datos del mundo, donde la organización la realizó alguien que no tenía idea de cuáles eran mis necesidades. Caos. Puro caos.

La sociedad del futuro: algo que esperar con agrado, reflexión y temor.

El Diseño de los **objetos cotidianos**

Para los diseñadores no es nada nuevo saber que el diseño afecta a la sociedad. Muchos se toman muy en serio las consecuencias de su trabajo. Pero la manipulación consciente de la sociedad plantea graves problemas, entre los cuales no deja de tener importancia el hecho de que no todo el mundo está de acuerdo en cuáles son los objetivos adecuados. En consecuencia, el diseño adquiere un sentido político; de hecho, las teorías del diseño varían de forma importante según los sistemas políticos. En las culturas occidentales, el diseño ha reflejado la importancia capitalista del mercado, con su insistencia en aspectos exteriores que se consideran atractivos para el comprador. En la economía de consumo, el gusto no es el criterio en la comercialización de comidas o bebidas caras, la capacidad de uso no es el criterio primordial en la comercialización de aparatos domésticos y de oficina. Estamos rodeados de objetos de deseo, no de objetos de uso.

Las tareas cotidianas no son difíciles debido a su complejidad inherente. Son difíciles únicamente porque exigen aprender unas relaciones y unas topografías arbitrarias y porque a veces exigen una ejecución muy precisa. Las dificultades pueden evitarse mediante un diseño que haga evidente qué operaciones son necesarias. Un buen diseño explota las limitaciones, de forma que el usuario considera que sólo se puede hacer una cosa:

naturalmente, la correcta. El diseñador tiene que comprender y explotar las limitaciones naturales de todos los tipos.

Los errores forman una parte inevitable de la vida cotidiana. Un buen diseño puede ayudar a reducir la incidencia y la gravedad de los errores si elimina las causas de algunos, reduce al mínimo las posibilidades de otros y ayuda a hacer que los errores se puedan descubrir después de cometidos. Un diseño así explota la capacidad de las limitaciones y aprovecha las funciones forzosas y los resultados visibles de los actos. Los errores no descubiertos no tienen por qué producirnos estupefacción ni sufrimiento. Un buen diseño puede representar una diferencia positiva en nuestra calidad de vida.

Y ahora el lector queda en sus propias manos. Si es diseñador, que contribuya a la batalla por la capacidad de uso. Si es usuario, que sume su voz a quienes reclaman productos utilizables. Que escriba a los fabricantes. Que boicotee los diseños no utilizables. Que apoye los buenos diseños comprándolos, aunque eso signifique un esfuerzo, aunque signifique gastar algo más de dinero. Y que manifieste sus preocupaciones a las tiendas que venden esos productos; los fabricantes escuchan a sus clientes.

Que cuando visite museos de ciencia y tecnología haga preguntas si le resulta difícil comprender lo que ve en ellos. Que proporcione retroalimentación acerca de lo que se expone y si funciona bien o mal. Que aliente a los museos a avanzar hacia una mayor capacidad de uso y facilidad de comprensión.

Y a disfrutar. A recorrer el mundo examinando los detalles del diseño. A enorgullecerse de las pequeñas cosas que ayudan; a tener una buena opinión de la persona que hubo de reflexionar para que existieran. A comprender que incluso los detalles son importantes, que quizá el diseñador haya tenido que luchar para incluir algo útil. A dar premios mentales a quienes practican el buen diseño: a enviarles flores. A burlarse de quienes no lo hacen: a enviarles malas hierbas.

NOTAS

CAPITULO i: La Psicopatología de los objetos cotidianos

¹ Reproducido con autorización del *Wall Street Journal*, © Dow Jones & Co., Inc., 1956. Todos los derechos reservados.

² W.H. Mayall (1979), *Principles in design*, 84.

³ El concepto de prestación y las percepciones que aporta se originaron con J.J. Gibson, psicólogo que estaba interesado en cómo ve la gente el mundo. Creo que las prestaciones son resultado de la interpretación mental de las cosas, basada en nuestro conocimiento y nuestra experiencia anteriores aplicados a nuestra percepción de los objetos de nuestro entorno. Mi opinión está algo en conflicto con las de muchos psicólogos gibsonianos, pero este debate interno en el seno de la psicología moderna tiene poca pertinencia aquí. (Véase Gibson, 1977, 1979.)

⁴ D. Fisher & R. Bragonier, Jr. (1981), *What's what: A visual glossary of the physical world*. La lista de las once partes del lavabo procede de este libro. Agradezco a James Grier Miller que me hablara del libro y me prestara su ejemplar.

⁵ Biederman (1987) muestra cómo deriva el número 30.000 en las páginas 127 y 128 de su monografía «Recognition-by-components: A theory of human image understanding». *Psychological Review*, 94, 115 a 147.

⁶ Agradezco a Mike King este ejemplo (y otros).

⁷ Ya se han construido con éxito sistemas más complejos. Un ejemplo es el sistema de mensajes hablados que registraba las llamadas telefónicas para su recuperación ulterior, construido por IBM para los Juegos Olímpicos de 1984. Se trataba de un sistema telefónico

bastante complejo, ideado para registrar los mensajes enviados a los atletas por amigos y colegas de todo el mundo. Los usuarios hablaban diversos idiomas y muchos de ellos no estaban familiarizados con el sistema telefónico estadounidense ni con la alta tecnología en general. Pero mediante la aplicación atenta de principios psicológicos y unas pruebas constantes con los usuarios durante la fase de diseño, el sistema resultó utilizable, comprensible y funcional. Es posible lograr un buen diseño, pero es preciso que éste sea uno de los objetivos desde el principio (véase la descripción del sistema telefónico que hacen Gould, Boies, Levy, Richards y Schoonard, 1987).

CAPITULO 2: La Psicología de los actos cotidianos

¹ Por desgracia, la idea de culpar al usuario está incrustada en el sistema jurídico. Cuando ocurren accidentes graves, se establecen tribunales oficiales de investigación para evaluar a quién se debe atribuir la responsabilidad. Cada vez se responsabiliza más al «error humano». A la persona acusada se la puede multar, castigar o despedir. A veces se revisan los procedimientos de capacitación. El sistema judicial se queda tan contento. Pero, en mi experiencia, por lo general el error humano es el resultado de un mal diseño: debería llamarse error del sistema. Los seres humanos cometemos errores constantemente; se trata de una parte intrínseca de nuestra naturaleza. El diseño de sistemas debería tenerlo en cuenta. El echarle la culpa a una persona puede resultar una forma cómoda de terminar con el asunto, pero, ¿por qué se diseñó el sistema de forma que un solo acto de una sola persona pudiera provocar un desastre? Un libro importante sobre este tema es el de Charles Perrow titulado *Normal accidents* (1984). En el capítulo 5 trato detalladamente el error humano.

² Este ejemplo procede del informe técnico de White y Horwitz (1987) sobre «Herramientas para pensadores», su sistema de enseñar física a los niños, y en parte a superar las creencias en la física ingenua, que de otro modo son muy firmes.

³ La cuestión de las opiniones ingenuas se trata detalladamente en muchos estudios. La relación entre la física aristotélica y la física ingenua moderna se explica en el artículo de McCloskey (1983) en *Scientific American* titulado «Intuitive physics».

* La teoría de la válvula del termostato procede de Kempton (1986) en un estudio publicado en la revista *Cognitive Science*.

⁵ Algunos termostatos se diseñan para adelantarse a la necesidad de encenderlos o apagarlos. Evitan un problema frecuente: la temperatura en una casa que se está enfriando sigue bajando después de que el termostato haya encendido la caldera, y la temperatura de una casa que se está calentando sigue subiendo después de que el termostato haya apagado la caldera, debido al calor que ya se encuentra en el sistema. El «termostato inteligente» se apaga o se enciende un poco antes de que se alcance la temperatura deseada.

⁶ National Transportation Safety Board (Junta nacional de seguridad en los transportes) (1984), *Aircraft accident report —Eastern Air Lines, Inc., Lockheed L-10U, N3334 EA, Miami International Airport, Miami, Florida, May 5, 1983*.

⁷ Es sorprendente lo poco que se sabe acerca de la naturaleza de las secuencias de acción. El libro más pertinente para lo que estoy escribiendo es *Plans and the structure of*

behavior, por Miller, Galanter y Pribram (1960). El modelo OOMS (Objetivos, Operadores, Métodos y Selección) de Card, Moran y Newell (1983) es más reciente y más pertinente para las aplicaciones. Mi propio trabajo se describe de forma más detallada en Norman (1986). Sanders (1980) ha examinado toda una serie de estudios experimentales que apoyan su desglose de la secuencia en siete etapas. Los psicólogos sociales están trabajando bastante en una teoría de la acción. En general, se trata de un terreno rico e inexplorado, que merece mucha atención.

⁸ La historia de estas lagunas y los análisis iniciales procedieron de las investigaciones realizadas con Ed Hutchins y Jim Hollan, que entonces formaban parte de un grupo conjunto de investigación entre el Centro de Investigación y Desarrollo de la Oficina Naval de Personal y la Universidad de California en San Diego. En el trabajo se examinó el desarrollo de sistemas de ordenadores que eran más fáciles de aprender y más fáciles de utilizar, y en particular, de lo que se ha calificado de sistemas de ordenadores de manipulación directa. Vuelvo a referirme a este aspecto en el capítulo 6. El trabajo inicial se describe en el capítulo «Direct manipulation interfaces» del libro *User centered system design* (Hutchins, Hillan y Norman, 1986).

CAPITULO 3: Conocimiento en la cabeza y conocimiento en el mundo

¹ Son muchas las personas a las que se puede atribuir la elaboración de estas demostraciones. No sé quién fue el primero que señaló los problemas de recordar el apareamiento de letras y números en el teléfono. Nickerson y Adams (1979) y Rubín y Komis (1983) demostraron que la gente no podía recordar ni reconocer con exactitud las imágenes y las palabras de las monedas estadounidenses. Jonathan Grudín hizo la demostración de la aparente falta de conocimiento del teclado por las mecanógrafas (estudio inédito).

