DON NORMAN

DISEÑO

EL DISEÑO DE LAS COSAS COTIDIANAS

Capitán Swing

EL DISEÑO DE LAS COSAS COTIDIANAS

Edición revisada y ampliada

DON NORMAN

Traducción de
Esther Cruz Santaella

Capitán Swing

Prefacio a la edición revisada[1]

La primera edición de este libro, que entonces se tituló *La psicología de los objetos cotidianos* o *PSICO*, empezaba con la siguiente frase: «Este es el libro que siempre quise escribir, salvo que no lo sabía». Hoy sí lo sé, así que me limito a decir: «Este es el libro que siempre quise escribir».

Se trata de un kit básico del buen diseño, concebido para que le resulte disfrutable e instructivo a todo el mundo: gente corriente, profesionales tecnológicos, diseñadores y personas ajenas al diseño. Uno de los objetivos es que los lectores se conviertan en grandes observadores de lo absurdo, de ese mal diseño que da lugar a muchos de los problemas de la vida moderna, y en especial de la tecnología moderna. Al mismo tiempo, los convertirá en observadores del buen diseño, de las distintas maneras que tienen los diseñadores concienzudos de hacernos la vida más fácil y sencilla. En realidad, cuesta mucho más percibir el buen diseño que el malo, en parte porque los buenos diseños se ajustan tan bien a nuestras necesidades que terminan siendo invisibles: nos prestan un servicio sin llamar la atención; el mal diseño, por su parte, exclama a gritos sus deficiencias y se hace notar mucho.

En el camino, expongo en estas páginas los principios fundamentales necesarios para eliminar problemas, para convertir nuestras cosas cotidianas en productos agradables que ofrezcan placer y satisfacción. La combinación de unas buenas capacidades de observación y de unos buenos principios en materia de diseño es una herramienta potente al alcance de cualquiera, incluso de quienes no se dedican profesionalmente al diseño. ¿Por qué? Porque en última instancia todos somos diseñadores, en el sentido de que todos diseñamos de forma deliberada nuestra vida, nuestro dormitorio y nuestra manera de hacer las cosas; sabemos diseñar asimismo métodos alternativos, formas de superar los fallos de dispositivos existentes. Así pues, una

de las finalidades de este libro es devolverle a la gente el control sobre los productos de su vida: enseñarle a seleccionar diseños útiles y entendibles, y a arreglar los que no lo son tanto.

La primera edición de este libro ha tenido una vida larga y sana. El título original cambió enseguida a *El diseño de las cosas cotidianas* o DISCCO, para usar uno menos ingenioso y más descriptivo. DISCCO lo han leído diseñadores y el público en general; se ha incluido en cursos y se ha distribuido en muchas empresas como lectura obligatoria. Actualmente, más de veinte años después de su publicación, sigue siendo un libro popular. Estoy encantado con la recepción que ha tenido y con la cantidad de gente que me escribe para hablarme de él y enviarme ejemplos de diseños irreflexivos e inanes, así como también algunos ejemplos de diseños excelentes. Muchos lectores me han dicho que les ha cambiado la vida, que este libro los ha hecho más sensibles a los problemas de la vida y a las necesidades de la gente. Algunos cambiaron de profesión y se hicieron diseñadores después de leerlo. La respuesta ha sido alucinante.

¿Por qué una edición revisada?

En los veinticinco años que han transcurrido desde la primera edición de este libro, la tecnología ha experimentado un cambio enorme. Ni los teléfonos móviles ni Internet tenían un uso extendido cuando escribí esta obra. Las redes domésticas eran unas completas desconocidas. La ley de Moore afirma que la potencia de los procesadores informáticos se duplica más o menos cada dos años. Eso significa que los ordenadores actuales son cinco mil veces más potentes que los que había cuando se escribió esta obra.

Pese a que los principios fundamentales del diseño presentes en *El diseño de las cosas cotidianas* siguen siendo tan certeros e importantes como cuando se redactó la primera edición, los ejemplos se han quedado muy anticuados. «¿Qué es un proyector de diapositivas?», pregunta ahora el alumnado. Incluso aunque no hubiese sido necesario cambiar nada más, esos ejemplos había que actualizarlos.

Asimismo, hacía falta modernizar los principios de un diseño eficaz. Desde la primera edición, ha surgido el diseño centrado en las personas (DCP, o, en su versión inglesa, HCD, por las siglas de *human-centered design*), en parte inspirado por este libro. En la edición actual se incluye un capítulo entero dedicado al proceso del DCP para el desarrollo de productos. La primera edición del libro se centraba en hacer que los productos fuesen entendibles y usables. La experiencia completa de un producto abarca mucho más que su usabilidad: la estética, el placer y la diversión desempeñan papeles importantísimos. No se hablaba de placer ni de disfrute ni de emoción. La emoción es tan relevante que escribí todo un libro, *El diseño emocional*, sobre el papel que desempeña en el diseño. Estas cuestiones se incluyen ahora también en la presente edición.

Mis experiencias en la industria me han enseñado mucho sobre las complejidades del mundo real, la importancia de los costes y de los calendarios, la necesidad de prestar atención a la competencia y la relevancia de los equipos multidisciplinares. He aprendido que un producto de éxito debe atraer a los clientes, y que los criterios que estos utilizan para determinar qué productos adquirir a veces se solapan sorprendentemente poco con los aspectos relevantes para su uso. Los mejores productos no siempre triunfan. Algunas tecnologías nuevas y brillantes tardan décadas en obtener la aceptación general. Para entender los productos no basta con comprender el diseño o la tecnología: es crucial entender el negocio.

¿Qué ha cambiado?

Para lectores familiarizados con la edición anterior de este libro, he aquí un breve repaso de los cambios introducidos.

¿Qué ha cambiado? No mucho. Y todo.

Al empezar, di por hecho que los principios básicos seguían siendo acertados, así que solo tendría que actualizar los ejemplos. Pero al final lo reescribí todo. ¿Por qué? Porque aunque los principios sigan estando vigentes, en los veinticinco años transcurridos desde la primera edición del libro hemos aprendido mucho. Ahora sé también qué partes resultaban complicadas y, por tanto, necesitaban de una mejor explicación. En el tiempo transcurrido, he escrito muchos artículos y seis libros sobre temas relacionados, y me pareció importante incluir algunos de ellos en esta revisión. Por ejemplo, en el libro original no se comenta nada sobre lo que ha terminado denominándose «experiencia del usuario» (un término que fui de los primeros en utilizar, cuando el grupo que dirigí en Apple a principios de la década de 1990 se llamaba «Oficina del Arquitecto de la Experiencia del Usuario»). Eso tenía que estar aquí.

Por último, mi exposición a la industria me enseñó mucho sobre cómo se despliegan de verdad los productos, así que añadí una cantidad considerable de información sobre el impacto de los presupuestos, de los calendarios y de las presiones de la competencia. Cuando escribí el libro original, era investigador académico. Desde entonces, he sido ejecutivo de la industria (en Apple, en HP y en algunas *startups*), consultor para numerosas empresas y miembro de la junta directiva de algunas compañías. Tenía que incorporar todo lo que aprendí de esas experiencias.

Para acabar, un aspecto importante de la edición original era su brevedad. El libro se leía rápido, como una introducción básica y general sobre la cuestión. Este rasgo lo he conservado. Intenté eliminar el mismo volumen que añadí para que el tamaño total fuese más o menos el mismo (y fracasé). El libro pretende servir de introducción, y para mantener la brevedad han tenido que quedarse fuera debates más profundos sobre los temas que se abordan, así como un gran número de asuntos importantes pero de nivel más avanzado. La anterior edición ha estado vigente de 1988 a 2013. Si quería que la edición nueva durase lo

mismo, de 2013 a 2038, debía elegir cuidadosamente ejemplos que no quedaran anticuados antes de que pasaran veinticinco años. Como resultado, he procurado no incluir ejemplos de empresas concretas. Al fin y al cabo, ¿quién se acuerda de empresas de hace veinticinco años? ¿Quién puede predecir qué empresas nuevas surgirán, qué empresas de las actuales desaparecerán y qué tecnologías nuevas nacerán en los próximos veinticinco años? Lo único que sé predecir con certeza es que los principios de la psicología humana seguirán siendo los mismos, lo que significa que los principios del diseño aquí expuestos, basados en la psicología, en la naturaleza de la cognición, en la emoción, en la acción y en la interacción con el mundo, permanecerán inalterables.

A continuación, expongo un breve resumen de los cambios de cada capítulo.

Capítulo 1. La psicopatología de las cosas cotidianas

Los significantes son la incorporación más importante que se ha hecho a este capítulo, un concepto que se introdujo por vez primera en mi libro *Living with Complexity* (Vivir con la complejidad). La primera edición de la obra se centraba en las prestaciones, que tienen sentido en la interacción con los objetos físicos, pero no quedan claras cuando se abordan elementos virtuales, por lo que han creado una gran confusión en el mundo del diseño. Las prestaciones se ocupan de definir qué acciones son posibles. Los significantes concretan cómo descubre la gente esas posibilidades: son signos, señales perceptibles de lo que puede hacerse. Los significantes tienen una importancia mucho mayor para los diseñadores que las prestaciones, de ahí que este elemento se trate con mayor amplitud.

He incluido un breve apartado sobre el DCP, un término que no existía aún cuando se publicó la primera edición, aunque al mirar atrás vemos que todo el libro en sí trataba sobre el DCP.

Más allá de eso, el capítulo no ha cambiado, y aunque las fotografías y los dibujos sean nuevos, los ejemplos son más o menos los mismos.

Capítulo 2. La psicología de las acciones cotidianas

Este capítulo incluye un notable añadido a la cobertura dada en la primera edición: la incorporación de la emoción. El modelo de acción en siete fases ha demostrado tener su influencia, al igual que el modelo de procesamiento en tres niveles (introducido en mi libro *El diseño emocional*). En este capítulo expongo la interacción entre ambos modelos, muestro que en las distintas fases surgen emociones diferentes y explico qué fases se sitúan principalmente en cada uno de los tres niveles de procesamiento (visceral, para los niveles elementales de desempeño y percepción de las acciones motoras; conductual, para

los niveles de especificación de las acciones e interpretación inicial del resultado; y reflexivo, para el desarrollo de objetivos y planes, así como para la fase final de evaluación del resultado).

Capítulo 3. Conocimiento en la cabeza y en el mundo

Más allá de ejemplos mejorados y actualizados, el añadido más importante a este capítulo es un apartado sobre cultura, que resulta de especial importancia para mis comentarios sobre los «mapeos naturales». Lo que parece natural en una cultura quizá no lo sea en otra. En ese apartado se examina cómo ven el tiempo diferentes culturas. El debate puede resultar sorprendente.

Capítulo 4. Saber lo que hacer: limitaciones, detectabilidad y retroalimentación

Pocos cambios sustanciales. Mejores ejemplos. Estructuración de las funciones de forzamiento en dos tipos: bloqueos desde dentro y bloqueos desde fuera. Y un apartado sobre los ascensores con control de destino, en el que se ilustra cómo el cambio puede resultar de lo más desconcertante, incluso para los profesionales, a pesar de que sea para mejor.

Capítulo 5. ¿Error humano? No, mal diseño

Lo básico sigue igual, pero el capítulo en sí se ha revisado en profundidad. Actualizo la clasificación de los errores para que cuadre con los avances que se han producido desde la publicación de la primera edición. En concreto, ahora divido los deslices en dos categorías principales: deslices basados en la acción y lapsus de memoria; y las equivocaciones en tres categorías: basadas en la norma, basadas en el conocimiento y lapsus de memoria (estas distinciones ahora son comunes, pero he introducido una manera ligeramente distinta de tratar los lapsus de memoria).

Pese a que siguen siendo válidas las múltiples clasificaciones de los deslices que se ofrecían en la primera edición, muchas de ellas tienen pocas implicaciones para el diseño, o ninguna, así que se han eliminado en esta revisión. Ofrezco ejemplos más relevantes para el diseño. Expongo la relación de la clasificación de errores, deslices y equivocaciones con el modelo de acción en siete fases, un aspecto nuevo en esta revisión.

El capítulo concluye con un rápido análisis sobre las dificultades planteadas por la automatización (extraído de mi libro *El diseño de los objetos del futuro*) y lo que considero que es el mejor nuevo enfoque para abordar el diseño de manera que se elimine o minimice el error humano: la ingeniería de la resiliencia.

Capítulo 6. Pensamiento de diseño

Este capítulo es totalmente nuevo. Comento dos visiones sobre el diseño centrado en las personas: el modelo de doble diamante del British Design Council y la iteración tradicional del DCP con el proceso de observación, ideación, prototipado y realización de pruebas. El primer diamante es la divergencia de posibilidades para determinar el problema pertinente, seguida por una convergencia. El segundo diamante es una divergencia-convergencia para determinar una solución adecuada. Introduzco el diseño enfocado en la actividad como una variante más pertinente del diseño centrado en las personas en muchas circunstancias. Estos apartados abarcan toda la teoría.

El capítulo da a continuación un giro drástico, empezando por un apartado titulado «¿Qué os acabo de decir? En realidad, no funciona así». Ahí introduzco la ley de Norman: el día que se anuncia el equipo de desarrollo de un producto, el proyecto ya está fuera de plazo y supera el presupuesto.

Comento los desafíos en materia de diseño dentro de una empresa, donde los plazos, los presupuestos y los requisitos contrapuestos de los distintos departamentos imponen serias limitaciones a lo que puede conseguirse. Lectores de la industria me han dicho que agradecen este tipo de apartados, porque en ellos se captan las presiones reales que sufren.

El capítulo concluye con un análisis del papel de los estándares (modificado a partir de un análisis similar presente en la edición anterior), junto a algunas directrices más generales sobre diseño.

Capítulo 7. Diseñar en el mundo de los negocios

Este capítulo también es nuevo por completo. Da continuidad al tema iniciado en el capítulo 6 sobre el diseño en el mundo real. Aquí abordo la «funcionitis», los cambios que se nos han impuesto con la invención de nuevas tecnologías y la distinción entre innovación gradual y radical. Todo el mundo busca innovaciones radicales, pero lo cierto es que la mayoría de las innovaciones radicales fracasa, e incluso cuando triunfan a veces tardan varias décadas en alcanzar la aceptación. Por tanto, la innovación radical es relativamente escasa; la innovación gradual es lo común.

Las técnicas del diseño centrado en las personas son adecuadas para la innovación gradual; no pueden conducir a innovaciones radicales.

El capítulo concluye con un análisis de las tendencias que están por llegar, el futuro de los libros, las obligaciones morales del diseño y el auge de pequeños creadores autosuficientes que están empezando a revolucionar el modo en que las ideas se conciben y se introducen en el mercado: «el auge de lo pequeño», lo llamo yo.

Resumen

Con el paso del tiempo, la psicología de la gente permanece inalterable, pero las herramientas y los objetos del mundo cambian. Las culturas cambian. Las tecnologías cambian. Los principios del diseño se mantienen, pero es necesario modificar el modo en que se aplican para que respondan a las nuevas actividades, tecnologías y métodos de comunicación y de interacción. *La psicología de los objetos cotidianos* era una obra adecuada para el siglo XX. *El diseño de las cosas cotidianas* lo es para el siglo XXI.

Don Norman
Silicon Valley, California
www.jnd.org

---

[1] Esta edición revisada se publicó en el año 2013, es decir, hace ya bastante tiempo, y se trata de una actualización del libro publicado originalmente por Norman en 1988. El autor hace frecuentes referencias a ese salto temporal de veinticinco años entre ambas ediciones, pero hay que tener en cuenta que a estas alturas han pasado aún más de veinticinco años. Esta traducción procura conservar el espíritu de la obra de Don Norman, si bien no bebe de las traducciones anteriormente publicadas de este libro ni de las de otros títulos del autor. (*N. de la T.*).

