

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 menú —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.

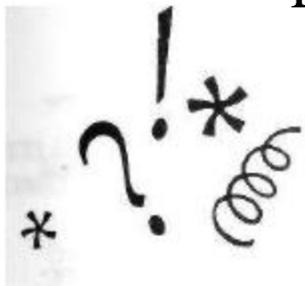
Quizá el mejor ejemplo del ordenador del futuro sea mi calendario perfecto imaginario. Supongamos que me encuentro en casa una tarde, decidiendo si aceptar una invitación para asistir a una conferencia el próximo mes de mayo. Cojo mi agenda y paso a la página correspondiente. Decido que en principio 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 yo 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 concierdo 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.

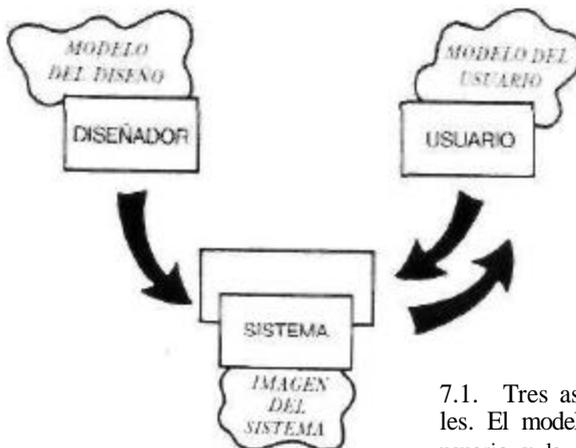
Obsérvese, sin embargo, que cuando un usuario puede internalizar el conocimiento necesario —es decir, metérselo en la cabeza—, el funcionamiento puede ser más rápido y más eficiente. En consecuencia, el diseño no debe obstaculizar la acción, especialmente en lo que respecta a los usuarios muy entrenados 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 (I ornado 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 au-

xiliares 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.

Na 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 automatizados ². 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 exilen (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 Eilcen 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.

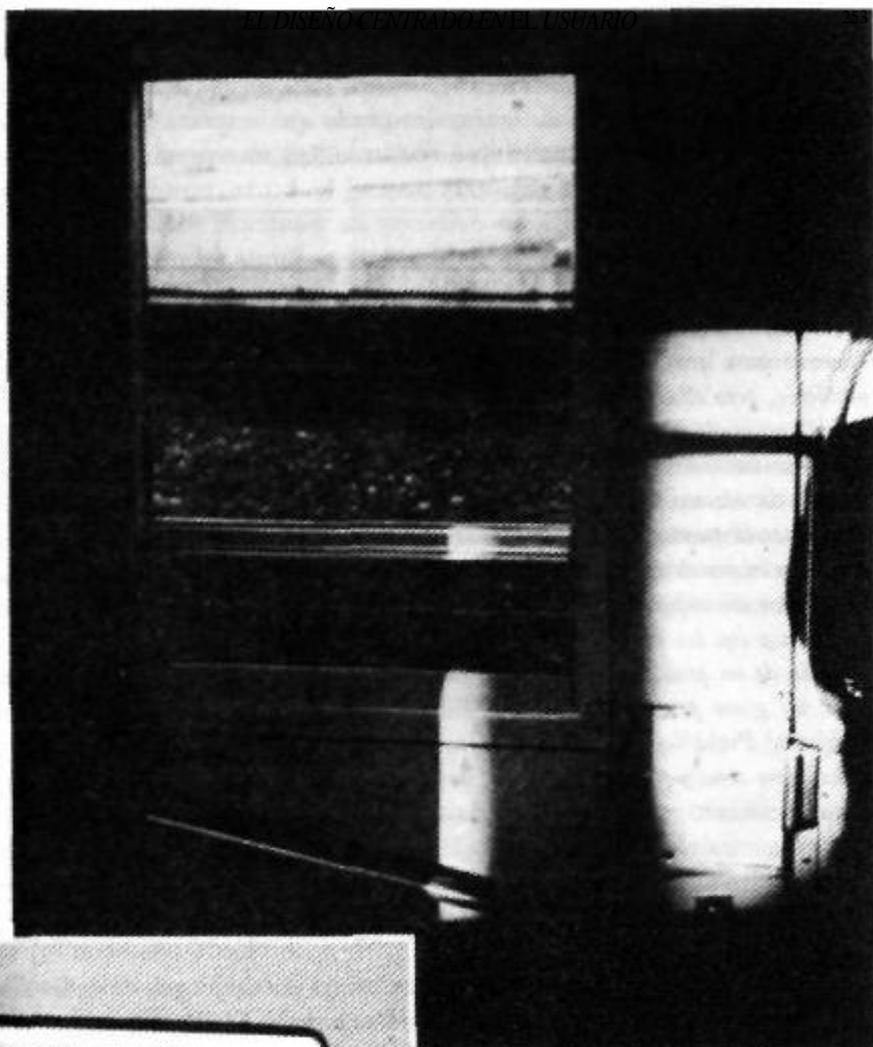
- *No* la puerta de un tren (figura 7.5).

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 a 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 Sociodí

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 información¹³. 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., 1986*. 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 (Quinta 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). Adujamos 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, *Learning and memory* (Norman, 1982).

¹³ Landauer (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 Stevencs (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 las 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 cómputos: 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 Achanck ha escrito a este respecto (en su libro *Dynamik 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 Miyaia 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-Statesman*, 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.

^J 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?

^h 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 contrajejemplos 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 letteros de las principales carreteras nacionales estén bien hechos, muy bien pensados y planeados, los letteros 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 Hersh (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, reimpresso 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 cuestas 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 cuestas.

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.

² 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).

⁷ 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 *Cognoscitive 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 Xs 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 utilizable 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 Hartley, 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 (10⁹). 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 hasn'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 posteriores 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 Raji, 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 2.* 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 successful 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 Mycielska, 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 Lusa. 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.
- Sligman, 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.ª 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
Bulkeley, D., 282
Bush, V., 281
Buxton, W., 278

Caplan, R., 285
Card, S., 269, 278
Carelman, J., 16, 28, 98

Ceruzzi, P., 281
Clephane, 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
Gentner, D., 271
Gibson, J. J., 267
Götsman, 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
Kurtkchi, 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
 Ricker, E., 272
 Roitsch, P. A., 275
 Rosenberg, D., 278
 Rouse, W. B., 271
 Rubin, D. C., 12, 269, 270
 Rumelhart, D. E., 273
 Rybczynski, W., 285
- Sanders, A. F., 269
 Shank, R. C., 112, 272
 Schoonard, J., 268
 Sholes, C. L., 177, 182
 Silverstein, M., 277
 Simon, H. A., 272, 286
 Sloan, S., 189
 Slovic, P., 275
 Smith, D. C., 279, 287
 Soloway, R. M., 270
 Sommer, R., 277, 286
- Stevens, A., 271
 Strub, H., 281
 Suchman, L., 287
- Turkle, S., 273
 Tversky, A. D., 273
- Vcrplank, W., 279, 287
- Walker, D., 281
 Wallace, W. T., 270
 Wargo, D., 126, 272
 Weiner, E. L., 275, 279
 White, B. Y., 56, 268
 Winograd, E., 270
 Winograd, T., 287
 Wolfe, T., 282, 284
 Wozniak, S., 193, 194
 Wright, F. L., 188