² Thomas Malone, que actualmente trabaja en la escuela de Administración de Empresas de MIT, examinó cómo organiza la gente su trabajo en sus escritorios. Sus estudios de la importancia de la organización física se suelen citar como justificación del frecuente uso de la metáfora del escritorio en algunos sistemas de ordenadores, especialmente la Xerox Star y la Apple Lisa y la Machintosh (las máquinas Apple se derivaron de la Xerox Star; Malone estaba trabajando para Xerox cuando hizo sus estudios). Véase la monografía de Malone (1983) sobre cómo organiza la gente sus escritorios: consecuencias para el diseño de sistemas de automatización de oficinas.

³ Tomo este resultado del trabajo de Rubin y Komis (1983) que trataron de determinar la representación mental (el esquema mnemotécnico) que tenían los estudiantes de las monedas estadounidenses.

⁴ Stanley Meisler, redactor de *Times*, en *IMS Angeles Times*, 31 de diciembre de 1986. Copyright 1986, *Los Angeles Times*. Reproducido con autorización.

Existen datos que confirman esto en el hecho de que si bien personas que llevan residiendo mucho tiempo en la Gran Bretaña siguen quejándose de que confunden la moneda de una libra con la de cinco peniques, los recién llegados al país (y los niños) no experimentan la misma confusión. Ello se debe a que los residentes actúan conforme a su conjunto inicial de descripciones, que no se ajustó fácilmente a las distinciones entre esas

dos monedas. Sin embargo, los recién llegados no parten de esos conceptos previos y deben formar un conjunto de descripciones para distinguir entre todas las monedas; en esta situación, la moneda de una libra no plantea problemas especiales. En los Estados Unidos, la moneda de un dólar nunca llegó a ser popular y ya no se acuña, de forma que no cabe establecer observaciones equivalentes.

⁶ La sugerencia de que el almacenamiento en la memoria y la recuperación de ella se medía por conducto de descripciones parciales se expresó en una monografía publicada con Danny Bobrow (Norman y Bobrow, 1979). Aducíamos en ella que, en general, la especificidad necesaria de una descripción depende del conjunto de cosas entre las cuales trata de distinguir una persona. En consecuencia, la recuperación de la memoria puede implicar una serie prolongada de tentativas cuando la descripción inicial de la recuperación da el resultado equivocado, de forma que la persona ha de seguir tratando de recuperar lo que desea, con lo que cada tentativa de recuperación se aproxima más a la respuesta y ayuda a hacer que la descripción sea más precisa.

⁷ D.C. Rubín y V.V.T. Wallace (1987), *Rhyme and reason: Integral properties of words* (manuscrito inédito). Con sólo las pistas del significado (que es la primera tarea) las personas a quienes Rubin y Wallace sometieron a test sólo podían determinar las tres palabras objetivo utilizadas en estos ejemplos el 0, el 4 y el 0 por 100 de las veces, respectivamente. Análogamente, cuando las mismas palabras objetivo tenían una pista rimada, seguían obteniendo malos resultados, y sólo adivinaban los objetivos el 0, el 0 y el 4 por 100 de las veces, respectivamente. O sea, que cada pista por sí sola brindaba muy poca ayuda. La combinación de la pista de significado con la pista rimada llevó a unos resultados perfectos: las mismas personas acertaron las palabras objetivo el 100 por 100 del tiempo.

⁸ A.B. Lord (1960), *The únger of tales* (Cambridge, MA: Harvard University Press), 27.

⁹ Lord (1960) señala que esta longitud es excesiva, y probablemente sólo se consiguió en las circunstancias especiales en las cuales Homero (o algún otro cantor) dictó la historia lenta y reiteradamente a la persona que primero la escribió. Normalmente, la longitud variaría según los caprichos del público, y ningún público normal aguantaría 27.000 líneas.

¹⁰ La cita procede de «Alí Baba y los 40 ladrones», de «Las Mil y Una Noches». Hay traducción al castellano, de R. Cansinos Assens, Aguilar, Madrid.

" La cita procede del interesante estudio de V.Vinograd y Soloway (1986). Acerca del olvido de cosas guardadas en lugares especiales, *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 336 a 372.

¹² La descripción se ha tomado de un libro anterior, *Leaming and memory* (Norman, 1982).

¹³ Landaucr (1986) ha hecho la tentativa más compleja que haya visto yo de calcular la cantidad de material que puede conocer la gente en su artículo en *Cognitive Science* titulado «How much do people remember? Some estimates of the quantity of learned information in long-term memory» (¿Cuánto puede recordar la gente? Algunos cálculos de la cantidad de información aprendida presente en la memoria a largo plazo).

¹⁴ Este ejemplo se ha tomado de Ilutchins, Hollan y Norman (1986. pág. 113), con ligeras modificaciones de redacción. Naturalmente, estoy en deuda con nuestro famoso colega por permitir que sus procesos de pensamiento se expongan en público.

Es sorprendente lo poco que se sabe acerca de las propiedades de los modelos mentales. Hay dos libros que tienen por título «Modelos mentales», uno el informe sobre una

conferencia, editado por Gentner y Stevcs (1983); el otro, por Johnson y Laird (1983), constituye un examen de una forma especial de modelo mental que podría utilizarse en la solución de problemas y en el razonamiento. El primero se aproxima más en espíritu a los tipos que se comentan aquí. El papel que podrían desempeñar los modelos mentales en la comprensión de sistemas complejos en general y de sistemas de ordenadores en particular se comenta en nuestro libro sobre el diseño de sistemas de ordenadores (Norman y Draper, 1986). Existe un excelente examen en Rouse y Morris (1986).

¹⁶ Los lectores familiarizados con la teoría de la información podrían estudiar cómo las diversas topografías reducen la carga de información del usuario. La medida normal de información es el bit, el volumen de información necesario para distinguir entre dos cosas. Con la topografía totalmente arbitraria de la figura 3.3, cada mando podría servir para cualquiera de los cuatro quemadores, de forma que hacen falta dos bits de información para especificar qué quemador controla cada mando. Si quiere uno mirar a cualquiera de los cuatro mandos y saber inmediatamente qué quemador controla, hay que aprender 8 bits. Ocho bits es mucho; técnicamente, los cuatro mandos se pueden especificar con un total de sólo 4,6 bits, pero ello aprovecha el hecho de que una vez conocido el primer mando (2 bits), el segundo tiene que seleccionarse a partir de sólo tres posibilidades (1,5 bits), el tercero a partir de la dos posibilidades restantes (1 bit), y después el último mando queda plenamente determinado (0 bits). Esta estrategia exige menos información para especificar los cuatro mandos, pero a costo de más cálculos: no se puede mirar directamente un mando y saber qué quemador controla; hay que calcularlo.

La topografía parcial de la distribución en la figura 3.4 reduce la carga de información. Ahora la selección de cada mando adecuado es una selección entre dos posibilidades, o 1 bit de forma que sólo hacen falta 4 bits para que la persona vaya a cada mando y sepa inmediatamente qué quemador controla. Las topografías totalmente naturales de la figura 3.5 tienen una sola interpretación, de forma que no hay nada que aprender: 0 bit.

El paso de una topografía arbitraria a una topografía parcial a una topografía plenamente natural reduce el número de opciones de 24 a 4 a 1 y reduce el contenido de teoría de información de 8 a 4 a 0 bits, respectivamente.

" Pese a la importancia del recordatorio tanto desde el punto de vista práctico como desde el teórico, es poco lo que se sabe acerca de él. Naturalmente, los recordatorios se producen de varias formas diferentes. Una forma de recordar se produce de manera totalmente interna, como en los casos en los que un pensamiento o una experiencia le «recuerda» a uno otro pensamiento u otra experiencia. Que yo sepa sólo Roger Achank ha escrito a este respecto (en su libro *Dynamk memory*, 1982). Otra forma de recordar procede de las pistas externas: por ejemplo, cómo cuando la visión de un reloj le recuerda a uno la hora y la tarea que tiene que realizar (o, lo que es peor, que ya no se puede realizar). Otra forma de recordatorio —el tipo que he venido comentando— es la que se invoca o se establece deliberadamente, cuando trata uno un día de establecer pistas físicas para las tareas que han de realizarse otro día. De algunas de estas cuestiones se trata en los capítulos escritos por Cypher y por Miyai y Norman en Norman y Draper (1986), *User centered system design*-

CAPITULO 4: Saber que hacer

¹ Carta dirigida a la columna de asesoramiento de prensa de Ellie Rickcr, *Austin* (Texas) *American-Síalesman*, 31 de agosto de 1986, reproducida con autorización.

² Los resultados de mis experimentos recuerdan los estudios de maestros de ajedrez a los que se permitió sólo diez segundos para examinar un tablero de ajedrez con una configuración a partir de la mitad de una partida real antes de que se les pidiera que reconstruyeran el tablero de memoria. Lo hicieron con gran exactitud. Los novatos reconstruyen mal el tablero. Pero si se muestra una combinación ilegal (o ilógica) de las mismas piezas de ajedrez a un maestro y a un novicio, responden aproximadamente igual de mal. El experto se ha empapado hasta tal punto de la estructura del juego que intervienen muchas limitaciones naturales y artificiales, que excluyen automáticamente toda una serie de configuraciones y reducen lo que se ha de recordar a una cantidad manejable. El novato no dispone de suficientes conocimientos internos como para utilizar esas limitaciones. Análogamente, cuando el experto se enfrenta con la configuración ilegal o ilógica, sus limitaciones y sus conocimientos previos ya no le resultan útiles (véase Chase y Simón, 1973).

³ Véase Schank y Abelson (1977), *Scripts, plans, goals, and understanding* o el libro de Goffman (1974) *Frame analysis*, sobre estructuras y convenciones sociales.

⁴ A fin de mejorar la topografía, tuvimos que superar varios problemas técnicos. Las luces ya estaban instaladas y no era posible rehacer el cableado. Modificamos algunos amortiguadores de luces con objeto de que pudieran utilizarse como mandos de luces que estaban a mayor distancia. La elección de interruptores eléctricos también era limitada. Idealmente, habríamos hecho piezas especiales para nuestros fines. Pero el experimento ha alcanzado un éxito notable. En esa labor recurrí mucho al ingenio en materia eléctrica y mecánica de Dave Wargo, que fue quien se encargó del diseño, la construcción y la instalación de los interruptores.