EL DISEÑO DE LAS COSAS COTIDIANAS

Para Julie

01

La psicopatología de las cosas cotidianas

Si me metieran en la cabina de mando de un avión de pasajeros moderno, mi incapacidad para ofrecer un buen desempeño ni me sorprendería ni me molestaría. Pero ¿por qué tengo que experimentar problemas con puertas e interruptores de la luz, con grifos de agua y cocinas? «¿Puertas? ¿Tienes problemas para abrir puertas?», oigo decir a los lectores. Pues sí. Empujo puertas que están hechas para tirar de ellas, tiro de puertas que hay que empujar y me doy con puertas que no son ni de tirar ni de empujar, sino deslizantes. Además, veo que otra gente tiene esos mismos problemas: problemas innecesarios. Mis problemas con las puertas se han hecho tan famosos que muchas veces a las puertas confusas las llaman «puertas Norman». Menuda cosa: hacerte famoso por unas puertas que no funcionan bien; estoy bastante seguro de que no era eso lo que mis padres tenían planeado para mí (poned «puertas Norman» en vuestro navegador favorito, sin olvidar las comillas, y disfrutaréis de una lectura fascinante).

¿Cómo puede una cosa tan sencilla como una puerta ser tan confusa? Se diría que una puerta es el dispositivo más simple del mundo. No hay mucho que hacer con una puerta: abrirla o cerrarla. Imaginemos que estamos en un edificio de oficinas, recorriendo un pasillo. Llegamos a una puerta. ¿Cómo se abre? ¿Empujamos o tiramos, por la parte izquierda o por la derecha? A lo mejor es deslizante. Si es así, ¿en qué dirección lo hará? He visto puertas deslizarse hacia la izquierda, hacia la derecha e incluso hacia el techo. El diseño de la puerta debería indicar cómo funciona sin necesidad de letreros, y desde luego sin necesidad de un ensayo-error.

FIGURA 1.1. Cafetera para masoquistas. El artista francés Jacques Carelman, en su serie de libros *Catálogo de objetos imposibles*, ofrece ejemplos exquisitos de cosas cotidianas que son deliberadamente inviables, inaceptables o de algún modo informes. Uno de mis artículos favoritos es lo que Carelman llama «cafetera para masoquistas». En la fotografía se muestra una reproducción que me regalaron unos colegas de la Universidad de California en San Diego. Es una de mis más preciadas piezas de arte. (Fotografía de Aymin Shamma para el autor).

Un amigo me contó la historia de cuando se quedó atrapado en el acceso a una oficina de correos de una ciudad europea. La entrada consistía en una hilera imponente de seis puertas batientes de cristal, seguida por una segunda hilera idéntica. Se trata de un diseño estándar: ayuda a reducir el flujo de aire y de ese modo se conserva la temperatura interior del edificio. No

había ningún otro elemento visible: obviamente, las puertas podían bascular en una u otra dirección; lo único que había que hacer era empujar la puerta por un lado y pasar.

Mi amigo empujó una de las puertas exteriores, que basculó hacia el interior, y accedió al edificio. Entonces, antes de poder llegar a la siguiente hilera de puertas, se distrajo y se dio la vuelta un segundo. En ese momento no se percató, pero se había desplazado ligeramente a la derecha. Por tanto, al acercarse a la siguiente puerta y empujarla, no pasó nada. «Hum, estará bloqueada», pensó. Así que empujó la puerta contigua por uno de los lados. Nada. Perplejo, mi amigo decidió volver a salir. Se dio la vuelta y empujó de nuevo el lado de una puerta. Nada. Empujó la puerta contigua. Nada. La puerta por la que acababa de entrar ya no funcionaba. Se dio la vuelta una vez más y probó de nuevo con las puertas interiores. Nada. Preocupación, y luego pánico leve. ¡Estaba atrapado! En ese momento, por otro lado del acceso (a la derecha de mi amigo), entró un grupo de gente que pasó sin problemas por las dos hileras de puertas. Mi amigo se apresuró para seguir su estela.

¿Cómo pudo ocurrir algo así? Una puerta batiente tiene dos lados. En uno están el soporte y el gozne, mientras que el otro carece de soporte. Para abrir la puerta, tienes que empujar en el borde sin soporte o tirar de él; si empujas en el lado del gozne, no ocurre nada. En el caso de mi amigo, estaba en un edificio en el que el diseñador buscaba la belleza, no la utilidad. Nada de líneas de distracción, nada de pilares visibles, nada de goznes visibles. ¿Cómo va a saber un usuario normal y corriente qué lado empujar? Al distraerse, mi amigo se había movido hacia el soporte (invisible), así que estaba empujando las puertas por el lado del gozne. Normal que no pasara nada. Puertas atractivas. Estilosas. Seguramente recibieran un premio de diseño.

Dos de las características más importantes del buen diseño son la detectabilidad y la comprensión. Detectabilidad: ¿puede saberse qué acciones será posible hacer y dónde y cómo llevarlas a cabo? Comprensión: ¿qué significa todo eso? ¿Cómo se supone que se usa el producto? ¿Qué significan los distintos controles y configuraciones?

Las puertas de esta historia ilustran lo que ocurre cuando falla la detectabilidad. Da igual que el dispositivo sea una puerta o una cocina, un teléfono móvil o una central nuclear: los componentes relevantes deben estar visibles y han de transmitir el mensaje correcto, es decir, responder a la siguiente pregunta: «¿Qué acciones son posibles y dónde y cómo pueden llevarse a cabo?». Con las puertas que se empujan, el diseñador ha de facilitar señales que indiquen de manera natural dónde empujar. Esas señales no tienen por qué arruinar la estética. Se puede colocar una lámina vertical en el lado pertinente o hacer visibles los soportes. La lámina vertical y los soportes son señales naturales, que se interpretan con naturalidad y permiten saber fácilmente qué hacer: no se necesitan etiquetas.

Con dispositivos complejos, la detectabilidad y la comprensión requieren de la ayuda de manuales o instrucciones personales. Es algo que aceptamos si el dispositivo es complejo de verdad, pero debería ser innecesario para cosas simples. Muchos

productos desafían la comprensión sencillamente porque tienen demasiadas funciones y controles. No creo que aparatos domésticos sencillos —cocinas, lavadoras, equipos de sonido y de televisión— deban asemejarse a la idea hollywoodiense de la sala de mandos de una nave espacial. Aunque ya es así, para consternación nuestra. Al vernos frente a un despliegue desconcertante de controles y pantallas, nos limitamos a memorizar una o dos configuraciones fijas que se aproximen a lo que deseamos.

En Inglaterra, visité una casa en la que tenían un conjunto nuevo y sofisticado de lavadora-secadora, un modelo italiano, con unos mandos fabulosos con muchos simbolitos, para hacer todo lo que pueda uno imaginar con el lavado y el secado de la ropa. El marido (psicólogo de ingeniería) decía que se negaba a acercarse a aquello. La mujer (médica) aseguraba haber memorizado solo una configuración y trataba de obviar el resto. Les pedí ver el manual: era tan confuso como el propio dispositivo. La finalidad del diseño se había diluido por completo.

La complejidad de los dispositivos modernos

Todas las cosas artificiales están diseñadas: ya se trate de la disposición del mobiliario en una habitación, de los senderos de un jardín o un bosque o de las particularidades de un dispositivo electrónico, una persona o un grupo de personas tuvieron que decidir su estructura, su funcionamiento y sus mecanismos. No todas las cosas diseñadas implican estructuras físicas. Los servicios, las conferencias, las normas y los procedimientos, y las estructuras organizativas de negocios y gobiernos, nada de eso tiene mecanismos físicos, pero sí hay que diseñar sus reglas de funcionamiento, a veces de manera informal, otras veces con registros y especificaciones muy precisos.

No obstante, aunque la gente haya diseñado cosas desde tiempos prehistóricos, el campo del diseño es relativamente nuevo y se divide en muchas áreas de especialidad. Dado que todo se diseña, la cantidad de ámbitos es enorme, desde la ropa y el mobiliario hasta complejas salas de control y puentes. Este libro abarca las cosas cotidianas y se centra en la interacción entre tecnología y personas para garantizar que los productos cubran de verdad necesidades humanas, al tiempo que son entendibles y usables. En el mejor de los casos, los productos también deberían ser placenteros y disfrutables, lo que significa que no solo han de satisfacerse los requisitos de la ingeniería, de la manufactura y de la ergonómica, sino que además debe prestarse atención a la experiencia completa, es decir, a la estética de la forma y a la calidad de la interacción. Las principales áreas del diseño relevantes para este libro son el diseño industrial, el diseño de interacciones y el diseño de experiencias. Ninguno de estos campos está bien definido, pero el núcleo de los esfuerzos varía entre unos y otros. Los diseñadores industriales ponen el

énfasis en la forma y en el material, los diseñadores de interacciones lo hacen en la comprensión y en la usabilidad, y los diseñadores de experiencias subrayan el impacto emocional. Por tanto:

Diseño industrial: es el servicio profesional de crear y desarrollar conceptos y especificaciones que optimicen la función, el valor y el aspecto de los productos y los sistemas para el beneficio mutuo tanto del usuario como del fabricante (extraído del sitio web de la Industrial Design Society of America).[2]

Diseño de interacciones: se centra en cómo las personas interactúan con la tecnología. El objetivo es mejorar cómo la gente entiende lo que puede hacerse, lo que está ocurriendo y lo que acaba de pasar. El diseño de interacciones recurre a principios de la psicología, del diseño, del arte y de la emoción para garantizar una experiencia positiva y disfrutable.

Diseño de experiencias: es la práctica de diseñar productos, procesos, servicios, acontecimientos y entornos centrándose en la calidad y en el disfrute de la experiencia al completo.

El diseño se ocupa de cómo funcionan las cosas y de cómo se controlan, y también de la naturaleza de la interacción entre personas y tecnologías. Si se hace bien, el resultado son productos brillantes y placenteros. Si se hace mal, los productos son inservibles y generan una gran frustración e irritación; o quizá puedan usarse, pero nos obligan a comportarnos como el producto desea, no como nosotros queremos.

Al fin y al cabo, quienes conciben, diseñan y construyen las máquinas son personas. Para los estándares humanos, las máquinas están bastante limitadas. Carecen de esa historia rica en experiencias que unas personas tienen en común con otras, experiencias que nos permiten interactuar gracias al entendimiento compartido. Por el contrario, las máquinas suelen seguir normas de comportamiento bastante simples y rígidas. Si entendemos mal las normas, aunque sea mínimamente, la máquina hará lo que se le diga, por muy insensato e ilógico que sea. La gente es imaginativa y creativa, y está llena de sentido común, es decir, de un montón de conocimiento valioso acumulado a lo largo de años de experiencia. Sin embargo, en vez de exprimir esos puntos fuertes, las máquinas nos exigen que seamos precisos y exactos, y eso no se nos da muy bien. Las máquinas no tienen márgenes de maniobra ni sentido común. Por otro lado, muchas de las normas que sigue una máquina solo las conocen la propia máquina y sus diseñadores.

Cuando la gente no logra seguir esas rocambolescas normas secretas y la máquina hace algo mal, se culpa a sus usuarios de no entenderla, de no seguir sus rígidas especificaciones. Con los objetos cotidianos, el resultado es la frustración. Con dispositivos complejos y procesos comerciales e industriales, las dificultades resultantes pueden provocar accidentes, lesiones e incluso la muerte. Es hora de revertir esa situación: culpar a las máquinas y a su diseño. Son la máquina y su diseño los que

tienen la responsabilidad. Es el deber de las máquinas y de quienes las diseñan entender a la gente. No es nuestro deber entender los dictados arbitrarios y sin sentido de las máquinas.

Los motivos para las deficiencias en la interacción entre seres humanos y máquinas son numerosos. Algunos se derivan de las limitaciones de la tecnología actual; otros se deben a restricciones autoimpuestas por los diseñadores, a menudo para rebajar costes. Sin embargo, la mayoría de los problemas procede de una absoluta falta de entendimiento de los principios del diseño necesarios para una interacción eficaz entre seres humanos y máquinas. ¿Por qué esta deficiencia? Porque buena parte del diseño corre a cargo de ingenieros que son expertos en tecnología pero que tienen un conocimiento limitado de las personas. «Nosotros somos personas, así que entendemos a las personas», piensan. Pero, de hecho, la complejidad de los seres humanos es asombrosa. Quienes no han estudiado el comportamiento humano suelen considerarlo muy sencillo. Los ingenieros, además, cometen el error de pensar que la explicación lógica basta: «Si la gente leyese las instrucciones, todo iría bien», dicen.

Los ingenieros están formados para pensar de manera lógica. Como resultado, acaban por creer que todas las personas deben pensar así y diseñan sus máquinas en consecuencia. Cuando la gente tiene problemas, los ingenieros se molestan, aunque normalmente por la razón equivocada. «¿Qué está haciendo esa gente? ¿Por qué hace eso?», se preguntan. El problema con los diseños de la mayoría de los ingenieros es que son demasiado lógicos. Debemos aceptar el comportamiento humano tal y como es, no tal y como desearíamos que fuese.

Antes trabajaba de ingeniero y me centraba en los requisitos técnicos, obviando en gran medida a la gente. Pese a que me pasé a la psicología y a la ciencia cognitiva, seguí conservando el énfasis ingeniero en la lógica y en el mecanismo. Tardé mucho en darme cuenta de que mi comprensión del comportamiento humano era relevante para mi interés en el diseño de la tecnología. Al observar a la gente batallar con la tecnología, me quedó claro que las dificultades las provocaba la tecnología, no las personas.

Cuando se produjo el accidente de la central nuclear estadounidense de Three Mile Island (el nombre de la isla se debe a su ubicación, en un río tres millas al sur de Middletown, en el estado de Pensilvania) me llamaron para que ayudase a estudiarlo. En el incidente se había diagnosticado mal un fallo mecánico bastante sencillo. Eso provocó varios días de complicaciones y de confusión, la destrucción total del reactor y lo que estuvo muy cerca de ser una fuga grave de radiación. A causa de todo ello, la industria nuclear estadounidense se paró en seco. Se culpó a los operarios de los fallos: la conclusión del análisis inmediato fue que se había debido a «un error humano». Sin embargo, la comisión en la que participé descubrió que las salas de control de la central estaban tan mal diseñadas que el error era inevitable; por tanto, la culpa fue del diseño, no de los operarios. La

moraleja era muy sencilla: estábamos diseñando cosas para la gente, así que teníamos que entender la tecnología y también a las personas. No obstante, a muchos ingenieros les cuesta dar ese paso, dado que las máquinas son de lo más lógicas y ordenadas. Si no estuviese la gente, todo funcionaría mucho mejor. Pues sí, eso pensaba yo antes.

Trabajar con esa comisión cambió mi visión del diseño. Ahora entiendo que en el diseño se da una interacción fascinante entre la tecnología y la psicología, y que los diseñadores deben entender ambas. Los ingenieros aún tienden a creer en la lógica. Suelen explicarme con todo lujo de lógicos detalles por qué sus diseños son buenos, potentes y magníficos. «¿Por qué tiene problemas la gente?», se preguntan. Y yo les digo: «Sois demasiado lógicos. Diseñáis para las personas pensando en cómo os gustaría que fuesen, no en cómo son en realidad».