⁵ El motivo por el cual el interruptor está tan mal situado es el precio. Un diseñador me escribió una vez: «Luché todo lo que pude para conseguir que el interruptor de encendido/apagado estuviera en la parte delantera del terminal. Perdí la discusión ambas veces. Los ingenieros industriales dijeron que el interruptor montado en la parte delantera costaría aproximadamente 10 dólares (aproximadamente 30 dólares al consumidor), más la posibilidad de que la corriente contaminase algunos circuitos próximos». A mí esos precios me parecen altos, pero este diseñador hablaba de equipo profesional, en cuyo caso el terminal probablemente cuesta varios miles de dólares. Este es el ejemplo típico de comparación de costos con capacidad de uso. ¿Qué precio está dispuesto uno a pagar por la capacidad de uso? ¿Tiene el costo que ser verdaderamente tan elevado? ¿Qué ocurriría si se hubiera hecho el diseño de modo que el interruptor estuviera en la parte delantera desde el principio, en lugar de tener que cambiarlo después de terminado el resto de la distribución?

⁶ Copyright 1987 por Consumer Union of United States, Inc, Mount Vernon, NY 10553. Extractado con autorización de *Consumer Reports*, enero de 1987.

⁷ Véase Gaver (1986).

CAPITULO 5: Errar es humano

¹ *InfoWorld*, 22 de diciembre de 1986. Reproducido con autorización.

² Véase el análisis que hace Sherry Turkle (1984) en su libro *The second self*. El libro trata las consecuencias que tienen los ordenadores en la vida de la gente, sobre todo de los niños que han crecido en contacto diario y permanente con máquinas: los «mecánicos» del mundo. Turkle también expone un análisis de los cambios que las visiones de tratamiento de la información de la mente humana han introducido en nuestra interpretación de Freud. En general, se trata de un libro sugerente e importante.

³ Salvo que se indique lo contrario, todos los ejemplos que figuran en esta sección los he recogido yo, fundamentalmente a partir de errores cometidos por mí mismo, mis compañeros de investigación, mis colegas y mis estudiantes. Todo el mundo fue registrando diligentemente sus lapsus, con el requisito de que únicamente se añadirían a la colección los que se habían registrado inmediatamente. Muchos de ellos se publicaron por primera vez en Norman (1980 y 1981).

⁴ El término «error de captación» lo inventó Jim Reason, de Manchester, Inglaterra (Reason, 1979). Reason ha escrito mucho sobre lapsus y otros errores. Recomendando, como buen estudio de su obra, el libro *Absent minded? The psychology of mental lapses and everyday errors* (Reason y Mycielska, 1982).

⁵ Reason (1979).

⁶ Cabe hallar una introducción sencilla a la teoría de los esquemas en mi libro *Itaming and memory* (Norman, 1982).

⁷ La mejor fuente de información acerca del enfoque conexionista es la obra, en dos volúmenes *Parallel Distributed Processing* (Rumelhart y McClelland, 1986; McClelland y Rumelhart, 1986).

⁸ Danny Kahneman y Amos Tversky han realizado una serie importante de estudios (Tversky y Kahneman, 1973). *Norm theory*, de Kahneman y Miller (1986) aplica un conjunto conexo de ideas.

⁹ Una objeción típica a mi afirmación de que las tareas cotidianas son conceptualmente sencillas —que no exigen grandes investigaciones ni vueltas atrás— es que desde luego la percepción y el lenguaje son tareas cotidianas, pero infringen esas normas. No estoy de acuerdo.

Sí, la percepción y el lenguaje son sin duda tareas cotidianas. Pero no creo que vayan en contra de mi argumento. Yo aduzco que la clave de la complejidad conceptual es si hace falta o no volver atrás: ¿Hay tanteo y retracto? ¿Se investigan múltiples vías? Deseo aducir que para las tareas cotidianas, que comprenden la percepción y el lenguaje, no hace falta nada de eso.

El estudio de la percepción constituye un tema difícil: seguimos sin saber cómo se realiza. Evidentemente, implica muchos cálculos. Pero sospecho que los cálculos son menos complejos de lo que cabría suponer. Los sistemas de percepción son estructuras paralelas, utilizan algoritmos paralelos. Creo que llegan a soluciones mediante la comparación de pautas, la relajación, las limitaciones energéticas mínimas. Con el mecanismo adecuado (el mecanismo del cerebro), creo que esas tareas se realizan sin volver atrás, sin seguir pistas falsas.

La norma que deseo invocar es que la percepción y el lenguaje cotidianos son casi siempre conceptualmente sencillos. Se realizan sin volver atrás, sin una participación consciente y sin siquiera tener conciencia de ello. Tanto el lenguaje como la percepción pasan por situaciones que infringen esas hipótesis, pero esas situaciones son relativamente infrecuentes. Cuando ocurren, exigen una participación consciente. Y establecen pautas que resultan difíciles de percibir o de comprender. De hecho, la mayor parte de esas estructuras se crean deliberadamente, como ilusiones, como rompecabezas, como enigmas o como los contraejemplos y los problemas a los que los lingüistas dedican tanto tiempo para inventarlos y debatirlos.

¹⁰ Hay todo un terreno de investigación consagrado al diseño y al análisis de sistemas de autopistas. Se trata de esos aspectos concretos en capítulos de Alexander y Lunenfeld (1984) y de Kinner (1984).

Mi propia experiencia es que si bien es posible que los letreros de las principales carreteras nacionales estén bien hechos, muy bien pensados y planeados, los letreros de las carreteras más pequeñas no lo están. Estos últimos exigen más conocimientos locales, de los que generalmente carecen los visitantes. En Inglaterra, cuando se me ofrece la opción entre Oxford y Whittlesford cuando lo que yo quiero es llegar a Oxford, ¿qué hago? O supongamos que estoy en mi casa de San Diego y quiero llegar a Mission Bay cuando se me ofrece una opción entre El Centro y Los Angeles, ninguno de cuyos lugares deseo visitar. Cuando he hecho viajes largos por las carreteras secundarias de Inglaterra, he aprendido a recorrer cada encrucijada dos o tres veces, eliminando cada vez una salida diferente, hasta que por fin puedo seleccionar la que parece ser mejor. De esta forma sólo me he perdido una vez de cada cinco, en lugar de todas las veces. Afortunadamente, los buenos modales de los automovilistas británicos permiten dar esas vueltas, e incluso no correr ningún peligro. He intentado hacer lo mismo en los Estados Unidos, pero ha significado poner mi vida en peligro.

" J. Maclean (1983), *Secrets o/a superthuf* (Nueva York: Berkley Books), 108.

¹² Aunque la industria de la energía nuclear ha realizado un análisis correcto de la situación, no ha reaccionado tan bien en cuanto a modificar efectivamente algo, especialmente el diseño de las salas de control. Resulta casi imposible rehacer una sala de control ya existente, proceso que puede costar millones de dólares y perturbar el funcionamiento de la central durante varios años. Ahora ya sabemos cómo construir unas salas de control mucho mejores, pero no se están construyendo muchas centrales nuevas en los Estados Unidos; naturalmente, los jefes tendrían que aceptar su responsabilidad y reconocer que los errores humanos son resultado fundamentalmente de un diseño deficiente; no veo muchos indicios de que se comprenda este mensaje. Las nuevas salas de control de las centrales de otros países de las cuales tengo noticias parecen adolecer de la misma teoría errónea e inferior acerca de cómo se deben diseñar las salas de control. No cabe duda de que los diseños llevarán a errores (de los cuales se echará la culpa a los operarios, a los que después se volverá a capacitar una vez tras otra o, lo que es más probable, sencillamente se los despedirá).

La industria de la aviación ha reaccionado mejor. Pero sus costes son más bajos y constantemente se introducen nuevos diseños de cabinas y aviones.

Otras industrias parecen desconocer totalmente esos problemas, pese a que las tasas

documentadas de accidentes y de mortalidad de los trabajadores y de los testigos inocentes pueden ser superiores que los de la energía nuclear o la aviación comercial. Dicen que se trata de errores humanos, lo cual les permite despedir a las personas acusadas y hacer caso omiso del mal diseño de la central que fue lo que causó la existencia del problema. Parece que quienes peor lo hacen son las industrias químicas, del petróleo y de navegación, que echan la culpa a la capacitación impartida a los operarios o la incompetencia de éstos, cuando, de hecho, los problemas son inherentes en el sistema. Véase un excelente análisis de estas cuestiones en el libro de Charles Perrow (1984) *Normal accidents*.

¹³ El estudio de Fischhoff (1975) se titula «Hindsight[^]foresight: The effect of outcome knowledge on judgment under uncertainty» (Retrospección[^]previsión: el efecto del conocimiento de los resultados sobre el juicio en condiciones de incertidumbre). Y ya que está uno en ello, véase el impresionante libro de lecturas titulado *Acceptable risk* (Fischhoff, Lichtenstein, Slovic, Derby y Keeny, 1982).

¹⁴ El vuelo 007 de las líneas aéreas coreanas ha sido analizado por Hersch (1986), quien da una relación plausible y detallada de lo que podría haber pasado con el vuelo. Como no se recuperaron los registros de vuelo del avión, nunca sabremos con exactitud lo que ocurrió. Parece que los actos por parte soviética fueron probablemente igual de confusos, con los pilotos y los militares sometidos a diversas presiones sociales para que actuaran. La información disponible acerca de los actos de los soviéticos es insuficiente para llegar a conclusiones fiables.

¹⁵ Mi fuente de información acerca del accidente de Tenerife es Roitsh, Babcock y Edmunds (sin fecha), en el informe publicado por la Asociación Norteamericana de Pilotos de Línea. Quizá no resulte demasiado sorprendente que su interpretación difiera del informe del Gobierno español (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de España, 1978), que a su vez difiere del informe emitido por la Junta Neerlandesa de Investigación sobre Accidentes Aéreos (1979). Véase asimismo como interpreta Weiner el choque y sus consecuencias (Weiner, 1980, reimpreso en Hurst y Hurst, 1982). (Weiner califica al episodio resultado de la *Realpolitik* de un sistema que «atribuye la mayor importancia a la asignación de espacios aéreos y a las transacciones políticas, en lugar de ocuparse directamente de la serie de problemas con los que se enfrentan los pilotos y los controladores aéreos».)

La información y las citas acerca del accidente de Air Florida proceden del informe de la Junta Nacional de Seguridad en los Transportes (1982). Cabe hallar un estudio excelente de las presiones sociales en Weiner (1986) y en dos libros titulados *Pilot error* (Hurst, 1979; Hurst y Hurst, 1982). (Los dos libros son muy diferentes. El segundo es mejor que el primero, debido en parte a que cuando se escribió el primero de los dos, muchos de los datos científicos no estaban disponibles.)

¹⁰ Las señales de alarma se pueden diseñar bien. Roy Patterson, en la Dependencia de Psicología Aplicada de Consejo de Investigaciones Médicas de Cambridge, Inglaterra, ha ideado un conjunto sistemático de procedimientos para comunicar el significado y la importancia de un problema mediante una secuencia cuidadosamente controlada de sonidos, en la cual la frecuencia, la intensidad y el ritmo de presentación identifica el problema e indica la gravedad de éste. El modelo se puede aplicar en todas las partes en que varios dispositivos exigen sonidos de alarma, como las cabinas de aviones o los quirófanos de los

hospitales. Se ha propuesto ese modelo como norma internacional de alerta y va abriéndose camino lentamente en las sociedades y los comités que aprueban ese género de cosas.

Uno de los problemas que existen desde siempre ha sido el de saber qué volumen debe tener la señal. La solución común es hacer que sea muy alta. Patterson señala que el volumen de sonido necesario depende de qué otras cosas están ocurriendo. Cuando está despegando un avión, hacen falta alarmas muy altas. Cuando llega a la velocidad de crucero, basta con volúmenes más bajos. El modelo de Patterson tiene volúmenes variables: la señal de alarma empieza a sonar bajo y después se repite con una intensidad de sonido cada vez mayor hasta que se señala la recepción de la señal.

La tecnología moderna permite hacer que las máquinas hablen, sea mediante el almacenamiento de una forma de ondas comprimida o mediante la sintetización de una voz. Este enfoque, al igual que todos, tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Permite comunicar una información precisa, especialmente cuando la atención visual de la persona está orientada en otro sentido. Pero si funcionan varias alarmas habladas al mismo tiempo, o si el medio ambiente es ruidoso, es imposible comprender las alarmas habladas. O si hace falta que los usuarios o los operadores se hablen, las alarmas habladas significan una interferencia. Las señales habladas de alarma pueden ser eficaces, pero únicamente si se utilizan con inteligencia.

¹⁷ Ya he tratado de la idea de diseñar teniendo en cuenta los errores en *Communications of the ACM*, donde analizo varios de los lapsus en los que cae la gente al utilizar sistemas de ordenadores y sugiero principios de diseño de sistemas que podrían reducir al mínimo esos errores (Norman, 1983). Esa teoría es también la imperante en el libro escrito conjuntamente por nuestro equipo de investigación: *User centena system design* (Norman y Draper, 1986). En ese caso hablamos de cómo construir sistemas para los usuarios. Hay dos capítulos que tienen especial pertinencia para los temas de que tratamos aquí: el mío sobre ingeniería cognoscitiva y el que escribí con Clayton Lewis sobre cómo diseñar para tener en cuenta los errores.

CAPITULO 6: El Desafío del diseño

¹ Mares escribe acerca del proceso que se utilizó en el desarrollo de la primera máquina funcional de escribir (1909, págs. 42 y 43). Mares decía que citaba «de un viejo catálogo publicado por la empresa Remington, hace muchos años».

Existen excelentes descripciones del proceso de subir cuestras en el libro de Alexander (1964) titulado *Notes on the synthesis of form* y en el de Jones titulado *Design methods*; véase asimismo, de Jones (1984), *Essays in design*. Jones (1981) ha realizado una descripción especialmente acertada de la Revolución de las ruedas de los carros: ¿quién sabía que están ahuecadas o ensanchadas hacia arriba, de forma que los bordes son más anchos que el centro? ¿Quién sabía que las carretas no funcionan igual de bien si las ruedas no tienen ese ensanchamiento? Esa mejora fue resultado de un proceso natural de diseño para subir cuestras.

Todas las obras de Alexander describen este proceso de evolución, y sus libros sobre el

diseño arquitectónico son muy influyentes. Además del ya mencionado, véase *The timeless way of building* (Alexander, 1979) y *A pattern language: Towns, buildings, construction*, por Alexander, Ishikawa y Silverstein (1977). Me parecen libros fascinantes para ojear, frustrantes para leer y difíciles de llevar a la práctica, pero sus descripciones de la estructura de las casas y las aldeas son magníficas.

Si quiere uno encontrar esos clásicos del diseño, no hay que olvidar el de Simón (1981) *The sciences of the artificial*.

³ Editorial del *New York Daily Tribune* de aproximadamente 1890, citado en G.C. Mares (1909), *The history of the typewriter, successor to the pen: An illustrated account of the origin, rise, and development of the writing machine*, frontispicio.

¹ El relato tiene sentido, pero la disposición de las teclas no encaja totalmente con el relato. Es verdad que la *i* y la *e* van juntas con mucha frecuencia en inglés, pero, ¿qué decir de otros apareamientos frecuentes, como *e* y *r*, o *i*, *n*, *g*? Y parece un tanto sopechoso que las letras correspondientes a la palabra *typewriter* (= máquina de escribir en inglés, N. del T.) figuren todas en la fila de arriba; parece que también intervinieron otras presiones. Casi todos los países del mundo utilizan un teclado parecido al «qwerty». Existen diferencias: por ejemplo, los franceses sustituyeron la *q* y la *w* por la *a* y la *z*, con lo cual se convirtió en «azerty», pero es notable los escasos que son los cambios. Sin embargo, cada idioma tiene pautas muy diferentes de uso de las letras, de forma que un teclado basado en el inglés no tendría en principio por qué funcionar bien en otros idiomas.

¹ La explicación del «duelo» se expone en el libro de Beeching (1974) *Century of the typewriter* (págs. 40 y 41).

⁶ Fisher y yo estudiamos varias distribuciones de teclados. Pensábamos que unos teclados organizados alfabéticamente serían superiores para los principiantes. No, no lo eran: descubrimos que el conocimiento del alfabeto no servía de nada para encontrar las teclas. Nuestros estudios de los teclados alfabético y de Dvorak se publicaron en la revista *Human Factors* (Norman y Fisher, 1982).

¹ Los admiradores del teclado Dvorak afirman que con él se consigue una mejora de más de un 10 por 100, además de unos ritmos más rápidos de aprendizaje y menos cansancio. Pero yo mantengo mis estudios y mis afirmaciones. Si el lector quiere seguir estudiando el tema, comprendido un estudio que merece la pena de la historia de la máquina de escribir, véase el libro *Cognitive aspects of skilled typewriting*, compilado por Cooper (1983), que contiene varios capítulos sobre investigaciones realizadas en mi laboratorio.

⁸ El psicólogo israelí Daniel Gopher ha creado un teclado muy inteligente para una sola mano tanto para el alfabeto latino como para el hebreo. Afirma que ha obtenido un gran éxito con el uso del teclado de acordes hebreo cuando lo emplean pilotos que tienen que introducir datos en su ordenador de vuelo con una mano mientras conducen el avión con la otra (Gopher, Karis y Koenig, 1985; Gopher y Raij, en prensa).

⁹ *Wall Street Journal*, 9 de diciembre de 1986. Reimpreso con autorización del *Wall Street Journal*® Dow Jones & Co., Inc., 1986. Todos los derechos reservados.

¹⁰ Sommer (1983), *Social designed: Creating buildings with people in mind* (pág. 126).

" Sommer (1983, págs. 128 y 129).

«Un momento», podrían decirme, «¿Qué tiene que ver el diseño de la cafetería con el Centro de Diseño? Ese no es el objetivo del Centro. Se ha salido usted del tema». No

lo creo. La falta de preocupación por el usuario del Centro refleja la actitud del Centro como un todo. Los objetos que se exponen son de buen gusto y gratos a la vista. Hacen hincapié en las calidades artísticas y la facilidad de manufactura. Efectivamente, esas cualidades son importantes, pero no suficientes. La cafetería era estéticamente agradable pero funcionalmente inadecuada. ¿Cuántos de los objetos expuestos compartían esas características? No es irrazonable esperar del Centro que muestre cómo se puede aplicar el diseño a todas las dimensiones pertinentes.

¹³ *Los Angeles Times*, 1 de junio de 1987.

¹⁴ Actualmente, casi todos los diseñadores trabajan en equipo. Sin embargo, siguen siendo aplicables los comentarios que hago sobre «el diseñador». De hecho, cuanto mejor es el trabajo en equipo, más tienden los miembros a compartir modos comunes de pensar y conjuntos comunes de enfoques, y en consecuencia a caer presa de los mismos problemas simultáneamente.

¹⁵ Mike King, diseñador de una compañía de teléfonos, en un comentario a un borrador anterior de PSICO.

¹⁶ Dan Roscnberg, ingeniero de diseño, en un comentario a un borrador anterior de PSICO.

¹⁷ Richard W. Pew, autoridad en factores humanos y diseño industrial (comunicación personal, 1985).

¹⁸ El programador se enfrenta con algunos problemas técnicos. Incumbe a cada programador elaborar un sistema adecuado de representación de los actos que se han de realizar, averiguar qué es posible y después descubrir qué ha ocurrido: utilizar juiciosamente la retroalimentación, la interpretación inteligente. Debe existir un diálogo natural, una interacción cómoda entre el ordenador y el usuario, de modo que ambas partes cooperan para llegar a la solución deseada. Todo esto constituye una carga demasiado pesada para imponérsela a los distintos programadores. Después de todo, no es probable que la persona especializada en una esfera de problemas o en programación también esté especializada en la psicología de la interacción entre el ser humano y el ordenador. La situación no mejorará hasta que existan mejores bloques de instrumentos que faciliten al usuario hacer bien las cosas. A esos bloques se los llama «cajas de herramienta», «bancos de trabajo», «herramientas rápidas de prototipo» y «sistemas de administración de interfaz con el usuario», y ya están empezando a salir al mercado.