Cuando los ingenieros objetan algo, les pregunto si alguna vez han cometido un error, si han encendido o apagado la luz equivocada o el quemador de la cocina que no era. «Sí, claro, pero eso son errores». Ahí está la cuestión: incluso los expertos cometen errores, por lo que debemos diseñar nuestras máquinas dando por hecho que la gente se equivocará (en el capítulo 5 se ofrece un análisis detallado del error humano).

Diseño centrado en las personas

La gente se frustra con cosas cotidianas. Desde la creciente complejidad del salpicadero de un automóvil hasta la creciente automatización del hogar con sus redes internas, sus complejos sistemas de audio, de vídeo y de juego destinados al ocio y a la comunicación, y la también creciente automatización de la cocina, la vida cotidiana parece a veces una lucha interminable contra la confusión, los errores constantes, la frustración y un ciclo continuo de actualizaciones y reparaciones de nuestras pertenencias.

En las múltiples décadas que han pasado desde que se publicara la primera edición de este libro, el diseño ha mejorado. Ahora existen muchos libros y cursos sobre el tema. Sin embargo, aunque se ha progresado mucho, la velocidad del cambio tecnológico ha hecho que los avances en el diseño quedaran rezagados. Constantemente surgen y evolucionan tecnologías nuevas, aplicaciones nuevas y métodos nuevos de interacción. Nacen industrias nuevas. Todo nuevo desarrollo parece repetir los errores de los anteriores; todo nuevo campo necesita tiempo para que también él pueda adoptar los principios del buen diseño; y toda nueva invención tecnológica o técnica de interacción necesita de experimentación y estudio para que los principios del buen diseño puedan integrarse plenamente en la práctica. Así pues, sí, las cosas están mejorando, pero como resultado, los desafíos están siempre presentes.

La solución es el diseño centrado en las personas (DCP), un enfoque que antepone las necesidades, las capacidades y los comportamientos humanos y luego diseña para integrar esas necesidades, capacidades y modos de comportamiento. El buen diseño empieza por entender la psicología y la tecnología. El buen diseño exige una buena comunicación, sobre todo de la máquina a la persona, para indicar qué acciones son posibles, qué está ocurriendo y qué va a ocurrir. La comunicación es importante sobre todo cuando las cosas van mal. Resulta relativamente fácil diseñar cosas que funcionen correctamente y de forma armoniosa mientras todo va bien, pero en cuanto hay algún escollo o malentendido, surgen los problemas. Ahí es cuando resulta esencial el buen diseño. Los diseñadores tienen que centrar su atención en los casos en los que algo sale mal, no solo en cuando las cosas van como se esperaba. En realidad, de ahí puede surgir la mayor de las satisfacciones: de que algo salga mal pero la máquina subraye los problemas, y entonces la persona entienda el asunto, emprenda las acciones pertinentes y el problema se resuelva. Cuando eso ocurre sin complicaciones, la colaboración entre persona y dispositivo resulta magnífica.

TABLA 1.1.

El papel del DCP y las especializaciones del diseño

Diseño de experiencias	Son áreas de interés
Diseño industrial	
Diseño de interacciones	
Diseño centrado en las personas	Es el proceso que garantiza que el diseño coincida con las necesidades y capacidades de la gente para la que está destinado

El diseño centrado en las personas es una filosofía de diseño. Supone comenzar por entender bien a la gente y las necesidades que pretenden cubrirse con el diseño. Ese entendimiento procede principalmente de la observación, pues la propia gente no suele ser consciente de sus verdaderas necesidades ni de las dificultades con las que se encuentran. Conseguir especificar lo que debe definirse es una de las partes más complicadas del diseño, hasta tal punto que el principio del DCP es evitar especificar el problema mientras sea posible, y por el contrario iterar en torno a aproximaciones repetidas. Esto consiste en hacer pruebas rápidas de diversas ideas; después de cada una de las pruebas, se modifican el enfoque y la definición del problema. Los resultados pueden ser productos que de verdad cubran las necesidades de la gente. Hacer DCP dentro del marco rígido de un plazo, de un presupuesto y de otras limitaciones de la industria puede ser todo un reto; en el capítulo 6 se analizan estos asuntos.

¿Dónde encaja el DCP en el anterior debate sobre las diferentes formas de diseño, en especial en las áreas denominadas diseño industrial, de interacciones y de experiencias? Todo es compatible. El DCP es una filosofía y un conjunto de procedimientos, mientras que las otras son áreas de interés (véase la tabla 1.1). La filosofía y los procedimientos del DCP añaden una observación y un estudio profundos de las necesidades humanas al proceso de diseño, sea cual sea el producto o el servicio y sea cual sea el enfoque principal.

Principios fundamentales de la interacción

Los grandes diseñadores generan experiencias placenteras. «Experiencia», subrayemos el término. Por lo general, a los ingenieros no les gusta; lo consideran demasiado subjetivo. Sin embargo, cuando les pregunto por su automóvil o su equipo de ensayo favorito, sonríen encantados mientras hablan de calidades y de acabados, de la sensación de potencia en la aceleración, de la suavidad del manejo al cambiar o girar, o del magnífico tacto de los botones e interruptores del instrumento. Todo eso son experiencias.

La experiencia es crucial, pues determina el cariño con el que la gente recuerda sus interacciones. ¿La experiencia en general ha sido positiva o ha resultado frustrante y confusa? Cuando nuestra tecnología doméstica se comporta de un modo imposible de interpretar, podemos acabar sintiéndonos confusos, frustrados e incluso cabreados: emociones fuertes y negativas todas. Cuando se da un entendimiento, puede generarse una sensación de control, de dominio y de satisfacción, e incluso de orgullo: todas ellas emociones fuertes y positivas. La cognición y la emoción están estrechamente entrelazadas, lo que significa que los diseñadores han de diseñar teniendo ambas en mente.

Cuando interactuamos con un producto, debemos averiguar cómo funciona. Eso supone descubrir lo que hace, cómo actúa y qué operaciones son viables: detectabilidad. La detectabilidad surge de la adecuada aplicación de cinco conceptos psicológicos fundamentales que se abordarán en los próximos capítulos: prestaciones, significantes, limitaciones, mapeos y retroalimentación. No obstante, hay un sexto principio, y quizá el más importante: el modelo conceptual del sistema. Es este modelo conceptual el que facilita la verdadera comprensión. Por tanto, ahora me centraré en esos principios fundamentales, empezando por las prestaciones, los significantes, el mapeo y la retroalimentación, para pasar luego a los modelos conceptuales. Las limitaciones se abordan en los capítulos 3 y 4.

Prestaciones

Vivimos en un mundo lleno de objetos, buena parte de ellos naturales y algunos artificiales. A diario nos encontramos con miles de objetos, muchos de los cuales son nuevos para nosotros. Gran parte de los objetos nuevos son similares a otros que ya conocemos, pero muchos son únicos, y aun así nos las arreglamos bastante bien. ¿Cómo lo hacemos? ¿Cómo es posible que sepamos interactuar con muchos de los objetos naturales inusuales con los que nos topamos? ¿Por qué ocurre lo mismo con muchos de los objetos artificiales de fabricación humana? La respuesta está en unos cuantos principios básicos; algunos de los más importantes surgen de la observación de las prestaciones.[3]

El término *prestación* se refiere a la relación entre un objeto físico y una persona (o, para el caso, cualquier agente capaz de interactuar, ya sea animal o humano, o incluso máquinas y robots). Una prestación es una relación entre las propiedades de un objeto y las capacidades del agente que determinan cómo podría utilizarse ese objeto. Una silla «presta» («es para») apoyo y, por tanto, «presta» la posibilidad de sentarse. Casi todas las sillas permiten que las cargue una sola persona (prestan la posibilidad de su carga), aunque algunas solo pueden levantarlas una persona fuerte o un grupo de personas. Si a una persona joven o relativamente débil no le es posible levantar una silla, para ella esa silla no tendrá esa prestación: no le prestará la opción de cargarla.

La existencia de una prestación viene determinada por las cualidades del objeto y también por las habilidades del agente que interactúa con él. Esta definición relacional de prestación supone una dificultad considerable para muchas personas. Estamos acostumbrados a pensar que las propiedades van asociadas a los objetos, pero la prestación no es una propiedad. Una prestación es una relación. Que exista o no una prestación depende de las propiedades tanto del objeto como del agente.

El cristal presta la posibilidad de la transparencia; al mismo tiempo, su estructura física bloquea el paso de la mayoría de los objetos físicos. Como resultado, el cristal presta la opción de ver a través de él y de dar soporte, pero no la posibilidad de

que pasen el aire ni la mayoría de los objetos físicos (las partículas atómicas sí pueden atravesar el cristal). Ese bloqueo del paso puede considerarse una antiprestación, esto es, la evitación de una interacción. Para ser eficaces, las prestaciones y las antiprestaciones han de poder descubrirse, deben ser perceptibles. Esto plantea una dificultad en el caso del cristal. Si el cristal nos gusta es por su relativa invisibilidad, pero este aspecto, tan útil en una ventana normal, también oculta su propiedad antiprestacional de bloquear el paso. Como resultado, los pájaros suelen intentar atravesar ventanas volando, y todos los años numerosas personas se lesionan al intentar cruzar andando (o corriendo) puertas o ventanales de cristal que estaban cerrados. Si no es posible percibir una prestación o una antiprestación, hace falta señalar su presencia de alguna manera: a esta propiedad la llamo «significante» (y se hablará de ello en el próximo apartado).

La noción de prestación y el conocimiento que esta facilita tienen sus orígenes en J. J. Gibson, un eminente psicólogo que aportó muchos avances para nuestro entendimiento de la percepción humana. Estuve muchos años interactuando con él, a veces en conferencias y en seminarios formales, aunque lo más fructífero eran siempre las conversaciones nocturnas que manteníamos ante botellines y botellines de cerveza. No estábamos de acuerdo en casi nada. Yo era un ingeniero que se había convertido en psicólogo cognitivo y que intentaba entender el funcionamiento de la mente. Él había empezado como psicólogo de la Gestalt y luego había desarrollado un enfoque que ahora lleva su nombre: la psicología gibsoniana, una perspectiva ecológica de la percepción. Según Gibson, en el mundo estaban todas las pistas, y la gente sencillamente las recogía mediante «percepción directa». Yo afirmaba que nada podía ser directo: el cerebro debía procesar la información que llegaba a los órganos sensoriales para conformar una interpretación coherente. «Tonterías. No hace falta interpretación ninguna: la percepción es directa», proclamaba él en voz alta. Y entonces se llevaba las manos a las orejas y, con gesto triunfante, se apagaba los audífonos: mis contraargumentos llegarían, literalmente, a oídos sordos.

Al sopesar mi pregunta (la de cómo la gente sabe qué hacer al enfrentarse a una situación nueva), me di cuenta de que buena parte de la respuesta estaba en la obra de Gibson. Según señalaba él, todos los sentidos trabajan juntos y nosotros recogemos información sobre el mundo a través del resultado combinado de esos sentidos. «Recopilación de información» era una de sus expresiones favoritas, y Gibson creía que la información combinada y recopilada por nuestro aparato sensorial (vista, oído, olfato, tacto, equilibrio, cenestesia, aceleración, postura corporal) determinaba nuestras percepciones sin la necesidad de ninguna cognición ni procesamiento interno. Aunque Gibson y yo difiriésemos en cuanto al papel desempeñado por el procesamiento interno del cerebro, su brillantez estaba en centrar la atención sobre la rica profusión de información presente en el mundo. Por otro lado, los objetos físicos ofrecían información importante sobre cómo la gente podía interactuar con ellos, una propiedad que Gibson denominaba «prestación».

Las prestaciones existen aunque no sean visibles. Para los diseñadores, su visibilidad es crucial: las prestaciones visibles ofrecen pistas sólidas sobre el funcionamiento de las cosas. Una lámina plana montada sobre una puerta «presta» la posibilidad de empujar, y los pomos, las de girar, empujar y tirar; las rendijas son para introducir cosas; las pelotas son para lanzarlas o botarlas. Las prestaciones percibidas ayudan a la gente a averiguar qué acciones son viables sin necesidad de etiquetas ni instrucciones. Al elemento indicador de las prestaciones yo lo llamo «significante».

Significantes

¿Son las prestaciones importantes para los diseñadores? Con la primera edición de este libro se introducía el término *prestación* en el mundo del diseño. A la comunidad del diseño le encantó el concepto y, al poco tiempo, las prestaciones se difundieron tanto en el ámbito de la formación como en los escritos sobre diseño. Pronto me encontré el término mencionado por todas partes. Y por desgracia, acabó usándose de maneras que no tenían nada que ver con el sentido original.

A mucha gente le cuesta trabajo entender las prestaciones porque son relaciones, no propiedades. Los diseñadores trabajan con propiedades fijas, así que existe la tentación de decir que la prestación es una propiedad, aunque ese no es el único problema con el concepto de las prestaciones.

Los diseñadores tienen problemas prácticos. Necesitan saber cómo diseñar cosas para hacerlas entendibles. Al trabajar con diseños gráficos para pantallas electrónicas, no tardaron en descubrir que necesitaban encontrar una manera de designar las partes que podían tocarse, deslizarse hacia arriba y hacia abajo o hacia los lados, o pulsarse. Esas acciones podrían hacerse con un ratón, un lápiz o los dedos. Algunos sistemas respondían a movimientos corporales, gestos y palabras habladas, sin tener que tocar ningún dispositivo físico. ¿Cómo podían describir los diseñadores lo que estaban haciendo? No había ninguna palabra que encajase, así que echaron mano del término más próximo existente: *prestación*. Al poco, los diseñadores decían cosas como: «Ahora incluyo una prestación aquí», para describir por qué hacían aparecer un círculo en una pantalla como indicador de dónde debía tocar la persona, ya fuera con un ratón o con un dedo. Y yo respondía: «No, eso no es una prestación. Eso es una forma de comunicar dónde hay que tocar. Estás comunicando dónde hacer el contacto: la prestación del contacto existe en la pantalla completa, y tú intentas significar "dónde" ha de hacerse el contacto. Eso no es lo mismo que decir "qué" acción es posible».

Mi explicación no solo no satisfizo a la comunidad del diseño, sino que yo tampoco estaba contento con ella. Al final me rendí: los diseñadores necesitaban una palabra para describir lo que estaban haciendo, así que eligieron *prestación*. ¿Qué alternativa

tenían? Decidí ofrecerles una respuesta mejor: *significante*. Las prestaciones determinan qué acciones son posibles. Los significantes comunican dónde debe tener lugar la acción. Y necesitamos ambas cosas.

La gente necesita alguna manera de entender el producto o el servicio que quiere utilizar, alguna señal de para qué es, qué está pasando y cuáles son las acciones alternativas. La gente busca pistas, algún signo que pueda ayudarla a afrontar eso y entenderlo. Lo que importa es la señal, cualquier cosa que signifique una información importante. Los diseñadores han de ofrecer esas pistas. Lo que necesita la gente, y lo que deben ofrecer los diseñadores, son significantes. Un buen diseño exige, entre otras cosas, que se comuniquen bien la finalidad, la estructura y el funcionamiento del dispositivo a la gente que lo utilice. Ese es el papel del significante.

El término *significante* ha tenido una carrera larga e ilustre en el exótico campo de la semiótica, esto es, el estudio de signos y símbolos. No obstante, igual que me apropié de *prestación* para usarlo en el ámbito del diseño de un modo algo distinto al pretendido por su creador, utilizo *significante* de un modo algo diferente al usado en la semiótica. Para mí, el término *significante* se refiere a cualquier marca o sonido, a cualquier indicador perceptible que comunique un comportamiento adecuado a una persona.