Ya existen obras acerca de cómo hacer bien las cosas. Un buen punto de partida es el libro de Baecker y Buxton (1987) *Readings in human-computer interaction*; el texto de Schneiderman, *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction* (1987); y mi propio *User centered system design* (Norman y Draper, 1986). El libro de Card, Moran y Newell, *The psychology of human computer interaction* (1983) aporta un punto de partida hacia un conjunto de herramientas de diseño por ordenador; también es el más técnico. Respecto de las obras más recientes, véanse las actas de las conferencias anuales patrocinadas por el Grupo de Interés Especial en la Interacción Ordenadores—Seres Humanos, Subgrupo de la Asociación de Maquinaria de Cómputo. En diversos lugares de los Estados Unidos y de toda Europa se celebran series de conferencias internacionales. Sin duda, es imposible que los fabricantes de ordenadores desconozcan todas esas actividades—

Efectivamente, Xerox introdujo innovaciones considerables en la capacidad de utili-

zación de sistemas de ordenadores, pero muchas de las ideas básicas se originaron en otra parte. Existe un largo historial de investigaciones sobre el tema. Hacía ya muchos años que se utilizaban lápices luminosos como dispositivo de indicación. Doug Engelbart inventó el «ratón» en su proyecto sobre el razonamiento humano ampliado, en el Instituto de Investigaciones de Stanford. No está claro dónde se empezó a hacer hincapié en los aspectos gráficos, pero los programas de diseño con ayuda de computadoras ya habían explotado la idea. Las ventanas pueden tener diversos orígenes, pero por lo general se atribuyen a Alan Kay, que entonces estaba en Xerox (y ahora está en Apple).

²⁰ Smith, Irby, Kimball, Verplank y Harslem (1982) *Designing the star user interface*.

²¹ La comprensión de estos modos diferentes de interacción ha ido evolucionando lentamente; sigue siendo un tema de investigación activa. Ben Schneiderman (1974, 1983, 1987) inventó el término de «manipulación directa» y ha contribuido mucho a promover su uso. Fue Brenda Laurel quien elaboró la distinción entre interacciones en primera persona y en tercera persona y el concepto de compromiso directo cuando trabajaba en Atari, que entonces era una importante productora de juegos electrónicos. Los juegos electrónicos constituyen una forma moderna de experiencia dramática. Hay una gran diversidad de juegos, desde los que se centran en las emociones y en las aptitudes motoras hasta los que se centran en el intelecto. La mayor parte de los juegos, sean electrónicos o no, aportan esa sensación de participación directa, de interacción en primera persona con el medio. También es posible percibir sensaciones parecidas de quedar capturado, de trabajar directamente en la tarea, cuando se realizan otras actividades. Véase al capítulo de Laurel (1986) titulado «Interface as mimesis». Véase asimismo el capítulo sobre interfaces de manipulación directa en Hutchins, Hollan y Norman (1986).

²² Las ideas de esta sección se elaboraron conjuntamente con Jim Miller, de Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), de Austin, Texas, que es el consorcio estadounidense de investigación para el desarrollo de futuras tecnologías para ordenadores.

CAPITULO 7: El Diseño centrado en el usuario

¹ Lynch (1972), *What time is this place?* (págs. 66 y 67).

² Véase un estudio excelente de la sobreautomatización en la monografía de Weiner y Curry (1980), «Flight-deck automation: Promises and problems».

³ Tengo suficientes amigos en comisiones nacionales e internacionales de normas como para comprender que el proceso de determinar una norma aceptada internacionalmente es laborioso. Incluso cuando todas las partes están de acuerdo en las ventajas de la normalización, la tarea de seleccionar normas se convierte en una cuestión lenta y política. Una pequeña empresa o un solo diseñador pueden normalizar productos sin demasiadas dificultades, pero es mucho más difícil que un órgano industrial, nacional o internacional se ponga de acuerdo sobre normas. Incluso existe un procedimiento normalizado para establecer normas nacionales e internacionales. Hay toda una serie de organizaciones nacionales e internacionales que trabajan en la cuestión de las normas; cuando se propone una norma nueva, tiene que ir avanzando a lo largo de la jerarquía de organizaciones. Cada

fase es compleja, pues si existen tres formas de hacer algo, seguro que hay decididos partidarios de cada una de las tres formas, más otros que aducirán que es demasiado temprano para normalizar. Cada propuesta se debate en la reunión en la que se expone y después se devuelve a la organización que la patrocina —que a veces es una empresa y otras un colegio profesional—, donde se recogen las objeciones y las contraobjeciones. Después, la comisión de normas vuelve a reunirse para discutir las objeciones. Y así una vez tras otra, tras otra. Cualquier empresa que ya esté comercializando un producto que satisfaga la norma propuesta tendrá una enorme ventaja económica, y en consecuencia, a menudo los debates se ven tan afectados por la economía y la política de las cuestiones como por su fondo técnico real. Es casi seguro que el proceso durará cinco años, y a menudo más.

La norma consiguiente suele constituir un intermedio entre las diversas opiniones enfrentadas, y muchas veces aporta una solución inferior. A veces, la respuesta consiste en aceptar varias normas incompatibles. Un ejemplo de ello es la existencia de unidades tanto métricas como anglosajonas; de automóviles con el volante a la izquierda o a la derecha; de tres tipos diferentes de televisión en color, todos ellos incompatibles entre sí. Existen normas internacionales diversas respecto de los voltajes y la frecuencia de la electricidad y varios tipos de enchufes eléctricos que no se pueden intercambiar-

De hecho, mi descripción de cómo se logra establecer normas corresponde más al deseo que a la realidad. Uno de mis colegas, Jonathan Grudin, que ha trabajado en normas nacionales e internacionales para el diseño de puntos de trabajo de ordenadores, hizo el siguiente comentario sobre lo dicho por mí:

Dices que la elaboración de normas «debe avanzar a lo largo de la jerarquía de organizaciones», pero de hecho, cuando cada vez se tiende más a la norma internacional, es un procedimiento mucho más reiterativo, al menos en el foro ANSI-ISO (ANSÍ es el Instituto Nacional Estadounidense de Normas: las normas llevan nombres como ANSC X₃ V, donde la I de Instituto se sustituye por una C por Comisión. La ISO es la Organización Internacional de Normalización). Lo que pasa es que alguien formula una propuesta o partes de una propuesta, que se debate rápidamente en la reunión nacional y después se lleva a la siguiente reunión internacional. Allí se debate mucho más a fondo, a menudo se vuelve a redactar o se amplía, y lo más habitual es que en la siguiente reunión internacional se trabaje verdaderamente con ella, lo cual constituye el primer insumo de los diversos grupos de trabajo nacionales. Después, vuelve otra vez a los grupos nacionales, mientras el patrocinador inicial suele lanzar alaridos de dolor al ver lo que han hecho con su criatura. Después, el proceso pasa por muchas repeticiones; si se trata de una norma que es realmente importante, puede pasar por otros procesos, como mínimo, una docena o más de veces a lo largo de varios años.

Por lo general, la transacción entre los enfoques existentes no es *resultado* del proceso de normalización, sino un objetivo inicial de los creadores. La forma llena de tacto con que expones el proceso hace que éste parezca algo más científico y menos político de lo que es en realidad, aunque no tengo nada que objetar. Por otra parte, no cabe duda de que los elaboradores de normas están totalmente convencidos de que están produciendo una solución intermedia que es *superior*, y no inferior, a cualquiera de las contribuciones a la norma, y tienen plena conciencia del problema del *caballo-diseñado-por-un-comité*. No he estudiado

suficientes casos como para estar convencido de que se equivocan. Yo diría que a **menudo** podrían tener razón.

¹ Uno de los motivos de que el ordenador Apple Machintosh sea una máquina tan utilizabl^e es que Apple impuso un juego de procedimientos normalizados a toda la gente que escribía programas para la Machintosh. Esos procedimientos regían el aspecto y el estilo del interfaz, y especialmente la forma en que podía modificarse la información, la manera en que se utilizaban los menús, la forma en que se exhibía la información, el frecuente empleo del «ratón», la capacidad para «deshacer» el acto inmediatamente anterior si lo deseaba el usuario, y el formato para trabajar con el texto, trabajar con ventanas, exhibir las opciones, recurrir a los archivos y saber si se había cometido un error. El resultado es que una vez aprendidos los principios básicos, son trasladables a la mayor parte de los programas disponibles para el sistema. Si pudiéramos ampliar un espíritu análogo de normalización a las máquinas de todos los fabricantes de todo el mundo, habríamos avanzado mucho en cuanto a la capacidad de uso.

⁵ Pregunta sobre correo entre ordenadores que me envió mi estudiante Dina Kurktchi. Es la pregunta exacta.

⁶ La empresa era FTL games. Los estudiantes eran Dennis Walker, Rod Harthley, Steve Parker y Joey Garon. Tom Malone (1971) había hecho antes un estudio sobre juegos en el cual se examinaba cómo elaborar programas educativos que fueran interesantes para los estudiantes y al mismo tiempo tuvieran valor educativo.

⁷ Estudio realizado por Henry Strub, de la Universidad de California, San **Diego**.

⁸ P. Ceruzzi (1986), *An unforescen revolution: Computen and expeclations, 1935-1985*.

⁹ Es imposible definir el hipertexto; hay que experimentarlo. Trataré de comunicar cómo sería. Esta nota es una especie de hipertexto, pues constituye un comentario al texto en sí. Eso es lo que significa el prefijo «hiper» del nombre. Un texto de nivel más alto que constituye un comentario y una ampliación del texto principal, y que deja al lector libertad para explorar o hacer caso omiso del material, según le dicten sus intereses.

El hipertexto exige un ordenador con una pantalla de alta resolución, un buen sistema gráfico, un dispositivo para apuntar y una enorme cantidad de memoria. Hasta ahora, la tecnología no podía hacer que esos sistemas fueran económicos. En el momento en que se redactan estas líneas, sólo existen unos cuantos sistemas de hipertexto, pero se habla de que va a haber muchos. De hecho, al ir de laboratorio de investigación en laboratorio de investigación por todo el país, parece que todo el mundo habla de hacer un sistema de hipertexto, pero del dicho al hecho hay mucho trecho.