Los significantes pueden ser deliberados e intencionales, como el letrero de EMPUJAR en una puerta, pero también los hay accidentales e involuntarios, como cuando decidimos que el mejor camino en un campo o un terreno cubierto de nieve es el sendero visible que han abierto antes otras personas; o como cuando usamos la presencia o la ausencia de gente esperando en una estación de trenes para determinar si hemos perdido o no el tren (estas ideas las explico con más detalle en mi libro *Living with Complexity*).

El significante es un dispositivo importante de comunicación para el receptor, se pretenda o no esa comunicación. Da igual si la señal útil se ha colocado deliberadamente o si es una señal incidental; no es necesario distinguir unas de otras. Por qué debería importar si una bandera se ha colocado como una pista deliberada para indicar la dirección del viento (como se hace en los aeropuertos o en los mástiles de los veleros) o si estaba ahí como anuncio o como símbolo de orgullo de un país (como se hace en los edificios públicos). Una vez que interpreto que el movimiento de una bandera indica la dirección del viento, da igual por qué se haya colocado ahí.

PULL
PUSH
RESTROOMS
CUSTOMER LOUNGE
CASHIER
FINANCE

FIGURA 1.2. Puertas problemáticas: significantes necesarios. Los elementos de una puerta pueden indicar si hay que empujar o tirar sin necesidad de letreros, pero los de las dos puertas de la foto de arriba, la A, son idénticos, aunque en una haya que empujar y en la otra, tirar. La barra plana y horizontal acanalada tiene la obvia prestación percibida de empujar, pero, tal y como indican los letreros, la puerta de la izquierda está hecha para tirar de ella y la de la derecha, para empujarla. En el par de fotos de abajo, B y C, no hay significantes ni prestaciones visibles. ¿Cómo va a saber alguien en qué lado empujar? Mediante ensayo y error. Cuando hay que añadir significantes externos —letreros y señales— a algo tan sencillo como una puerta, eso indica un mal diseño. (Fotografías del autor).

Pensemos en un marcapáginas, que es un significante que se coloca deliberadamente para indicar la posición de lectura de un libro. No obstante, la naturaleza física de los libros convierte el marcapáginas en un significante accidental, pues su colocación indica asimismo cuánto queda por leer. La mayoría de los lectores ha aprendido a utilizar ese significante accidental como ayuda para el disfrute de la lectura. Cuando quedan pocas páginas, sabemos que el final está cerca. Y si la lectura es tortuosa, como ocurre con los trabajos escolares, siempre puede uno consolarse sabiendo que «solo quedan unas páginas más para acabar». Los lectores de libros electrónicos no tienen la estructura física de los libros en papel, así que si el diseñador del *software* no ofrece deliberadamente una pista, esos libros no dan ninguna señal sobre la cantidad de texto que queda.

FIGURA 1.3. Puertas deslizantes: equivocación casi asegurada. Las puertas deslizantes raras veces tienen un buen significante. Las dos fotografías de arriba muestran la puerta deslizante de acceso al baño de un tren de Amtrak, en Estados Unidos. El picaporte significa «tirar», sin ninguna duda, pero en realidad hay que girarlo y deslizar la puerta hacia la derecha. El dueño de la tienda de la foto C, en Shanghái, China, resolvió el problema con un letrero: «¡NO EMPUJAR!», dice, en inglés y en chino. La puerta del baño del Amtrak podría recurrir a un tipo de señal similar. (Fotografías del autor).

Sea cual sea su naturaleza, planeada o accidental, los significantes ofrecen pistas valiosas sobre la naturaleza del mundo y de las actividades sociales. Para funcionar en este mundo social y tecnológico, necesitamos desarrollar modelos internos de lo que significan las cosas, de cómo funcionan. Buscamos todas las pistas que podamos encontrar y que nos ayuden en esta empresa, y de este modo nos convertimos en detectives en busca de cualquier guía que tengamos a mano. Con suerte, habrá diseñadores concienzudos que nos hayan dado esas pistas; si no, deberemos usar nuestra propia creatividad e imaginación. Las prestaciones, las prestaciones percibidas y los significantes tienen mucho en común, así que voy a hacer una pausa para asegurarme de que queden claras las distinciones entre ellos.

FIGURA 1.4. El lavabo que no desagua: cuando el significante falla. Me lavé las manos en el lavabo de mi hotel de Londres y al acabar, como se muestra en la foto A, me quedé con la duda de cómo vaciar el agua sucia. Busqué por todas partes un mando: nada. Intenté abrir el tapón del lavabo haciendo palanca con una cucharilla (foto B): fracaso. Al final, salí de la habitación y bajé a recepción para pedir instrucciones (sí, lo hice). «Pulse el tapón», me dijeron. Sí, funcionó (fotos C y D). Pero ¿cómo va a descubrir eso una persona? ¿Y por qué tengo que meter las manos limpias otra vez en el agua sucia para vaciar el lavabo? El problema aquí no es solo la falta de significante, sino la decisión fallida de crear un tapón que requiera que la gente se ensucie las manos limpias para utilizarlo. (Fotografías del autor).

Las prestaciones representan las posibilidades presentes en el mundo para la interacción de un agente (persona, animal o máquina) con algo. Algunas prestaciones son perceptibles y otras son invisibles. Los significantes son señales. Algunos significantes son letreros, etiquetas y dibujos colocados en el mundo, como los carteles de «empujar», «tirar» o «salida» en las puertas, o las flechas y diagramas que indican qué hay que accionar o en qué dirección hay que moverse, o instrucciones de otro tipo. Algunos significantes son sencillamente las prestaciones percibidas, como el picaporte de una puerta o la estructura física de un interruptor. Cabe destacar que algunas prestaciones percibidas pueden no ser reales: quizá parezcan puertas o sitios en los que empujar, o un impedimento para entrar, pero no lo son. Se trata de significantes engañosos, a menudo accidentales pero a veces deliberados, como cuando se intenta evitar que la gente haga acciones para las que no está cualificada, o en un juego, cuando uno de los retos consiste en averiguar lo que es real y lo que no.

FIGURA 1.4. El lavabo que no desagua: cuando el significante falla. Me lavé las manos en el lavabo de mi hotel de Londres y al acabar, como se muestra en la foto A, me quedé con la duda de cómo vaciar el agua sucia. Busqué por todas partes un mando: nada. Intenté abrir el tapón del lavabo haciendo palanca con una cucharilla (foto B): fracaso. Al final, salí de la habitación y bajé a recepción para pedir instrucciones (sí, lo hice). «Pulse el tapón», me dijeron. Sí, funcionó (fotos C y D). Pero ¿cómo va a descubrir eso una persona? ¿Y por qué tengo que meter las manos limpias otra vez en el agua sucia para vaciar el lavabo? El problema aquí no es solo la falta de significante, sino la decisión fallida de crear un tapón que requiera que la gente se ensucie las manos limpias para utilizarlo. (Fotografías del autor).

Las prestaciones representan las posibilidades presentes en el mundo para la interacción de un agente (persona, animal o máquina) con algo. Algunas prestaciones son perceptibles y otras son invisibles. Los significantes son señales. Algunos significantes son letreros, etiquetas y dibujos colocados en el mundo, como los carteles de «empujar», «tirar» o «salida» en las puertas, o las flechas y diagramas que indican qué hay que accionar o en qué dirección hay que moverse, o instrucciones de otro tipo. Algunos significantes son sencillamente las prestaciones percibidas, como el picaporte de una puerta o la estructura física de un interruptor. Cabe destacar que algunas prestaciones percibidas pueden no ser reales: quizá parezcan puertas o sitios en los que empujar, o un impedimento para entrar, pero no lo son. Se trata de significantes engañosos, a menudo accidentales pero a veces deliberados, como cuando se intenta evitar que la gente haga acciones para las que no está cualificada, o en un juego, cuando uno de los retos consiste en averiguar lo que es real y lo que no.

FIGURA 1.5. Prestaciones accidentales: pueden convertirse en significantes sólidos. Esta pared, en el Departamento de Diseño Industrial de KAIST, en Corea, ofrece una antiprestación, pues evita que la gente se caiga por el hueco de la escalera. La parte superior es plana, un resultado accidental del diseño. Sin embargo, las superficies planas ofrecen apoyo, y en cuanto una persona descubre que puede usar esa superficie para dejar recipientes vacíos de bebidas, el primer recipiente desechado se convierte en un significante que les dice a otras personas que pueden dejar sus objetos ahí. (Fotografías del autor).

Mi ejemplo favorito de significante engañoso es una hilera de tubos en vertical que me encontré una vez en un parque público, atravesando una vía de servicio. Obviamente, los tubos bloqueaban el paso de coches y de camiones: eran buenos ejemplos de antiprestaciones. Sin embargo, para mi gran sorpresa, vi un vehículo del parque avanzar entre los tubos. ¿Cómo? Me acerqué y los examiné: los tubos eran de goma, así que los vehículos solo tenían que pasar por encima de ellos. Un significante muy inteligente para indicarle a una persona cualquiera una carretera bloqueada (a través de una aparente antiprestación) y permitir el paso de quienes conozcan el truco.

Por resumir:

- → Las prestaciones son las posibles interacciones entre la gente y el entorno. Algunas prestaciones son perceptibles y otras no.
- → Las prestaciones perceptibles a menudo actúan como significantes, pero pueden ser ambiguas.
- → Los significantes señalan cosas; en concreto, qué acciones son posibles y cómo deberían hacerse. Los significantes han de ser perceptibles o no funcionarán.

En el diseño, los significantes son más importantes que las prestaciones, pues comunican cómo utilizar el diseño en cuestión. Un significante puede consistir en palabras, en una ilustración gráfica o en un dispositivo cuyas prestaciones percibidas carezcan de ambigüedades. Los diseñadores creativos incorporan la parte significante del diseño dentro de una experiencia cohesiva. En su mayor parte, los diseñadores pueden centrarse en los significantes.

Dado que las prestaciones y los significantes son principios fundamentalmente importantes del buen diseño, aparecerán con frecuencia en las páginas de este libro. Cada vez que veamos letreros escritos a mano en puertas, interruptores o productos para tratar de explicar cómo usarlos, qué hacer y qué no hacer, estaremos viendo además un mal diseño.

Prestaciones y significantes: una conversación

Un diseñador se acerca a su mentor. Está trabajando en un sistema que recomienda restaurantes a la gente basándose en sus preferencias y en las de sus amistades. Sin embargo, durante las pruebas, descubre que la gente nunca usa todas las funciones. «¿Por qué no?», le pregunta a su mentor.

(Mis disculpas a Sócrates).

DISEÑADOR	MENTOR
Estoy frustrado; la gente no utiliza bien nuestra aplicación.	¿Puedes contarme más?
En la pantalla se muestra el restaurante que recomendamos. La recomendación coincide con sus preferencias y las de sus amigos. Si alguien quiere ver otras recomendaciones, solo tiene que deslizar la pantalla a la izquierda o a la derecha. Para saber más de un local, solo hay que deslizarla hacia arriba y se despliega la carta, o hacia abajo para ver si hay algún amigo allí. La gente parece que encuentra las otras recomendaciones, pero las cartas y los amigos no. No lo entiendo.	¿Por qué crees que puede ser?
No lo sé. ¿Habría que añadir prestaciones? Quizá poner una flecha a cada lado y añadir una etiqueta que diga lo que hacer.	Eso está muy bien. Pero ¿por qué las llamas prestaciones? Las acciones ya pueden hacerlas. ¿No están las prestaciones ya ahí?
Sí, te entiendo. Pero las prestaciones no eran visibles. Las he puesto visibles.	Muy cierto. Has añadido una señal de lo que hacer.
Sí, ¿no es lo que acabo de decir?	No exactamente. Las has llamado prestaciones aunque no presten nada nuevo: significan lo que hacer y dónde hacerlo. Así que llámalas por su nombre: «significantes».
Ah, ya lo entiendo. Pero ¿por qué los diseñadores nos preocupamos entonces por las prestaciones? Quizá deberíamos centrar nuestra atención en los significantes.	Tienes mucha razón. La comunicación es una clave para el buen diseño, y los significantes son una de las claves para una buena comunicación.
Ah. Ahora entiendo mi confusión. Sí, un significante es lo que significa. Es una señal. Ahora queda clarísimo y obvio.	Las ideas más profundas siempre son obvias una vez que se entienden.

Mapeo

El mapeo es un término técnico, sacado de las matemáticas, que se refiere a la relación entre los elementos de dos conjuntos de cosas. Supongamos que hay muchas luces en el techo de un aula o de un auditorio y una hilera de interruptores en la pared, al frente de la sala. El mapeo de los interruptores y las luces especifica qué interruptor controla qué luz.

FIGURA 1.6. Significantes en una pantalla táctil. Las flechas y los iconos son significantes: facilitan señales sobre las funciones admitidas en esta guía de restaurantes. Deslizarse a la izquierda o a la derecha abre nuevas recomendaciones de restaurantes.

Deslizarse hacia arriba deja a la vista la carta del restaurante que se está mostrando; al deslizarse hacia abajo, se ven los amigos que recomiendan el restaurante.

El mapeo es un concepto importante en el diseño y en la disposición de controles y de pantallas. Cuando el mapeo utiliza la correspondencia espacial entre la disposición de los controles y los dispositivos que han de controlarse, resulta fácil determinar cómo utilizarlos. Al manejar un coche, giramos el volante en el sentido de las agujas del reloj para que el coche gire a la derecha: la parte superior del volante se mueve en la misma dirección que el coche. Cabe destacar que podrían haberse tomado otras decisiones. En los primeros coches, la conducción se controlaba mediante varios dispositivos, como cañas de timón, manubrios y riendas. Ahora, algunos vehículos utilizan palancas, casi como en un juego de ordenador. En los coches que usaban cañas de timón, el manejo se asemejaba mucho al de un barco: mover la caña a la izquierda suponía girar a la derecha. Los tractores, la maquinaria de construcción (como excavadoras y grúas) y los tanques militares que tienen orugas en vez de ruedas utilizan controles independientes para la velocidad y para la dirección de cada oruga: para girar a la derecha, la oruga izquierda aumenta de velocidad, mientras que la oruga derecha se ralentiza o incluso se invierte. Así es como se maneja también una silla de ruedas.

Todos estos mapeos para el control de vehículos funcionan porque cada uno de ellos tiene un modelo conceptual convincente de cómo afecta el funcionamiento del control al vehículo. Por tanto, si aceleramos la rueda izquierda de una silla de ruedas y al mismo tiempo detenemos la rueda derecha, es fácil imaginar que la silla pivotará sobre la rueda derecha y describirá un círculo hacia la derecha. En una barca, podemos entender el funcionamiento del timón al percatarnos de que empujar la caña hacia la izquierda hace que el timón de la embarcación se mueva hacia la derecha y la fuerza resultante del agua sobre el timón ralentice el lado derecho del barco, haciendo que este gire hacia la derecha. Da igual que esos modelos conceptuales sean precisos o no: lo que importa es que ofrezcan una manera clara de recordar y de entender los mapeos. La relación entre un control y sus resultados es más fácil de aprender si existe un mapeo entendible entre los controles, las acciones y el resultado pretendido.

El mapeo natural (y con esto me refiero a aprovechar analogías espaciales) conduce a una comprensión inmediata. Por ejemplo, para mover un objeto hacia arriba, movemos el control hacia arriba. Para que sea más fácil determinar qué control funciona con qué luz en una sala grande o en un auditorio, se colocarán esos controles siguiendo la misma disposición que las luces. Algunos mapeos naturales son culturales o biológicos, como es el caso del estándar universal de que mover una mano hacia arriba significa más y moverla hacia abajo significa menos, y por eso es pertinente utilizar la posición vertical para representar la intensidad o la cantidad. Otros mapeos naturales se infieren de los principios de la percepción y permiten

la agrupación o la disposición naturales de los controles, así como la retroalimentación. La agrupación y la proximidad son principios importantes de la psicología de la Gestalt que pueden utilizarse para mapear controles y funciones: hay que agrupar controles que guarden relación entre sí. Los controles deberían estar cerca del elemento que se maneje con ellos.