El hipertexto lo inventó Ted Nelson, aunque probablemente la idea básica se halle en el artículo profético de Vannevar Bush en el *Atlantic Monthly* titulado «As we may think» (Como podríamos pensar) (1945). Los libros de Nelson son ejemplos muy buenos de lo mucho que se puede uno aproximar al hipertexto sin utilizar un ordenador. Esos libros son al mismo tiempo entretenidos y perceptivos (véase, por ejemplo, Nelson, 1971).

¹⁰ Probablemente algunos de los lectores ya saben todo lo que hay que saber acerca del hipertexto y desearían que siguiera adelante; quizá desearían saber sencillamente si estoy en pro o en contra. Otros quizá no hayan oído hablar nunca del concepto y quizá necesiten más descripciones de las que puedo aportar. ¿Cómo vamos a lograr satisfacer a todos? ¡Viva el hipertexto! (Ahora, necesitaría una nota a pie de página a esta nota, pero eso no está

permitido, me dice mi editor. De forma que paso a un texto con letra diferente).

No voy a decir si estoy en pro o en contra. De hecho, es porque ambas cosas son ciertas. Es un concepto verdaderamente intrigante. Pero no creo que pueda funcionar con la mayor parte de las cosas. Quizá valga para una enciclopedia, o un diccionario, o un manual de instrucciones. Pero no para un texto o una novela. Basta con imaginar una novela policiaca en hipertexto. Bueno, quizá fuera muy interesante.

" Pero estas notas son una lata. Si se ponen al pie de la página, distraen la atención. Si se colocan al final del texto, como ocurre en este libro, resultan difíciles de utilizar. Sería mucho más agradable que pudiera uno tocar la palabra donde está la nota y hacer que se convirtiera inmediatamente en una nota; naturalmente, a un lado de la página, donde no molestaría. ¡Ah, sí, hipertexto!

¹² D. Bulkeley (1987), «The "smartest house in America"», *üesign News*, 43, 56 a 61.

¹³ El pequeño disco compacto que se utiliza actualmente para grabaciones en audio puede contener medio gigabit de información, y el término gigabit es el técnico que corresponde a mil millones de caracteres (10^9). No cabe duda de que en los próximos años este número va a aumentar, y los discos de mayor tamaño ya contienen mucha más información.

¹⁴ Un estudio excelente de cómo el diseño alécta a la sociedad y se ve afectado por ella es el que figura en el libro de Adrián Forty *Objects of desire* (1986). Quien ha hecho una evaluación más completa de la vacuidad de la revolución arquitectónica ha sido Tom Wolfe (1981), en su libro *From Bauhaus to our house*, y de forma más erudita Peter Blake (1977) en *Form follows fiasco: Why modern architecture hasn't worked*.

SUGERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Durante mis investigaciones sobre el diseño he encontrado varias obras que son pertinentes. En esta sección comento las que he considerado más valiosas, especialmente para los lectores que deseen continuar sus investigaciones de la psicología de los objetos cotidianos y el proceso de diseño. Me concentro fundamentalmente en el diseño, y en especial en las obras que a mi juicio no han recibido suficiente mención en los capítulos de PSICO. Esta lista no es exhaustiva, sino que más bien incluye los libros que he considerado más útiles y que recomiendo más decididamente que lean otros.

Objetos cotidianos

Hay dos libros fascinantes que no tratan del diseño, sino más bien de las estructuras de la vida cotidiana: estructuras que, en gran medida determinan por qué se diseñan las cosas. Uno de los libros, el de Braudcl (1981) *¿as estructuras de la vida cotidiana*, trata de la evolución de la civilización y el capitalismo en los siglos XV a XVIII y en el se esbozan las consecuencias para la gente corriente de la evolución rápida de la agricultura, los hábitos gastronómicos, el vestuario, la vivienda y la moda,

además de la difusión general del desarrollo tecnológico en materia de energía, metalurgia y transportes (se trata del volumen I del libro en tres volúmenes. *Civilización y capitalismo*. Muy recomendable como estudio magistral para las personas interesadas en esas cosas). El otro libro es el de Panati (1987) *Extraordinary origins of everyday things*, que trata de los orígenes de muchos de nuestros objetos, hábitos y costumbres populares. Panati incluye excelentes secciones de referencias y sugerencias de lecturas. El libro de Braudel es un estudio erudito (pero bien escrito), sistemático y coherente del auge de la civilización moderna, de este notable historiador francés. El de Panati es un estudio popular formado por centenares de ensayos cortos y separados, cada uno de los cuales trata de un tema diferente, comprendida la evolución de las vajillas, los modales a la mesa, los cuartos de baño y supersticiones y costumbres cotidianas.

Diseño arquitectónico

La arquitectura desempeña un papel destacado en el diseño, debido en parte a que sus múltiples escuelas aportan un lugar natural para el estudio del diseño, y en parte debido a que los arquitectos utilizan de forma tan deliberada la construcción de casas y grandes edificios como manifestaciones de diseño. Es probable que la Bauhaus alemana fuera el origen de los extremos modernos, pero la atención al diseño había empezado mucho antes. El estudio más atractivo de los excesos de la arquitectura moderna es el de Tom Wolfe (1981), *From Bauhaus to our house*. El de Blake (1977) *Form follows fiasco: Why modern architecture has't worked*, es algo más erudito, pero muy legible. Evidentemente, es enorme la cantidad de libros sobre arquitectura y no está bien citar simplemente dos críticas. Sin embargo, eso es lo que voy a hacer, dado especialmente que mi libro no es sobre arquitectura. Los otros arquitectos cuya obra ha influido en mí no son constructores, son pensadores y diseñadores, en particular Alexander y sus colegas de la Universidad de California en Berkeley (véase Alexander, 1964, 1979; Alexander, Ishikawa y Silverstein, 1977).

Diseño industria

Los libros clásicos sobre diseño industrial son el de Dreyfuss *Designing for people* (1951) y el de Loewy *Never leave well enough alone* (1951), aunque no puedo afirmar que me hayan influido mucho. Libros mucho más importantes fueron el de Caplan (1982), *By design: Why there are no locks on the bathroom doors in Hotel Louis XIV and other object lessons*; el de Lynch (1960), *The image of the city*; y el de Lynch (1972), *What time is this place?*

Existen varias historias buenas del diseño. He considerado especialmente útil la de Forty (1986). *Objects of desire: Design and society from Wedgewood to IBM*. La de Rybczynski (1986) *La casa: breve historia de una idea* (Nerea, 1989) que aporta un resumen excelente y atractivo del diseño de las casas y los muebles. Si alguien cree que la comodidad podría ser pertinente para el diseño de los muebles, es que es un ingenuo; que lea el libro de Rybczynski para informarse. La comodidad, al igual que la capacidad de uso, no será un factor de diseño salvo que los compradores la exijan y sólo entonces.

En el texto he señalado la utilidad de los diversos libros de Jones sobre la teoría y los métodos del diseño, especialmente los problemas de pasar de las especificaciones iniciales a la realización (Jones, 1970, 1981, 1984).

Papanek ha sido un importante crítico del diseño industrial moderno, y ha manifestado especial desprecio por la insistencia en cometer excesos frívolos, por culpa de los cuales los productos resultan caros, mal concebidos y funcionan mal. Sus propios diseños hacen hincapié en la baratura, la resistencia y la facilidad de construcción (especialmente para las economías del Tercer Mundo), todos los cuales son atributos útiles e importantes, pero no forzosamente pertinentes para la capacidad de uso de los diseños (véase Papanek, 1971, y Papanek y Hennessey, 1977). Los perspicaces argumentos de Illich en pro de «herramientas amables» ayudan a definir la teoría que se propugna en PSICO (véase su libro *Tools for conviviality* (1973)).

Una buena forma de averiguar qué es lo que importa al mundo del diseño es leer las revistas de diseño industrial. En los Estados Unidos la revista pertinente es *ID*, «Revista de Diseño Internacional». Es una revista fascinante, con un diseño inteligente e innovador. Pero no he apreciado que les interese mucho hacer diseños útiles, funcionales o compren-

sibles. Los profesionales leen *Innovation*, revista del Colegio de Diseñadores Industriales de los Estados Unidos.

Cuestiones generales de diseño

El libro de Petroski (1985) *To engineer is human: The role of failure in successful design* constituye un excelente análisis de la función de los fallos en el progreso del diseño industrial y civil y demuestra cómo, por ejemplo, cada derrumbamiento de un puente hace adelantar la profesión del diseño, aunque únicamente si se hace un estudio detallado de los motivos del derrumbamiento y se señalan a los demás diseñadores las lecciones aprendidas; es un libro realmente magnífico. Perrow (1984) ha escrito un libro importantísimo *Normal accidents*, en el cual contempla la estructura de grandes sistemas (como plataformas de perforación de petróleo, centrales de energía nuclear y buques para la navegación de altura) y demuestra que la combinación de complejidad y «acomplamiento hermético» hace que esos sistemas sean muy susceptibles a fallos catastróficos. El libro constituye una lectura esencial para todas las personas que intervienen en el diseño y el funcionamiento de centrales y sistemas de grandes dimensiones.

Al lector no le debe sorprender si le digo que a mi juicio se pueden hallar tres ensayos excelentes sobre el modelo de función aportado por la arquitectura, así como sobre la importancia de los factores sociales, en los capítulos de Bannon, Brown y Hooper de mi obra *User centered system design*. Un excelente estudio de los aspectos sociales del diseño es el que hace Sommer (1983) en su *Social design: Creating Buildings with people in mind* (que cito mucho en el capítulo 6).

Mi trabajo ha estado muy influido por Simón, especialmente por sus ideas expuestas en *The sciences of the artificial* (1981), que, entre otras cosas, señaló que gran parte de la complejidad de nuestro comportamiento refleja la complejidad del mundo, no de nuestros procesos de pensamiento. En parte, yo complemento ese argumento, al aducir que gracias al diseño se puede simplificar el mundo. Una segunda idea conexa fue la introducción por Simón del concepto de «satisfactorio», para lo cual adujo que no examinamos forzosamente todas las opciones a nuestra disposición y escogemos la óptima, sino que más bien tendemos a reducir al mínimo el esfuerzo mental y adoptamos la primera que parece satisfactoria.