Cabe destacar que hay muchos mapeos que parecen «naturales» pero que en realidad son específicos de una cultura en particular: lo que es natural para una cultura no tiene por qué serlo para otra. En el capítulo 3 comento cómo ven el tiempo diferentes culturas, algo que tiene implicaciones considerables para algunos tipos de mapeos.

FIGURA 1.7. Buen mapeo: mando para ajustar asiento de automóvil. Este es un ejemplo excelente de mapeo natural. El control tiene la forma del propio asiento: el mapeo es directo. Para elevar el respaldo del asiento, hay que subir el respaldo del botón. Para que el asiento se recline, se vuelve a bajar el botón. El mismo principio podría aplicarse a objetos mucho más comunes. Este control en concreto es de Mercedes-Benz, aunque esta forma de mapeo la utilizan ya muchas empresas automovilísticas. (Fotografía del autor).

Un dispositivo es fácil de utilizar cuando el conjunto de acciones posibles está visible, cuando los controles y pantallas aprovechan los mapeos naturales. Los principios son sencillos, pero raras veces se incorporan en el diseño. Un buen diseño se preocupa por el comportamiento de la gente, lo comprende y lo tiene en cuenta en la planificación y en la ideación.

Retroalimentación

¿Quién no ha visto a alguien en un ascensor dándole repetidas veces al botón de subir, o a una persona pulsar una y otra vez el botón del paso de peatones en un semáforo? ¿Quién no ha llegado con el coche a una intersección y ha tenido que esperar una cantidad de tiempo excesiva a que cambie una señal de tráfico, mientras se preguntaba si los circuitos habrían detectado o no la presencia del vehículo (un problema común con las bicicletas)? Lo que falta en todos esos casos es retroalimentación: alguna manera de hacernos saber que el sistema está procesando nuestra petición.

La retroalimentación (la comunicación de los resultados de una acción) es un concepto muy conocido perteneciente al ámbito científico de la teoría del control y de la información. Incluso una tarea tan sencilla como agarrar un vaso con la mano requiere de retroalimentación para dirigir la mano correctamente, sujetar el vaso y levantarlo. Una mano mal colocada derramará el contenido del vaso; una sujeción demasiado fuerte lo romperá, y una sujeción demasiado floja permitirá su caída. El sistema nervioso humano está equipado con numerosos mecanismos de retroalimentación, entre los que se incluyen sensores visuales, auditivos y táctiles, así como sistemas vestibulares y propioceptivos que monitorizan la postura corporal y los movimientos de músculos y de extremidades. Dada la importancia de la retroalimentación, resulta fascinante cuántos productos la pasan por alto.

La retroalimentación ha de ser inmediata: un retraso de tan solo una décima de segundo puede resultar desconcertante. Si el retraso es demasiado largo, la gente suele abandonar y pasar a otra actividad; a las personas les habrá resultado molesto, pero además puede suponer un desperdicio de recursos, dado que el sistema invertirá un tiempo y un esfuerzo considerables en satisfacer la petición, y al hacerlo se encontrará con que el supuesto receptor ya no está ahí. La retroalimentación ha de ser también informativa. Muchas empresas intentan ahorrar utilizando luces o generadores de sonido baratos como retroalimen-

tación. Esos destellos de luz o pitidos simples suelen ser más molestos que útiles. Nos dicen que ha pasado algo, pero aportan muy poca información sobre qué ha sido, y ninguna en absoluto sobre lo que debemos hacer al respecto. Cuando la señal es auditiva, en muchos casos ni siquiera estamos seguros de qué dispositivo ha generado el sonido. Si la señal es una luz, se nos puede escapar a no ser que tengamos los ojos fijos en el lugar correcto y en el momento adecuado. Una mala retroalimentación puede ser peor que una falta de retroalimentación, ya que puede distraer, no informar de nada o, en muchos casos, ser irritante y generar agobio.

Un exceso de retroalimentación es en ocasiones incluso más molesto que su escasez. A mi lavavajillas le gusta pitar a las tres de la madrugada para decirme que ha acabado, echando así por tierra mi objetivo de ponerlo a funcionar en mitad de la noche para no molestar a nadie (y para consumir energía más barata). No obstante, lo peor de todo es una retroalimentación inadecuada o imposible de interpretar. Conocemos bien la irritación que provoca el típico copiloto «comeorejas», hasta el punto de que a menudo utilizamos esa figura para bromear. Un comeorejas puede tener razón, pero sus indicaciones y comentarios llegan a ser tan numerosos y constantes que, en vez de ayudar, se convierten en una distracción muy molesta. Las máquinas que dan demasiada retroalimentación son como esas personas: vernos sometidos a luces intermitentes constantes, o a anuncios de texto, voces, pitidos o golpecitos, no solo puede suponer una distracción, sino que además puede ser peligroso. Si las comunicaciones son excesivas, la gente las obvia, o incluso las desactiva si es posible, lo que implica que las informaciones críticas o importantes acabarán pasándose por alto. La retroalimentación es esencial, pero no cuando se interpone en el camino de otras cosas, incluido un entorno calmado y relajante.

Un mal diseño de la retroalimentación puede ser el resultado de decisiones orientadas a reducir costes, aunque le compliquen más la vida a la gente. En vez de utilizar múltiples señales luminosas, pantallas informativas o ricos sonidos musicales con patrones variables, poner el foco en la reducción de costes obliga a que el diseño utilice una sola luz o un sonido para transmitir varios tipos de información. Cuando la decisión es usar una luz, quizá un destello signifique una cosa, dos destellos rápidos sean otra distinta, un destello largo indique otro estado diferente y un destello largo seguido por uno breve, otro más. Cuando la decisión es utilizar un sonido, con mucha frecuencia se elige el dispositivo sonoro más barato, uno que solo puede producir un pitido de alta frecuencia. Al igual que con las luces, la única manera de indicar diferentes estados de la máquina es usar pitidos con diferentes patrones. ¿Qué significan todos esos patrones distintos? ¿Cómo podemos aprendérnoslos y recordarlos? No ayuda que cada máquina utilice un patrón diferente de luces o pitidos, ni que a veces los mismos patrones signifiquen cosas contradictorias en distintas máquinas. Todos los pitidos suenan parecido, así que a menudo es imposible saber siquiera qué máquina nos está hablando.

La retroalimentación ha de estar planificada. Todas las acciones tienen que recibir una confirmación, aunque de manera discreta, sin molestar. La retroalimentación también debe clasificarse por prioridad, de manera que la información irrelevante se presente con discreción, pero las señales importantes se expongan de un modo que llame la atención. En caso de grandes emergencias, incluso las señales importantes deben estar clasificadas por prioridad. Si todos los dispositivos indican una gran emergencia, la cacofonía resultante no conseguirá nada. Los constantes pitidos y alarmas de una maquinaria pueden resultar peligrosos. En muchas emergencias, los trabajadores tienen que invertir un tiempo muy valioso apagando todas las alarmas porque los sonidos interfieren en la concentración requerida para solucionar el problema: salas de operaciones en hospitales, áreas de urgencias, salas de control en centrales nucleares, cabinas de avión… Todos pueden acabar siendo lugares confusos, irritantes y peligrosos por un exceso de retroalimentación o de alarmas y por una codificación de mensajes incompatible. La retroalimentación es esencial, pero debe llevarse a cabo de una manera correcta y adecuada.

Modelos conceptuales

Un modelo conceptual es una explicación, por lo general muy simplificada, de cómo funciona algo; no tiene por qué ser completa, ni siquiera precisa, siempre que resulte útil. Los archivos, carpetas e iconos que se muestran en una pantalla de ordenador ayudan a la gente a crear el modelo conceptual de los documentos y de las carpetas que hay en el aparato, o de las aplicaciones que residen en la pantalla, a la espera de que se los invoque. En realidad, dentro del ordenador no hay carpetas: se trata de conceptualizaciones eficaces diseñadas para que sean más fáciles de usar. Sin embargo, a veces esas representaciones pueden incrementar la confusión. Al leer un mensaje de correo electrónico o visitar un sitio web, el material parece estar en el dispositivo, pues ahí es donde se muestra y se manipula. Pero de hecho, en muchos casos, el material en sí está «en la nube», ubicada en una máquina lejana. El modelo conceptual es una imagen única y coherente, aunque en realidad puede constar de varias partes, todas ellas emplazadas en máquinas distintas que podrían estar casi en cualquier lugar del mundo. Este modelo simplificado resulta útil para el uso normal, pero si la conexión de red a los servicios en la nube se ve interrumpida, el resultado puede ser confuso; aunque la información siga en la pantalla, el usuario ya no podrá guardarla ni recuperar cosas nuevas: su modelo conceptual no ofrece explicación. Los modelos simplificados solo son válidos si las suposiciones que los sustentan tienen aplicación.

A menudo existen múltiples modelos conceptuales para un producto o dispositivo. Los modelos conceptuales del funcionamiento del frenado regenerativo en un automóvil híbrido o eléctrico son muy diferentes, según se orienten al conductor medio

o al conductor técnicamente sofisticado, y a su vez difieren si son para quienes se encargan del mantenimiento del sistema o para quienes diseñaron el sistema.

Los modelos conceptuales que se recogen en manuales y libros sobre el uso técnico alcanzan a veces un alto nivel de detalle y complejidad. Los que aquí nos ocupan son más sencillos: residen en la mente de las personas que utilizan el producto, por lo que también son «modelos mentales». Los modelos mentales, como su propio nombre indica, son los modelos conceptuales que tiene la gente en su cabeza y que representan su manera de entender el funcionamiento de las cosas. Cada persona puede tener un modelo mental distinto para un mismo elemento. De hecho, una misma persona puede tener múltiples modelos para el mismo elemento, y cada uno de ellos se ocupará de un aspecto diferente de su funcionamiento; a veces, los modelos incluso entran en conflicto.

Los modelos conceptuales suelen inferirse del propio dispositivo. Algunos modelos pasan de una persona a otra; otros proceden de manuales. Normalmente, el dispositivo en sí ofrece poca ayuda, así que el modelo se construye a partir de la experiencia. Con bastante frecuencia, esos modelos son erróneos y por tanto conducen a dificultades a la hora de usar el dispositivo.

Las principales pistas sobre cómo funcionan las cosas surgen de su estructura percibida, y en concreto de significantes, prestaciones, limitaciones y mapeos. En los utensilios destinados al taller, la jardinería y el hogar, las partes más cruciales suelen ser lo bastante visibles como para que se deduzcan de inmediato los modelos conceptuales tanto de su manejo como de su función. Pensemos en unas tijeras: se ve que el número de acciones posibles es limitado. Los agujeros están ahí claramente para meter algo en ellos, y las únicas cosas lógicas que encajan son los dedos; esos agujeros son tanto prestaciones («prestan» la posibilidad de introducir los dedos) como significantes (indican dónde van los dedos). El tamaño de los agujeros implica limitaciones que restringen los dedos posibles: un agujero grande sugiere varios dedos, mientras que uno pequeño sugiere solo uno. Los propios agujeros significan y limitan el mapeo entre agujeros y dedos (esto es, el conjunto de posibles acciones). Por otro lado, el manejo no es sensible a la colocación de los dedos: si utilizas los dedos equivocados (o la mano equivocada), las tijeras funcionarán, pero no de manera cómoda. El manejo de las tijeras se deduce porque sus partes operativas son visibles y las implicaciones están claras. El modelo conceptual es obvio y hay un uso eficaz de significantes, prestaciones y limitaciones.

FIGURA 1.8. Reloj digital Junghans Mega 1000 radiocontrolado. No existe un buen modelo conceptual para entender el funcionamiento de mi reloj. Tiene cinco botones sin ninguna indicación sobre lo que hacen. Y sí, los botones hacen cosas distintas en sus diferentes modos. Pero es un reloj de aspecto muy bonito y siempre da la hora exacta porque comprueba las señales horarias de radios oficiales (la fila superior de la pantalla es la fecha: miércoles, 20 de febrero, la octava semana del año). (Fotografía del autor).

¿Qué ocurre cuando el dispositivo no sugiere un buen modelo conceptual? Pensemos en mi reloj digital de cinco botones: dos en el borde superior, dos en el inferior y uno en el lado izquierdo (figura 1.8). ¿Para qué es cada botón? ¿Cómo se fija la hora? No hay manera de saberlo; no existe una relación evidente entre los controles de manejo y las funciones, ni hay limitaciones ni mapeos aparentes. Además, los botones tienen múltiples modos de uso. Dos de los botones hacen cosas distintas en función de si se pulsan rápido o se mantienen presionados varios segundos. Algunas funciones requieren que se pulsen varios botones a la vez. La única manera de saber cómo funciona el reloj es leer el manual, una y otra vez. En las tijeras, al mover el mango se mueve la hoja. El reloj no ofrece ninguna relación visible entre los botones y las acciones posibles, ninguna relación discernible entre las acciones y los resultados finales. Me gusta mucho ese reloj: lástima que no pueda recordar todas sus funciones.

Los modelos conceptuales son valiosos para facilitar la comprensión, predecir cómo se comportarán las cosas y averiguar qué hacer cuando las cosas no salen como estaba previsto. Un buen modelo conceptual nos permite predecir los efectos de nuestras acciones. Sin un buen modelo, funcionamos de cabeza, a ciegas; llevamos a cabo el manejo del producto como nos han dicho que lo hagamos; no sabemos apreciar del todo por qué, qué efectos esperar ni qué hacer si las cosas salen mal. Mientras las cosas funcionen como deben, nos las apañamos. Sin embargo, si se tuercen o llegamos a una situación desconocida, necesitaremos un mayor conocimiento, un buen modelo.

Para los objetos cotidianos, los modelos conceptuales no tienen que ser muy complejos. Después de todo, las tijeras, los bolígrafos y los interruptores de luz son dispositivos bastante sencillos. No es necesario entender la física ni la química subyacentes a cada dispositivo que tengamos a nuestra disposición, solo la relación entre los controles y los resultados. Si el modelo que se nos presenta es inadecuado o equivocado (o, peor, inexistente), podemos tener dificultades. Ahora voy a hablar de mi frigorífico.

Antes tenía un frigorífico normal con dos compartimentos. Nada muy sofisticado. El problema era que no podía fijar la temperatura en condiciones. Solo tenía dos posibilidades: ajustar la temperatura del compartimento del congelador y ajustar la temperatura del compartimento de los alimentos frescos. Y había dos mandos, uno con la etiqueta «congelador» y el otro con la de «frigorífico». ¿Cuál era el problema?

Bueno, será mejor que lo advierta: los mandos no eran independientes. El control del congelador afectaba también a la temperatura de los alimentos frescos, y el control de los alimentos frescos afectaba también al del congelador. Además, el manual avisaba de que había que «dejar siempre veinticuatro (24) horas para que la temperatura se estabilice si se manipulan los mandos por primera vez o se hace algún ajuste».

Era complicadísimo regular la temperatura de mi antiguo frigorífico. ¿Por qué? Porque los mandos sugerían un modelo conceptual falso. Dos compartimentos, dos mandos: eso indicaba que cada mando era responsable de la temperatura del compartimento que llevaba su nombre; es el modelo conceptual que se muestra en la figura 1.10A. Y no era así. De hecho, solo había un termostato y solo un mecanismo de refrigeración. Con un mando se ajustaba la configuración del termostato y con el otro, la proporción relativa de aire frío que se enviaba a cada uno de los compartimentos del frigorífico. Por eso interactuaban los dos mandos; este modelo conceptual se muestra en la figura 1.10B. Además, debía haber un sensor de temperatura, pero no tenía manera de saber dónde estaba ubicado. Con el modelo conceptual sugerido por los mandos, ajustar las temperaturas era casi imposible y resultaba siempre frustrante. Con el modelo conceptual correcto, la vida siempre es más fácil.

FIGURA 1.9. Mandos del frigorífico. Dos compartimentos (alimentos frescos y congelador) y dos mandos (en la unidad de alimentos frescos). Nuestra tarea: supongamos que el congelador está demasiado frío y la sección de alimentos frescos está bien. ¿Cómo ajustar los mandos para que el congelador aumente de temperatura y los alimentos frescos se mantengan igual? (Fotografía del autor).

¿Por qué el fabricante sugiere el modelo conceptual equivocado? Nunca lo sabremos. En los veinticinco años transcurridos desde la publicación de la primera edición de este libro, he recibido muchas cartas de personas que me agradecían que les explicase el funcionamiento de su confuso frigorífico, y sin embargo el fabricante nunca se ha puesto en contacto conmigo (General Electric). Quizá los diseñadores pensaran que el modelo correcto era demasiado complejo, que el modelo que estaban ofreciendo era más fácil de entender. Pero con el modelo conceptual equivocado era imposible ajustar los controles. Y aunque estoy convencido de saber cuál era el modelo correcto, aun así nunca pude ajustar con precisión las temperaturas porque el

diseño del frigorífico hacía imposible descubrir qué mando controlaba el sensor de temperatura, cuál la proporción relativa de aire frío y en qué compartimento estaba el sensor. La falta de retroalimentación inmediata para las acciones tampoco ayudaba: se tardaban veinticuatro horas en saber si el nuevo ajuste era el adecuado. No debería ser necesario llevar un cuaderno de laboratorio ni hacer experimentos controlados únicamente para fijar la temperatura de un frigorífico.

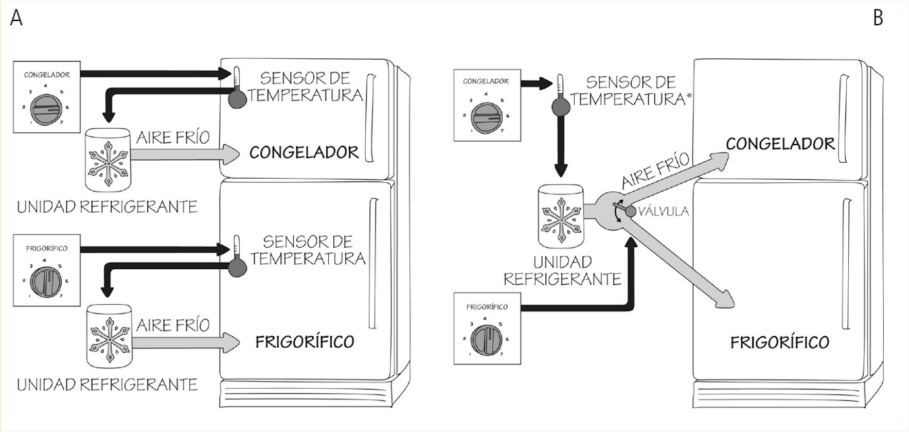


FIGURA 1.10. Dos modelos conceptuales para un frigorífico. El modelo conceptual A corresponde a la imagen del sistema del frigorífico según se deduce de los mandos. Cada mando determina la temperatura de la parte mencionada del frigorífico. Eso significa que cada compartimento tiene su propio sensor de temperatura y su propia unidad de refrigeración. Y no es así. El modelo conceptual correcto se muestra en la imagen B. No hay manera de saber dónde está el sensor de temperatura, por lo que

se muestra fuera del frigorífico. El mando del congelador determina la temperatura del congelador (¿será entonces ahí donde se ubique el sensor?). El mando del frigorífico determina cuánto aire frío va al congelador y cuánto al frigorífico.

Me alegra decir que ya no tengo ese frigorífico. Por el contrario, tengo uno que dispone de dos controles separados, uno en el compartimento de los alimentos frescos y otro en el compartimento del congelador. Ambos mandos están bien calibrados en grados y etiquetados con el nombre del compartimento que controlan. Los compartimentos son independientes: fijar la temperatura de uno no tiene ningún efecto en la temperatura del otro. Esta solución, pese a ser ideal, es más costosa. No obstante, hay soluciones mucho menos caras que también son viables. Con los sensores y motores actuales, de bajo coste, debería ser posible tener una única unidad de refrigeración con una válvula manejada por un motor que controlase la proporción relativa de aire frío dirigida a cada compartimento. Un chip informático sencillo y barato podría regular la unidad refrigerante y la posición de la válvula, de modo que las temperaturas de los dos compartimentos se ajustasen a sus objetivos. ¿Un poco más de trabajo para el equipo de diseño de ingeniería? Sí, pero el resultado merecería la pena. Lástima, porque General Electric sigue vendiendo ese frigorífico con esos mismos controles y mecanismos que provocan tanta confusión. La fotografía de la figura 1.9 es de un frigorífico contemporáneo, sacada en una tienda durante la preparación de este libro.

La imagen del sistema

La gente crea modelos mentales de sí misma, de otras personas, del entorno y de las cosas con las que interactúa. Se trata de modelos conceptuales formados a través de la experiencia, de la formación y de la instrucción. Dichos modelos sirven de guía para ayudar a alcanzar nuestros objetivos y a entender el mundo.

¿Cómo formamos un modelo conceptual adecuado para los dispositivos con los que interactuamos? No podemos hablar con el diseñador, así que dependemos de la información que tengamos disponible: cómo es el dispositivo, qué sabemos gracias al uso de cosas similares en el pasado, qué se nos ha dicho en las comunicaciones comerciales (a cargo de vendedores y en anuncios, en artículos que hayamos leído, en el sitio web del producto y en los manuales de instrucción). A la información combinada disponible yo la llamo «imagen del sistema». Cuando la imagen del sistema no es coherente o adecuada, como en el caso del frigorífico, el usuario no puede usar el dispositivo con facilidad. Si es incompleta o contradictoria, habrá problemas.

Tal y como se ilustra en la figura 1.11, el diseñador del producto y la persona que utiliza el producto forman en cierto modo vértices desconectados de un triángulo. El modelo conceptual del diseñador es la concepción que el diseñador tiene del producto y ocupa un vértice del triángulo. El producto en sí ya no está con el diseñador, así que queda aislado, como un

segundo vértice, quizá apoyado en la encimera de la cocina del usuario. La imagen del sistema es lo que puede percibirse a partir de la estructura física que se haya construido (y que incluye documentación, instrucciones, significantes y cualquier dato disponible en sitios web y a través de teléfonos de ayuda). El modelo conceptual del usuario se deriva de la imagen del sistema, mediante la interacción con el producto, la lectura, la búsqueda de información en Internet y cualquier manual proporcionado. El diseñador espera que el modelo del usuario sea idéntico al modelo del diseño, pero dado que los diseñadores no pueden comunicarse directamente con los usuarios, la carga de la comunicación recae totalmente en la imagen del sistema.

FIGURA 1.11. El modelo del diseñador, el modelo del usuario y la imagen del sistema. El modelo conceptual del diseñador es la concepción que tiene el diseñador del aspecto, el tacto y el manejo de un producto. La imagen del sistema es lo que puede deducirse de la estructura física que se ha construido (documentación incluida). El modelo mental del usuario se desarrolla mediante la interacción con el producto y con la imagen del sistema.

En la figura 1.11 se ve por qué la comunicación es un aspecto tan importante del buen diseño. Da igual lo brillante que sea un producto: si la gente no puede utilizarlo, recibirá malas críticas. Depende del diseñador ofrecer la información adecuada para que el producto sea entendible y usable. Lo más importante es facilitar un buen modelo conceptual que guíe al usuario cuando las cosas vayan mal. Con un buen modelo conceptual, la gente podrá averiguar lo que ha ocurrido y corregir las cosas que salgan mal. Sin un buen modelo conceptual, al usuario le resultará complicado y por lo general lo empeorará todo.

Los buenos modelos conceptuales son la clave de un producto entendible y disfrutable, y la buena comunicación es la clave de los buenos modelos conceptuales.

La paradoja de la tecnología

La tecnología ofrece el potencial de hacer la vida más fácil y más agradable. Toda nueva tecnología proporciona mayores beneficios. Al mismo tiempo, las complejidades que se van añadiendo aumentan nuestra dificultad y nuestra frustración con la tecnología. El problema de diseño que plantean los avances tecnológicos es enorme. Pensemos en el reloj de pulsera. Hace unas décadas, los relojes eran sencillos: lo único que había que hacer era fijar la hora y mantener el reloj con cuerda. El control estándar estaba en el eje: una rosca o corona en el lateral del reloj. Al girar la rosca se daba cuerda al muelle que proporcionaba la potencia necesaria para el movimiento del reloj. Tirar de la rosca hacia fuera y girarla hacía rotar las manecillas. Las acciones eran fáciles de aprender y de hacer. Había una relación razonable entre el giro de la rosca y el giro resultante de las manecillas. El diseño incluso tenía en cuenta el error humano. En su posición normal, girar el eje daba cuerda al muelle real del reloj. El eje había que sacarlo para que así se encajaran los engranajes que ajustaban la hora. Un giro accidental del eje no suponía ningún perjuicio.

Los relojes de antaño eran instrumentos caros, fabricados a mano. Se vendían en joyerías. Con el tiempo, tras la introducción de la tecnología digital, el coste de los relojes disminuyó rápidamente mientras que su precisión y su fiabilidad aumentaban. Los relojes se convirtieron en herramientas disponibles en una amplia variedad de estilos y de formas, y con una cantidad de funciones cada vez mayor. Se vendían relojes en todas partes, desde tiendas de barrio hasta tiendas de artículos deportivos o

electrónicos. Por otro lado, se incorporaban relojes de precisión en muchos aparatos, desde teléfonos hasta teclados musicales: mucha gente no sentía ya la necesidad de llevar reloj. Los relojes se abarataron lo suficiente como para que una persona corriente pudiese tener múltiples unidades. Pasaron a ser accesorios de moda, y te cambiabas de reloj con cada cambio de actividad o de ropa.

En el reloj digital moderno, en vez de dar cuerda al muelle, cambiamos la batería, o en el caso de los relojes solares, nos aseguramos de que reciban su dosis semanal de luz. La tecnología ha permitido más funciones: el reloj puede decirnos el día de la semana, el mes y el año; puede actuar como cronómetro (una función que, en sí misma, tiene múltiples funciones más) y ofrece cuenta regresiva y alarma (una o dos); tiene la capacidad de enseñarnos la hora de diferentes zonas horarias; y puede actuar como contador e incluso como calculadora. Mi reloj, que se muestra en la figura 1.8, tiene muchas funciones, e incluso incorpora un receptor de radio que le permite fijar la hora según señales de radio oficiales de todo el mundo. Pese a ello, es mucho menos complejo que buena parte de los relojes existentes. Algunos incluyen brújulas integradas y barómetros, acelerómetros y medidores de temperatura; otros tienen GPS y receptores de Internet, de manera que pueden mostrar el clima y las noticias, enseñar mensajes de correo y las últimas actualizaciones de las redes sociales; algunos más incorporan cámaras; algunos funcionan con botones, con ruedas, con el movimiento o con el habla; los hay que detectan gestos. El reloj ya no es solo un instrumento para dar la hora: se ha convertido en una plataforma para mejorar múltiples actividades y estilos de vida.

Las funciones añadidas causan problemas. ¿Cómo pueden encajarse todas esas funciones en un tamaño pequeño y fácil de llevar? No hay respuestas sencillas. Muchas personas han resuelto la cuestión no usando reloj. En vez de eso, usan el móvil. Un móvil cumple todas las funciones mucho mejor que un diminuto reloj y además da la hora.

Imaginemos ahora un futuro en el que el teléfono no sustituya al reloj, sino que los dos se fundan y quizá se lleven en la muñeca, o en la cabeza, a modo de gafas, con una pantalla añadida. El teléfono, el reloj y los componentes de un ordenador formarán todos una sola unidad. Tendremos pantallas flexibles que solo mostrarán una cantidad nimia de información en su estado normal, pero que podrán desplegarse hasta alcanzar un tamaño considerable. Los proyectores serán tan pequeños y ligeros que podrán integrarse en relojes o teléfonos (o quizá en anillos y otras piezas de joyería), para proyectar las imágenes en cualquier superficie práctica. O quizá nuestros dispositivos no tengan pantallas, sino que nos susurren en voz baja los resultados al oído, o sencillamente utilicen cualquier pantalla que esté a mano en el momento: las pantallas situadas en la superficie trasera de los asientos de coches y aviones, televisores de hoteles, cualquiera que haya a mano. Los dispositivos serán capaces de hacer muchas cosas útiles, pero me temo que también serán frustrantes: demasiadas cosas que manejar y demasiado poco espacio para controles o significantes. La solución obvia es utilizar gestos exóticos o comandos de habla, pero ¿cómo los vamos

a aprender, y luego a recordar? Tal y como comentaré más adelante, la mejor solución es que existan estándares acordados, de manera que solo tengamos que aprender el manejo una vez; pero como también comentaré, acordar algo así es un proceso complejo, con muchas fuerzas en conflicto que complican la rápida resolución del asunto. Veremos.

La misma tecnología que simplifica la vida al ofrecer más funciones en todos los dispositivos complica también la vida al hacer los dispositivos más difíciles de conocer y de usar. Esta es la paradoja de la tecnología y el reto del diseñador.

El desafío del diseño

El diseño requiere de esfuerzos cooperativos entre múltiples disciplinas. El número de disciplinas distintas necesarias para generar un producto de éxito es abrumador. Un gran diseño exige grandes diseñadores, pero con eso no basta: hace falta también una gran gestión, porque la parte más dura de generar un producto es la coordinación de las muchas disciplinas independientes, todas ellas con diferentes objetivos y prioridades. Cada una de esas disciplinas tiene una perspectiva distinta de la importancia relativa de los muchos factores que conforman un producto. Según una disciplina, el producto ha de ser usable y entendible; otra afirma que ha de ser atractivo; y otra más dice que tiene que ser asequible. El dispositivo, además, ha de ser fiable y susceptible de fabricarse y de mantenerse; debe poderse distinguir de productos de la competencia y estar por encima en cuanto a aspectos cruciales como el precio, la fiabilidad, el aspecto y las funciones que ofrezca. Por último, la gente tiene que adquirirlo. Da igual lo bueno que sea un producto si, al final, nadie lo utiliza.

Con bastante frecuencia, las distintas disciplinas creen que su contribución en concreto es la más importante: «El precio, el precio junto con estas funciones», afirma el representante de *marketing*. «Que sea fiable», insisten los ingenieros. «Tenemos que poder fabricarlo en nuestras instalaciones actuales», dicen los responsables de la fabricación. «Seguimos recibiendo llamadas en el servicio de asistencia. Hay que resolver esos problemas en el diseño», comentan los de asistencia técnica. «No puedes poner todo eso junto y que el producto sea razonable», dice el equipo de diseño. ¿Quién lleva razón? Todo el mundo: el producto de éxito ha de satisfacer todos esos requisitos.