Naturalmente, los ordenadores desempeñan un papel cada vez más importante en el diseño moderno, tanto como herramientas para el proceso de diseño como en calidad de objetos del diseño. Smith, Irby, Kimball, Verplank y Harslem (1982) hacen una descripción excelente del diseño de un sistema de ordenador (la Xerox Star) que hacía mucho hincapié en la capacidad de uso y en la comprensibilidad: recomiendo su lectura a las personas interesadas en sistemas de ordenadores (la Star no fue un éxito comercial, pero otras versiones ulteriores han tenido más éxito; la Apple Computer Corporation adoptó los principios y las teorías de ese diseño, lo cual explica el éxito de la Macintosh). Ted Nelson (1981) hace una descripción atractiva del posible futuro de las máquinas en *Literary machines* (y otros volúmenes). Hay comentarios esclarecedores de la importancia del contexto social en el que se utilizan las herramientas en dos estudios nuevos e importantes: Winograd y Flores (1986), *Understanding computers and cognition: A new foundation for design*; y Suchman (1987) *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, C. (1964). *Notes on the synthesis of form*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Alexander, C. (1979). *The timeless way of building*. Nueva York: Oxford University Press.
- Alexander, C, Ishikawa, S. y Silverstein, M. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, construction*. Nueva York: Oxford University Press.
- Alexander, G. J. y Lunenfeld, H. (1984). A user's guide to positive guidance in highway control. En R. Easterby & H. Zwaga (comps.), *Information design: The design and evaluation of signs and printed material*. Chichester, **Inglaterra: Wiley**.
- Baeker, R. y Buxton, W. (1978). *Readings in human-computer interaction*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Bannon, L.J. (1986). Issues in design. En D. A. Norman y S. W. Draper (Eds.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Beeching, W. A. (1974). *Century of the typewriter*. Nueva York. St. Martin's Press.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, págs. 115-147.
- Blake, P. (1977). *Form follows fiasco: Why modern architecture hasn't worked*. Boston: Little, Brown.
- Braudel, F. (1981). *Civilization and capitalism: ¿5th-18th century: Vol. I. The structures of everyday life*. William Collins Sons. New York: Harper & Row. Paperback edition, London: Fontana Paperbacks. (Madrid, Alianza)

- Brown, J. S. (1986). From cognitive to social ergonomics and beyond. In D. A. Norman & S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Bulkley, D. (1987, October 19). The «smartest house in America». *Design News*, págs. 56-61.
- Bush, V. (1945, July). As we may think. *Atlantic Monthly*, págs. 101-108.
- Caplan, R. (1982). *By design. Why there are no locks on the bathroom doors in Hotel Louis XIV and other object lessons*. Nueva York: St. Martin's Press. Edición en rústica, McGraw-Hill (1984).
- Card, S., Moran, T. y Newell, A. (1983). *The Psychology of human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Carelman, J. (1984). *Catalog d'Objets Introuvables*. Paris: Andre Balland. (La 1.ª ed. data de 1969).
- Ceruzzi, P. (1986). An unforeseen revolution: Computers and expectations, 1935-1985, en J. P. Corn (comp.). *Imagining tomorrow: History, technology, and the American future*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chase, W. y Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, págs. 55-81.
- Cooper, J. K. (Ed.). (1983). *Cognitive aspects of skilled typewriting*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Cypher, A. (1986). The structure of user's activities. En D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Dreyfuss, H. (1951). *Designing for people*. Nueva York: Simon & Schuster.
- Junta Neerlandesa de Investigaciones sobre Accidentes Aéreos. (1979). *Verdict of aircraft accident inquiry board regarding the accident at Los Rodeos Airport, Tenerife (Spain)*. La Haya.
- Fischhoff, B. (1975). Hindsight # foresight: The effect of outcome knowledge on judgment under uncertainty. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, págs. 288-299.
- Fischhoff, B., Lichtenstein, S., Slovic, P., Derby, S. y Keeny, R. (Eds.). (1981). *Acceptable risk*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Fisher, D. y Bragonic, R., Jr. (1981). *What's what: A visual glossary of the physical world*. Maplcwood, NJ: Hammond.
- Forty, A. (1986). *Objects of desire: Design and society from Wedgewood to IBM*. Nueva York: Pantheon Books.
- Gaver, W. W. (1986). Auditory icons: Using sound in computer interfaces. *Human Computer Interaction*, 2, págs. 167-177.
- Gaver, W. W. (en prensa). Listening to computers. Paper presented at the ACM SIGCHI Workshop on Mixed Modes of Interaction, Dec. págs. 15-17, 1986.

- Key West, Florida. Se publicará en un libro de monografías presentadas en la conferencia.
- Gentner, D. y Stevens, A. (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. En R. E. Shaw y J. Bransford (Eds.), *Perceiving, acting, and knowing*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Goffman, E. (1974). *Frame analysis*. Nueva York: Harper & Row.
- Gopher, D., Karis, D. y Koenig, W. (1985). The representation of movement schemas in long-term memory: Lessons from the acquisition of a transcription skill. *Acta Psychologica*, 60, págs. 105-134.
- Gopher, D. y Raij, I), (en prensa). Typing with a two hand chord keyboard: Will the QWERTY become obsolete? *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*.
- Gould, J. D., Boies, S. J., Levy, S., Richard, J. T. y Schoonard, J. (1987). The 1984 Olympic message system: A test of behavioral principles of system design. *Communications of the ACM*, 30, págs. 758-769.
- Hersh, S. M. (1986). *The target is destroyed*. Nueva York: Random House.
- Hooper, K. (1986). Architectural design: An analogy, en D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Hurst, R. (Eds.). (1976). *Pilot error: A professional study of contributory factors*. Londres: Granada.
- Hurst, R. y Hurst, L. (comps.). (1982). *Pilot error: The human factors*. Londres: Granada, (publ. también en Nueva York: Jason Aronson.)
- Hutchins, E., Hollan, J. D. y Norman, D. A. (1986). Direct manipulation interfaces, en D. A. Norman & S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Illich, I. (1973). *Tools for conviviality*. Nueva York: Harper & Row.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, (publ. también en Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.)
- Jones, J. C. (1970). *Design methods: Seeds of human futures*. Nueva York: Wiley.
- Jones, J. C. (1981). *Design methods: Seeds of human futures* (1980 ed., with a review of new topics). Nueva York: Wiley.
- Jones, J. C. (1984). *Essays in design*. Nueva York: Wiley.
- Kahneman, D. y Miller, D. T. (1986). Norm theory: Comparing reality to its alternatives. *Psychological Review*, 93, págs. 136-153.
- Kempton, W. (1986). Two theories of home heat control. *Cognitive Science*, 10, págs. 75-90.
- Kinner, J. (1984). The practical and graphic problem of road sign design. En

- R. Easterby & Zwaga (comps.), *Information design: The design and evaluation of signs and printed material*. Chichester, England: Wiley.
- Landauer, T. K. (1986). How much do people remember? Some estimates of the quantity of learned information in long-term memory. *Cognitive Science*, 10, págs. 477-493.
- Laurel, B. (1986). Interface as mimesis, en D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system design. New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Lewis, C. y Norman, D. A. (1986). Designing for error, en D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Lindsay, P. H. y Norman, D. A. (1977). *Human information processing* (2.* ed.). Nueva York: Academic Press. (Ed. actual San Diego: Harcourt Brace Jovanovich.)
- Loewy, R. (1950). *Never leave well enough alone*. Nueva York: Simon & Schuster.
- Lord, A. B. (1960). *The singer of tales*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lynch, K. (1972). *What time is this place?* Cambridge, MA: MIT Press.
- Malone, T. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 4, págs. 333-369.
- Malone, T. W. (1983). How do people organize their desks: Implications for designing office automation systems. *ACM Transactions on Office Automation Systems*, 1, págs. 99-112.
- Mares, G. C. (1090). *The history of the typewriter, successor to the pen: An illustrated account of the origin, rise, and development of the writing machine*. Londres: Guilbert Putnam. Reimpreso por Post-era Books, Arcadia, CA, 1985.
- Mayall, W. H. (1979). *Principles in design*. Londres. Design Council.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E. y el Grupo de Investigación PDP. (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*. Vol. 2: *Psychological and biological models*. Cambridge, MA: MIT Press.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248 (4), págs. 122-130.
- Miller, G. A., Galanter, E. y Pribram, K. (1960). *Plans and the structure of behavior*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de España. (1978). *Report of collision between PAA B-747 and KLM B-7747 at Tenerife, March 27, 1977*. Se cita esta traducción, publicada en *Aviation Week and Space Technology*, 20 y 27 de noviembre de 1978.
- Miyake, N. (1986). Constructive interaction. *Cognitive Science*, 10, págs. 151-177.
- Miyata, Y. y Norman, D. A. (1986). Psychological issues in support of multiple activities, en D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system de-*

- sign: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- National Transportation Safety Board. (1982). *Aircraft accident report: Air Florida, Inc., Boeing 737-333, N62AF collision with 14th Street bridge, near Washington National Airport, Washington, D. C. January 13, 1982*. (Report No. NTSB/AAR-82-8). Washington, D. C: National Transportation Safety Board, Bureau of Accident Investigation.
- National Transportation Safety Board. (1984). *Aircraft accident report: Eastern Air Lines, Inc., Lockheed L-1011, N334FA, Miami International Airport, Miami, Florida, May 5, 1983*. (Report No. NTSB/AAR-84-04). Washington, D. C: National Transportation Safety Board, Bureau of Accident Investigation.
- Nelson, T. (1981). *Literary machines*. South Bend, IN: The Distributers (702 South Michigan St., South Bend, IN 46618, [219], págs. 232-8500).
- Nickerson, R. S. y Adams, M.J. (1979). Long-term memory for a common object. *Cognitive Psychology*, 11, págs. 287-307.
- Norman, D. A. (1980, April). Post-Freudian slips. *Psychology Today*.
- Norman, D. A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological Review*, 88, págs. 1-15.
- Norman, D. A. (1982). *Learning and memory*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Norman, D. A. (1983). Design rules based on analyses of human error. *Communications of the ACM*, 4, págs. 254-258.
- Norman, D. A. (1986). Cognitive engineering, en D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Norman, D. A. y Bobrow, D. G. (1979). Descriptions: An intermediate stage in memory retrieval. *Cognitive Psychology*, 11, págs. 107-123.
- Norman, D. A. y Draper, S. W. (comps.). (1986). *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Norman, D. A. y Fisher, D. (1982). Why alphabetic keyboards are not easy to use: Keyboard layout doesn't much matter. *Human Factors*, 24, págs. 509-519.
- Norman, D. A. y Lewis, C. (1986). Designing for error, en D. A. Norman y S. W. Draper (comps.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Panati, C. (1987). *Extraordinary origins of everyday things*. Nueva York: Harper & Row.
- Papanek, V. (1971). *Design for the real world*. Londres: Thames & Hudson. (En 1985 se publicó una 2ª ed-, «totalmente revisada, con ilustraciones»).
- Papanek, V. y Hennessey, J. (1977). *How things don't work*. Nueva York: Pantheon Books.
- Perrow. C. (1984). *Normal accidents*. Nueva York: Basic Books.