La parte complicada es convencer a unos de que entiendan el punto de vista de los otros, de que abandonen la visión de su disciplina y piensen en el diseño desde la perspectiva de la persona que compra el producto y de quien lo usa, que a menudo son personas distintas. El punto de vista empresarial también es importante, porque da igual lo magnífico que sea el producto si no lo compra la gente suficiente. Cuando un producto no vende, normalmente la empresa tiene que dejar de fabricarlo, por muy genial que sea. Pocas empresas pueden mantener el enorme coste que supone conservar con vida un producto nada rentable

el tiempo suficiente para que las ventas alcancen la rentabilidad; en el caso de productos nuevos, ese periodo de tiempo suele medirse en años, y a veces en décadas, como ocurrió con la adopción de los televisores de alta definición.

Diseñar bien no es fácil. El fabricante quiere algo cuya producción sea económica. La tienda quiere algo atractivo para sus clientes. El comprador tiene varias exigencias. En la tienda, el comprador se centra en el precio y en el aspecto, y quizá en el valor de prestigio. Una vez en su casa, esa misma persona prestará más atención a la funcionalidad y a la usabilidad. El servicio de mantenimiento se ocupa de las posibilidades de reparación: ¿cómo de fácil es desmontar, diagnosticar y reparar el dispositivo? Las necesidades de las partes implicadas son distintas y a menudo entran en conflicto. En cualquier caso, si el equipo de diseño cuenta con representantes de todas las secciones, presentes al mismo tiempo, suele ser posible llegar a soluciones que satisfagan todas las necesidades. Cuando las disciplinas operan de forma independiente unas de otras es cuando se producen los choques y las deficiencias más graves. El desafío consiste en utilizar los principios del diseño centrado en las personas para generar resultados positivos, productos que mejoren la vida y que incrementen nuestro placer y nuestro disfrute. El objetivo es crear un gran producto, uno que tenga éxito y que les encante a los clientes. Y eso es posible.

---

[2] Todas las citas y referencias que se recogen en el libro aparecen en versión de la traductora del texto. En cualquier caso, se han mantenido las citas y referencias bibliográficas originales (en cuanto a títulos, fechas de publicación y páginas), para no crear ninguna confusión. En la bibliografía final del libro se recogen todas las obras originales en inglés, acompañadas, en su caso, de las referencias a sus traducciones al español, para facilitar su consulta. (*N. de la T.*).

[3] El psicólogo perceptual J. J. Gibson inventó el término *prestación* (*affordance*) para explicar cómo la gente se movía por el mundo (Gibson, 1979). Yo introduje el término en el ámbito del diseño de interacciones en la primera edición de este libro (Norman, 1988). Desde entonces, la cantidad de escritos generados en torno a la prestación ha sido enorme. La confusión sobre el modo adecuado de utilizar el término me llevó a introducir el concepto de «significante» en el libro *Living with Complexity* (Norman, 2010), concepto comentado en el presente libro, especialmente en los capítulos 1 y 4.

02

La psicología de las acciones cotidianas

Durante una estancia con mi familia en Inglaterra, alquilamos una casa amueblada mientras sus propietarios estaban fuera. Un día, nuestra casera regresó a la casa a por unos documentos personales. Fue hasta un mueble archivador antiguo de metal y trató de abrir el cajón de arriba. No había manera. Lo movió adelante y atrás, a la derecha y a la izquierda, arriba y abajo, sin éxito. Me ofrecí a ayudarla. Zarandeé el cajón. Luego, retorcí el panel frontal, empujé fuerte y golpeé el panel con la palma de una mano. El cajón del archivador se deslizó y se abrió. «Vaya. Lo siento. Se me dan fatal las cosas mecánicas», dijo la señora. No, lo había interpretado al revés; era la cosa mecánica la que debía haberse disculpado y haber dicho algo como: «Lo siento. Se me da fatal la gente».

Mi casera tenía dos problemas. En primer lugar, aunque tenía un objetivo claro (recoger unos documentos personales) e incluso un plan para conseguir ese objetivo (abrir el cajón superior del archivador, donde estaban guardados esos papeles), una vez que el plan fracasó, no tenía ni idea de qué hacer. Pero además tenía un segundo problema: pensaba que el fallo residía en su propia incapacidad, se culpaba a sí misma, equivocadamente.

¿Cómo podía ayudar yo? Primero, me negué a aceptar la falsa acusación de que la culpa fuese de la casera: para mí, era claramente culpa de la mecánica del viejo archivador, que impedía que se abriese el cajón. En segundo lugar, yo tenía un modelo conceptual del funcionamiento del mueble, con un mecanismo interno que mantenía la puerta cerrada en su uso normal, y la convicción de que el mecanismo del archivador probablemente estuviese mal alineado. Ese modelo conceptual me proporcionó un plan: zarandear el cajón. Fracasó. Eso me llevó a modificar mi plan: quizá el zarandeo había sido adecuado, pero no lo bastante intenso, así que recurrí a la fuerza bruta para intentar volver a alinear bien el archivador. Aunque me pareció que funcionaba (el cajón se movió ligeramente), siguió sin abrirse. Entonces pasé a la herramienta más potente empleada por los

expertos de todo el mundo: golpeé el archivador. Y sí, el cajón se abrió. En mi cabeza (sin ninguna prueba), decidí que el golpe había sacudido el mecanismo lo suficiente como para permitir la apertura del cajón.

Este ejemplo subraya los temas del presente capítulo. En primer lugar, ¿cómo hace la gente las cosas? Es fácil aprender unos cuantos pasos básicos para llevar a cabo acciones con nuestras tecnologías (y sí, incluso un archivador es tecnología). Pero ¿qué ocurre cuando las cosas salen mal? ¿Cómo detectamos que no están funcionando, y cómo sabemos en ese caso qué hacer? Para ayudar a entender todo eso, primero indago en la psicología humana y en un sencillo modelo conceptual de cómo la gente selecciona sus acciones y luego las evalúa. Esto nos lleva a comentar el papel que juegan la comprensión (mediante un modelo conceptual) y las emociones: el placer cuando las cosas funcionan bien y la frustración cuando se truncan nuestros planes. Por último, concluyo resumiendo cómo se traducen las lecciones de este capítulo en principios del diseño.

Cómo hace la gente las cosas: los abismos de ejecución y de evaluación

Cuando la gente utiliza algo, se enfrenta a dos abismos: el de ejecución, en el que trata de averiguar cómo funciona ese algo; y el de evaluación, en el que trata de averiguar qué ha ocurrido (figura 2.1).[4] El papel del diseñador es ayudar a la gente a tender puentes para salvar esos dos abismos.

FIGURA 2.1. Los abismos de ejecución y de evaluación. Cuando la gente se topa con un dispositivo, se enfrenta a dos abismos: el de ejecución, en el que trata de averiguar cómo utilizarlo, y el de evaluación, en el que trata de averiguar en qué estado se encuentra el dispositivo y si sus acciones han conducido a su objetivo.

En el caso del mueble archivador, había unos elementos visibles que ayudaban a salvar el abismo de ejecución cuando todo funcionaba a la perfección. El tirador del cajón claramente significaba que había que tirar y el deslizador del tirador indicaba cómo liberar el cierre que normalmente mantenía el cajón en su sitio. Sin embargo, cuando esas acciones fallaron, se abrió un abismo enorme: ¿qué otras acciones podían llevarse a cabo para abrir el cajón?

Al principio, tender un puente sobre el abismo de evaluación fue fácil. Es decir, se liberó el cerrojo y se pudo usar el tirador, pero no pasó nada. La falta de acción significó un fracaso a la hora de alcanzar el objetivo. Sin embargo, cuando se intentaron otros movimientos, como retorcer y tirar del cajón, el archivador no ofreció más información sobre si me estaba acercando a ese objetivo.

El abismo de evaluación refleja la cantidad de esfuerzo que tiene que hacer la persona para interpretar el estado físico del dispositivo y determinar cómo de bien se han cumplido las expectativas y las intenciones. El abismo es pequeño cuando el dispositivo ofrece información sobre su estado de una forma fácil de captar y de interpretar y acorde al modo en que la persona concibe el sistema. ¿Cuáles son los principales elementos del diseño que ayudan a salvar el abismo de evaluación? La retroalimentación y un buen modelo conceptual.

Los abismos se presentan en muchos dispositivos. Curiosamente, muchas personas experimentan dificultades, que las personas justifican culpándose a sí mismas. En el caso de dispositivos que creen que deben ser capaces de utilizar (grifos, mandos de temperatura de frigoríficos, cocinas), se limitan a pensar: «Qué tonto estoy». En el caso de dispositivos de aspecto complicado (máquinas de coser, lavadoras, relojes digitales o casi cualquier control digital), se rinden sin más, pues deciden que son incapaces de entenderlos. Ambas explicaciones están equivocadas. Se trata de cosas de uso doméstico cotidiano. Ninguna de ellas tiene una estructura subyacente compleja. Las dificultades residen en su diseño, no en la gente que intenta utilizarlas.

¿Cómo puede el diseñador ayudar a salvar esos dos abismos? Para responder a esa pregunta, necesitamos escarbar más profundamente en la psicología de la acción humana. No obstante, las herramientas básicas ya se han comentado: el abismo de ejecución lo salvamos usando significantes, limitaciones, mapeos y un modelo conceptual; el abismo de evaluación, mediante el uso de retroalimentación y de un modelo conceptual.

Las siete fases de la acción

En una acción hay dos partes: la ejecución de la acción y la evaluación de los resultados. Hacer e interpretar. Tanto la ejecución como la evaluación requieren de la comprensión: entender cómo funciona el elemento en cuestión y qué resultados produce. Y tanto la ejecución como la evaluación pueden afectar a nuestro estado emocional.

Supongamos que estoy sentado en mi sillón, leyendo un libro. Está anocheciendo y la luz es cada vez más tenue. Mi actividad actual es la lectura, pero ese objetivo está empezando a fallar por el descenso de iluminación. Esa constatación desencadena un nuevo objetivo: conseguir más luz. ¿Cómo lo hago? Tengo muchas opciones. Puedo descorrer las cortinas, moverme para sentarme donde haya más luz o quizá encender alguna lámpara cercana. Esa es la fase de planificación: determinar cuál de los muchos posibles planes de acción seguir. Pero incluso después de decidir encender una lámpara cercana, aún me quedará determinar cómo lograrlo. Puedo pedirle a alguien que lo haga por mí, puedo usar la mano izquierda o la derecha. E incluso después de decidir un plan, todavía tendré que especificar cómo llevarlo a cabo. Al final, tendré que ejecutar (hacer) la acción. Cuando llevo a cabo un acto frecuente, uno para el que tengo experiencia y destrezas suficientes, la mayoría de esas fases son subconscientes. Cuando aún estoy aprendiendo a hacer algo, determinar el plan, especificar la secuencia e interpretar el resultado son fases conscientes.

Supongamos que estoy conduciendo mi coche y mi plan de acción me exige hacer un giro a la izquierda en una intersección. Si soy un conductor experimentado, no tendré que prestar demasiada atención consciente para especificar ni para llevar a cabo la secuencia de acciones. Pensaré «izquierda» y ejecutaré sin problemas la secuencia de acciones requerida. Sin embargo, si estoy aprendiendo a conducir, tendré que pensar en los distintos componentes de la acción por separado. Tendré que frenar y comprobar qué coches hay detrás y alrededor, qué coches y peatones hay por delante y si hay algún semáforo o señal de tráfico que deba obedecer. Tendré que mover los pies entre los pedales y llevar una mano a los intermitentes y de nuevo al volante (mientras trato de recordar cómo me dijo mi profesor de autoescuela que debía colocar las manos al hacer un giro), y mi atención visual estará dividida entre todas las actividades que me rodean, a veces mirando al frente, otras girando la cabeza y otras usando el espejo retrovisor y los laterales. Para el conductor experto, todo es fácil y directo. Al conductor principiante la tarea le parece imposible.

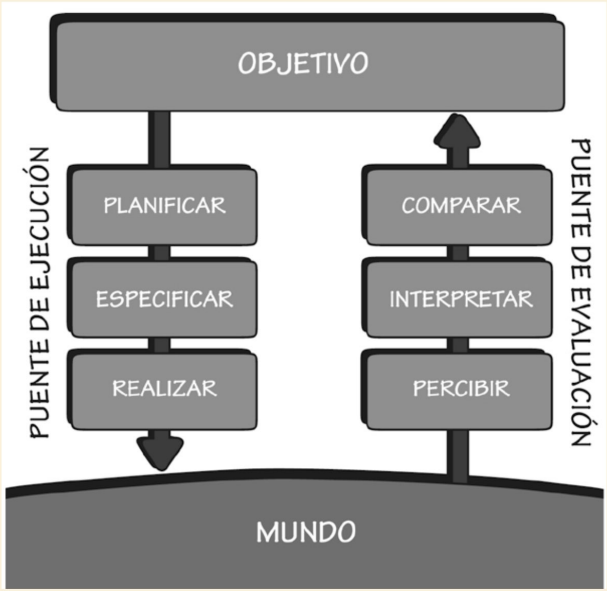


FIGURA 2.2. Las siete fases del ciclo de acción. Al reunir todas las fases se obtienen las tres fases de ejecución (planificar, especificar y realizar), las tres fases de evaluación (percibir, interpretar y comparar) y, por supuesto, el objetivo: siete fases en total.

Las acciones concretas tienden un puente entre lo que nos gustaría haber hecho (nuestros objetivos) y todas las posibles acciones físicas para conseguir esos objetivos. Después de especificar qué acciones llevar a cabo, debemos hacerlas: las fases de ejecución. Hay tres fases de ejecución que se derivan del objetivo: planificar, especificar y realizar (el lado izquierdo de la figura 2.2). Evaluar lo que ha ocurrido tiene tres fases: primero, percibir qué ha pasado en el mundo; segundo, tratar de darle sentido (interpretarlo); y por último, comparar lo que ha ocurrido con lo que se pretendía (la parte derecha de la figura 2.2).

Ahí lo tenemos. Siete fases de acción: una para el objetivo, tres para la ejecución y tres para la evaluación (figura 2.2).

1. **Objetivo** (conformar el objetivo)
2. **Planificar** (la acción)
3. **Especificar** (una secuencia de acciones)
4. **Realizar** (la secuencia de acciones)
5. **Percibir** (el estado del mundo)
6. **Interpretar** (la percepción)
7. **Comparar** (el resultado con el objetivo)

El ciclo de acción en siete fases está simplificado, pero ofrece un marco útil para comprender la acción humana y para guiar el diseño. Ha demostrado ser útil para diseñar la interacción. No toda la actividad de las distintas fases es consciente. Los objetivos suelen serlo, pero incluso eso puede ser inconsciente. Podemos llevar a cabo muchas acciones, movernos en círculos repetidas veces por las distintas fases, mientras permanecemos en una feliz inconsciencia sobre lo que estamos haciendo. Solo cuando nos topamos con algo nuevo o llegamos a un punto muerto, a algún problema que interrumpe el flujo normal de la actividad, se requiere nuestra atención consciente.

La mayor parte del comportamiento no exige que pasemos por todas las fases en una secuencia; sin embargo, muchas actividades no quedarán satisfechas con acciones únicas. Tendrán que darse numerosas secuencias, y la actividad en su conjunto quizá dure horas o incluso días. Existen múltiples bucles de retroalimentación en los que los resultados de una actividad se utilizan para guiar actividades nuevas, en los que los objetivos conducen a subobjetivos y los planes llevan a subplanes. Hay actividades en las que los objetivos se olvidan, o se descartan o se reformulan.