- Petroski, Henry. (1985). *To engineer is human: The role of failure in succesful design*. Nueva York: St. Martin's Press.
- Reason, J. T. (1979). Actions not as planned, en G. Underwood y R. Stevens (comps.). *Aspects of consciousness*. Londres: Academic Press.
- Reason, J. T. y Mycieslka, K. (1982). *Absent minded? The psychology of mental lapses and everyday errors*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Roitsch, P. A., Babcock, G. L. y Edmunds, W. W. (sin fecha). *Human factors report on the Tenerife accident*. Washington, D. C: Aire Line Pilots Association.
- Rouse, W. B. y Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100, págs. 349-363.
- Rubin, D. C. y Kontis, T. C. (1983). A schema for common cents. *Memory and Cognition*, 11, págs. 333-341.
- Rubin, D. C. y Wallace, W. T. (1987), *Rhyme and reason: integral properties of words*. Manuscrito inédito.
- Rumclhart, D. E., McClelland, J. L. y el Grupo de Investigación PDP. (1986). *Parallel distributed processing: Exploration in the microstructure of cognition*. Vol. 1: *Foundations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rybczynski, W. (1986). *Home: A short history of an idea*. Nueva York: Viking. (La Losa. Breve historia de una idea. Madrid, Nerea, 1989).
- Sanders, A. F. (1980). Stage analysis of reaction processes. En G. E. Stelmach (comps.). *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North-Holland.
- Schank, R. C. (1982). *Dynamic memory*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Schank, R. C. y Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Scligman, M.E.P. (1975). *Helplessness: On depression, development, and death*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Seminara, J. L., Gonzales, W. R. y Parsons, S. O. (1977, March). *Human factors review of nuclear power plant control room design* (Technical report EPRI NP-309 [Research project 501]). Prepared by Lockheed Missiles & Space Co., Inc. (Sunnyvale, CA) for the Electric Power Research Institute (Palo Alto, CA).
- Shneiderman, B. (1974, February). A computer graphics system for polynomials. *The Mathematics Teacher*, págs. 111-113.
- Shneiderman, B. (1983). Direct manipulation: A step beyond programming languages. *IEEE Computer*, 16 (8), págs. 57-69.
- Shneiderman, B. (1987). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Simon, H. A. (1981). *The sciences of the artificial* (2.' ed.). Cambridge, MA: MIT Press.

- Smith, D. C., Irby, C., Kimball, R., Verplank, W. y Harslem, E. (1982). Designing the Star user interface. *Byte*, 7 (4), págs. 242-282.
- Sommer, R. (1983). *Social design: Creating buildings with people in mind*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Turkle, S. (1984). *The second self: Computer and the human spirit*. Nueva York: Simon & Schuster.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 4, págs. 207-232. Reimpreso en K. Kahneman, P. Slovic, y A. Tversky (comps.). (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Weiner, E. L. (1980). Mid-air collisions: The accidents, the systems and the realpolitik. *Human Factors*, 22, págs. 521-533. Reimpreso en R. Hurst y L. R. Hurst (comps.). (1982). *Pilot error: The human factor*. Nueva York: Jason Aronson.
- Weiner, E. L. (1986). Fallible humans and vulnerable systems: Lessons learned from aviation. Manuscrito inédito. Se publicará en *Information Systems: Failure Analysis*. Proceedings of a NATO Advanced Research Workshop on Failure Analysis of Information Systems.
- Weiner, E. L. y Curry, R. E. (1980). Flight-deck automation: Promises and problems. *Ergonomics*, 23, págs. 995-1011. Reimpreso en R. Hurst y L. R. Hurst (Eds.). (1982). *Pilot error: The human factor*. Nueva York: Jason Aronson.
- White, B. Y. y Horwitz, P. (1987). *Thinker Tools: Enabling children to understand physical laws* (Report No. 6470). Cambridge, MA: BBN Laboratories.
- Winograd, E. y Soloway, R. M. (1986). On forgetting the locations of things stored in special places. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, págs. 366-372.
- Winograd, T. y Flores, F. (1986). *Understanding computer and cognition: A new foundation for design*. Norwood, NJ: Ablex.
- Wolfe, T. (1981). *From Bauhaus to our house*. Nueva York: Washington Square Press (Pocket Books).

ÍNDICE ONOMÁSTICO

Abelson, R., 112, 272
Adams, M. J., 269
Alexander, C., 276, 284
Alexander, G. J., 274, 276
Aristóteles, 55-7

Babcock, G. L., 275
Backer, R., 278
Bannon, L. J., 286
Beeching, W. A., 277
Biederman, I., 27, 267
Blake, P., 282, 284
Bobrow, D. G., 270
Boies, S. J., 268
Bragonier, R., 267
Braudel, F., 283, 284
Brown, J. S., 286
Bulkelcy, D., 282
Bush, V., 281
Buxton, W., 278

Caplan, R., 285
Card, S., 269, 278
Carelman, J., 16, 28, 98

Ceruzzi, P., 281
Claphane, J. O., 177
Cooper, J. K., 277
Curry, R. E., 279
Cypher, A., 271

Chase, W., 272

Derby, S., 275
Draper, S. W., 271, 276, 278
Dreyfuss, H., 285

Edmunds, W. W., 275
Engelbart, P., 279

Fischhoff, B., 275
Fisher, D., 267, 277
Fisher, Diane, 279
Flores, F., 287
Forty, A., 282, 285
Freud, S., 140, 273

Galanter, E., 269
Garon, J., 281

- Gaver, W. W., 50, 132, 272
Gcntncr, D., 271
Gibson, J. J., 267
GoiTman, É., 112, 272
Gopher, D., 277
Gould, J. D., 268
Grudin, J., 269, 280
- Harslem, E., 279, 287
Hartley, R., 281
Hennessey, J., 285
Hersch, S. M., 275
Hollan, J. D., 269, 270, 279
Hooper, K., 286
Horwitz, P., 56, 268
Hurst, L., 275
Hurst, R., 275
Hutchins, E., 269, 270, 279
- Illich, I., 285
Irby, C., 279, 287
Ishikawa, S., 277, 284
- James, W., 138
Johnson, H. F., 188
Johnson-Laird, P. M., 271
Jones, J. C., 276, 285
- Kahneman, D., 273
Karis, D., 277
Kay, A., 279
Keeney, R., 275
Kempton, W., 268
Kimball, R., 279, 287
King, M., 267, 278
Kinner, J., 274
Kocnig, W., 277
Komis, T. C., 269
Kurktchi, D., 281
- Landauer, T. K., 270
Laurel, B., 279
Levy, S., 268
Lewis, C., 276
- Liechtenstein, S., 275
Loewy, R., 285
Lord, A. B., 84, 270
Lunefeld, H., 274
Lynch, K., 242, 279, 285
- MacLean, J., 274
Malone, T. W., 269, 281
Mares, G. C., 276, 277
Mayall, W. H., 267
McClelland, J. L., 273
McCloskey, M., 56, 268
McGurrin, F., 183
Meisler, S., 269
Miller, D. T., 273
Miller, G. A., 268
Miller, J., 279
Miller, J. G., 267
Miyata, Y., 271
Moran, T., 269, 278
Morris, M. M., 271
Mycielska, K., 273
- Nelson, T., 281, 287
Newell, A., 269, 278
Newton, I., 55
Nickerson, R. S., 269
Norman, D. A., 30, 32, 154, 234, 269, 270, 271, 273, 276, 277, 278, 279
- Olsen, K., 15
- Panati, C., 284
Papanck, V., 285
Park, W. B., 231
Parker, S., 281
Patterson, R., 275, 276
Perrow, C., 268, 275, 286
Petroski, H., 286
Pew, R. H., 278
Pribram, K., 269
- Raij, D., 277
Reason, J. T., 273

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| Richards, J. T., 268 | Stevens, A., 271 |
| Ricker, E., 272 | Strub, H., 281 |
| Roitsch, P. A., 275 | Suchman, L., 287 |
| Rosenberg, D., 278 | |
| Rouse, W. B., 271 | Turkle, S., 273 |
| Rubin, D. C., 12, 269, 270 | Tversky, A. D., 273 |
| Rumelhart, D. E., 273 | |
| Rybczynski, W., 285 | Vcrplank, W., 279, 287 |
| | |
| Sanders, A. F., 269 | Walker, D., 281 |
| Shank, R. C., 112, 272 | Wallace, W. T., 270 |
| Schoonard, J., 268 | Wargo, D., 126, 272 |
| Sholes, C. L., 177, 182 | Weiner, E. L., 275, 279 |
| Silverstein, M., 277 | White, B. Y., 56, 268 |
| Simon, H. A., 272, 286 | Winograd, E., 270 |
| Sloan, S., 189 | Winograd, T., 287 |
| Slovic, P., 275 | Wolfe, T., 282, 284 |
| Smith, D. C., 279, 287 | Wozniak, S., 193, 194 |
| Soloway, R. M., 270 | Wright, F. L., 188 |
| Sommer, R., 277, 286 | |