Volvamos a mi acto de encender la luz. Se trata de un caso de comportamiento condicionado por los acontecimientos: la secuencia comienza con el mundo, que provoca la evaluación del estado y la formulación de un objetivo. El desencadenante fue un evento ambiental: la falta de luz, que complicó la lectura. Eso llevó a una infracción del objetivo de leer, lo que condujo a un subobjetivo: conseguir más luz. No obstante, leer no era el objetivo de mayor nivel. Ante cualquier objetivo hay que pre-

guntarse siempre: «¿Por qué existe este objetivo?». ¿Por qué estaba yo leyendo? Quería preparar un plato siguiendo una receta nueva, así que necesitaba volver a leerla antes de empezar. Leer, por tanto, era un subobjetivo. Aunque cocinar también lo era: yo estaba cocinando para comer, lo que a su vez tenía como objetivo satisfacer mi hambre. Por tanto, la jerarquía de objetivos era más o menos la siguiente: satisfacer el hambre, comer, cocinar, leer el libro de cocina, conseguir más luz. Esto se denomina análisis de causa raíz: preguntarse «¿por qué?» hasta llegar a la causa última y fundamental de la actividad.

El ciclo de acción puede empezar desde arriba, estableciendo un nuevo objetivo, en cuyo caso hablaremos de comportamiento condicionado por objetivos. En esta situación, el ciclo comienza con el objetivo y luego pasa por las tres fases de ejecución. Pero el ciclo de acción también puede empezar desde abajo y verse desencadenado por algún evento del mundo, en cuyo caso hablaremos o bien de comportamiento condicionado por datos o de comportamiento condicionado por eventos. En esta situación, el ciclo comienza con el entorno, con el mundo, y luego pasa por las tres fases de evaluación.

En muchas actividades cotidianas, los objetivos y las intenciones no están bien especificados: son oportunistas, más que planificados. Las acciones oportunistas son aquellas en las que el comportamiento aprovecha las circunstancias. Más que implicarnos en un proceso extenso de planificación y de análisis, vamos pasando por las actividades diarias y hacemos cosas conforme surge la oportunidad. Así, quizá no hayamos previsto probar una cafetería nueva o hacerle una pregunta a una amiga. Más bien, vamos avanzando por las actividades del día y, si nos encontramos cerca de esa cafetería o vemos a esa amiga, permitimos que la oportunidad desencadene la actividad pertinente. De otro modo, a lo mejor nunca llegaríamos a esa cafetería o no le haríamos esa pregunta a nuestra amiga. En tareas cruciales, hacemos esfuerzos especiales por garantizar su cumplimiento. Las acciones oportunistas son menos precisas y certeras que los objetivos e intenciones especificados, pero generan menos esfuerzo mental, menos molestias y quizá más interés. Algunos de nosotros ajustamos nuestra vida en torno a la expectativa de las oportunidades. Y a veces, incluso en el caso de comportamientos condicionados por objetivos, tratamos de crear eventos en el mundo que aseguren que se complete la secuencia. Por ejemplo, en ocasiones, cuando tengo que hacer una tarea importante, le pido a alguien que me ponga un plazo límite. Utilizo la cercanía de ese plazo para desencadenar el trabajo. Quizá no me ponga de verdad a trabajar ni a hacer la tarea hasta unas horas antes de que se cumpla el plazo, pero lo importante es que la tarea en cuestión se haga. Este autodesencadenamiento de impulsores externos es totalmente compatible con el análisis en siete fases.

Las siete fases ofrecen una guía para el desarrollo de nuevos productos o servicios. Los abismos son lugares de partida obvios, pues los dos, el de ejecución y el de evaluación, ofrecen la oportunidad de mejorar el producto. El truco está en desarrollar capacidades de observación para detectarlos. La mayoría de la innovación se hace como una mejora gradual de productos ya

guntarse siempre: «¿Por qué existe este objetivo?». ¿Por qué estaba yo leyendo? Quería preparar un plato siguiendo una receta nueva, así que necesitaba volver a leerla antes de empezar. Leer, por tanto, era un subobjetivo. Aunque cocinar también lo era: yo estaba cocinando para comer, lo que a su vez tenía como objetivo satisfacer mi hambre. Por tanto, la jerarquía de objetivos era más o menos la siguiente: satisfacer el hambre, comer, cocinar, leer el libro de cocina, conseguir más luz. Esto se denomina análisis de causa raíz: preguntarse «¿por qué?» hasta llegar a la causa última y fundamental de la actividad.

El ciclo de acción puede empezar desde arriba, estableciendo un nuevo objetivo, en cuyo caso hablaremos de comportamiento condicionado por objetivos. En esta situación, el ciclo comienza con el objetivo y luego pasa por las tres fases de ejecución. Pero el ciclo de acción también puede empezar desde abajo y verse desencadenado por algún evento del mundo, en cuyo caso hablaremos o bien de comportamiento condicionado por datos o de comportamiento condicionado por eventos. En esta situación, el ciclo comienza con el entorno, con el mundo, y luego pasa por las tres fases de evaluación.

En muchas actividades cotidianas, los objetivos y las intenciones no están bien especificados: son oportunistas, más que planificados. Las acciones oportunistas son aquellas en las que el comportamiento aprovecha las circunstancias. Más que implicarnos en un proceso extenso de planificación y de análisis, vamos pasando por las actividades diarias y hacemos cosas conforme surge la oportunidad. Así, quizá no hayamos previsto probar una cafetería nueva o hacerle una pregunta a una amiga. Más bien, vamos avanzando por las actividades del día y, si nos encontramos cerca de esa cafetería o vemos a esa amiga, permitimos que la oportunidad desencadene la actividad pertinente. De otro modo, a lo mejor nunca llegaríamos a esa cafetería o no le haríamos esa pregunta a nuestra amiga. En tareas cruciales, hacemos esfuerzos especiales por garantizar su cumplimiento. Las acciones oportunistas son menos precisas y certeras que los objetivos e intenciones especificados, pero generan menos esfuerzo mental, menos molestias y quizá más interés. Algunos de nosotros ajustamos nuestra vida en torno a la expectativa de las oportunidades. Y a veces, incluso en el caso de comportamientos condicionados por objetivos, tratamos de crear eventos en el mundo que aseguren que se complete la secuencia. Por ejemplo, en ocasiones, cuando tengo que hacer una tarea importante, le pido a alguien que me ponga un plazo límite. Utilizo la cercanía de ese plazo para desencadenar el trabajo. Quizá no me ponga de verdad a trabajar ni a hacer la tarea hasta unas horas antes de que se cumpla el plazo, pero lo importante es que la tarea en cuestión se haga. Este autodesencadenamiento de impulsores externos es totalmente compatible con el análisis en siete fases.

Las siete fases ofrecen una guía para el desarrollo de nuevos productos o servicios. Los abismos son lugares de partida obvios, pues los dos, el de ejecución y el de evaluación, ofrecen la oportunidad de mejorar el producto. El truco está en desarrollar capacidades de observación para detectarlos. La mayoría de la innovación se hace como una mejora gradual de productos ya

guntarse siempre: «¿Por qué existe este objetivo?». ¿Por qué estaba yo leyendo? Quería preparar un plato siguiendo una receta nueva, así que necesitaba volver a leerla antes de empezar. Leer, por tanto, era un subobjetivo. Aunque cocinar también lo era: yo estaba cocinando para comer, lo que a su vez tenía como objetivo satisfacer mi hambre. Por tanto, la jerarquía de objetivos era más o menos la siguiente: satisfacer el hambre, comer, cocinar, leer el libro de cocina, conseguir más luz. Esto se denomina análisis de causa raíz: preguntarse «¿por qué?» hasta llegar a la causa última y fundamental de la actividad.

El ciclo de acción puede empezar desde arriba, estableciendo un nuevo objetivo, en cuyo caso hablaremos de comportamiento condicionado por objetivos. En esta situación, el ciclo comienza con el objetivo y luego pasa por las tres fases de ejecución. Pero el ciclo de acción también puede empezar desde abajo y verse desencadenado por algún evento del mundo, en cuyo caso hablaremos o bien de comportamiento condicionado por datos o de comportamiento condicionado por eventos. En esta situación, el ciclo comienza con el entorno, con el mundo, y luego pasa por las tres fases de evaluación.

En muchas actividades cotidianas, los objetivos y las intenciones no están bien especificados: son oportunistas, más que planificados. Las acciones oportunistas son aquellas en las que el comportamiento aprovecha las circunstancias. Más que implicarnos en un proceso extenso de planificación y de análisis, vamos pasando por las actividades diarias y hacemos cosas conforme surge la oportunidad. Así, quizá no hayamos previsto probar una cafetería nueva o hacerle una pregunta a una amiga. Más bien, vamos avanzando por las actividades del día y, si nos encontramos cerca de esa cafetería o vemos a esa amiga, permitimos que la oportunidad desencadene la actividad pertinente. De otro modo, a lo mejor nunca llegaríamos a esa cafetería o no le haríamos esa pregunta a nuestra amiga. En tareas cruciales, hacemos esfuerzos especiales por garantizar su cumplimiento. Las acciones oportunistas son menos precisas y certeras que los objetivos e intenciones especificados, pero generan menos esfuerzo mental, menos molestias y quizá más interés. Algunos de nosotros ajustamos nuestra vida en torno a la expectativa de las oportunidades. Y a veces, incluso en el caso de comportamientos condicionados por objetivos, tratamos de crear eventos en el mundo que aseguren que se complete la secuencia. Por ejemplo, en ocasiones, cuando tengo que hacer una tarea importante, le pido a alguien que me ponga un plazo límite. Utilizo la cercanía de ese plazo para desencadenar el trabajo. Quizá no me ponga de verdad a trabajar ni a hacer la tarea hasta unas horas antes de que se cumpla el plazo, pero lo importante es que la tarea en cuestión se haga. Este autodesencadenamiento de impulsores externos es totalmente compatible con el análisis en siete fases.

Las siete fases ofrecen una guía para el desarrollo de nuevos productos o servicios. Los abismos son lugares de partida obvios, pues los dos, el de ejecución y el de evaluación, ofrecen la oportunidad de mejorar el producto. El truco está en desarrollar capacidades de observación para detectarlos. La mayoría de la innovación se hace como una mejora gradual de productos ya

existentes. ¿Qué ocurre con las ideas radicales, las que introducen en el mercado categorías nuevas de productos? Estas últimas llegan cuando nos replanteamos los objetivos y nos preguntamos constantemente cuál es el objetivo real: eso se denomina análisis de causa raíz.

Theodor Levitt, profesor de *Marketing* en la Harvard Business School, señaló una vez: «La gente no quiere comprar un taladro de medio centímetro. ¡Lo que quiere es tener un boquete de medio centímetro!».[5] No obstante, el ejemplo del taladro de Levitt, con el que se insinúa que el objetivo es en realidad el boquete, solo es correcto en parte. Cuando la gente va a una tienda a comprar un taladro, ese no es su verdadero objetivo. ¿Por qué iba a querer alguien tener un boquete de medio centímetro? Claramente, eso es un objetivo intermedio. Quizá la persona en cuestión quiera colgar estantes en la pared. Levitt acabó la frase demasiado pronto.

Cuando entiendes que lo que quiere la gente en realidad no es el taladro, te das cuenta de que quizá tampoco quiera el boquete: lo que quiere es montar unas estanterías. ¿Por qué no desarrollar métodos que no necesiten boquetes? O quizá libros que no necesiten estanterías (sí, lo sé: libros electrónicos, *e-books*).

Pensamiento humano: principalmente subconsciente

¿Por qué necesitamos conocer la mente humana? Porque las cosas están diseñadas para que la gente las use, y sin entender en profundidad a la gente, los diseños pueden ser defectuosos, difíciles de usar y difíciles de entender. Por eso resulta útil pensar en las siete fases de la acción. La mente es más complicada de comprender que las acciones. Muchos de nosotros empezamos creyendo que entendemos tanto el comportamiento humano como la mente humana. Al fin y al cabo, todos somos humanos: hemos vivido con nosotros mismos toda la vida, y nos gusta pensar que nos entendemos a nosotros mismos. Pero lo cierto es que no. Buena parte del comportamiento humano es producto de procesos subconscientes. No reparamos en ellos. Como resultado, muchas de nuestras creencias sobre cómo se comportan las personas son erróneas, incluidas creencias sobre nosotros mismos. Por eso tenemos múltiples ciencias sociales y conductuales, con una buena pizca de matemáticas, economía, ciencia informática, ciencia de la información y neurociencia.

Pensemos en el siguiente experimento sencillo. Hay que hacer los tres pasos:

1. Mueve el segundo dedo de una mano.
2. Mueve el tercer dedo de la misma mano.
3. Describe qué has hecho de manera distinta las dos veces.

Superficialmente, la respuesta parece sencilla: he pensado en mover los dedos y se han movido. La diferencia es que he pensado en un dedo distinto cada vez. Sí, eso es cierto. Pero ¿cómo se ha transmitido ese pensamiento a una acción, a los comandos que provocan que distintos músculos del brazo controlen los tendones que mueven los dedos? Eso queda totalmente oculto a la consciencia.

La mente humana es complejísima: ha evolucionado durante un largo periodo de tiempo con numerosas estructuras especializadas. El estudio de la mente es el sujeto de múltiples disciplinas, incluidas las ciencias conductuales y sociales, la ciencia cognitiva, la neurociencia, la filosofía y las ciencias de la información y la informática. Pese a los cuantiosos avances en nuestro conocimiento, aún quedan muchos misterios pendientes de conocer. Uno de esos misterios afecta a la naturaleza de las actividades conscientes y de las inconscientes, y la distinción entre ambas. La mayor parte de las actividades del cerebro es subconsciente, está oculta bajo la consciencia. Lo único consciente es el nivel superior, lo que yo llamo nivel «reflexivo».

La atención consciente es necesaria para aprender la mayoría de las cosas, pero tras el aprendizaje inicial, la práctica y el estudio continuados (a veces durante miles de horas y a lo largo de años) producen lo que los psicólogos denominan «sobreaprendizaje». Una vez que se ha sobreaprendido una habilidad, el desempeño parece hacerse sin esfuerzo, de forma automática, con poca consciencia o ninguna. Por ejemplo, respondamos a estas preguntas:

¿Cuál es el número de teléfono de tu amiga?
¿Cuál es el número de teléfono de Beethoven?
¿Cuál es la capital de:
→ Brasil?
→ Gales?
→ Estados Unidos?
→ Estonia?

Pensemos en cómo hemos respondido. Las respuestas que ya conocíamos nos habrán venido de inmediato a la cabeza, aunque sin ser conscientes de cómo ha ocurrido. Sencillamente, «sabíamos» la respuesta. Incluso las que hayamos dicho mal nos habrán venido sin ser conscientes. Quizá hayamos sido conscientes de alguna duda, pero no de cómo la respuesta ha aparecido en nuestra mente. Respecto a los países para los que no conocíamos la respuesta, seguramente hayamos sabido que desconocíamos la capital de inmediato, sin esfuerzo. Y aunque supiéramos que sí la sabíamos pero no la recordábamos, no habremos sabido cómo sabíamos eso, ni lo que estaba pasando mientras intentábamos recordar.

Quizá hayamos tenido problemas con el número de teléfono de una amiga porque la mayoría hemos delegado en nuestra tecnología la tarea de recordar los teléfonos. Yo no me sé el teléfono de nadie y apenas recuerdo el mío. Cuando quiero llamar a alguien, me limito a buscar rápido entre mis contactos y hago que mi teléfono inicie la llamada; o pulso el botón 2 del teléfono unos segundos y se marca automáticamente el teléfono de mi casa; o, si estoy en el coche, puedo decir sin más: «Llamar a casa». ¿Cuál es el número? No lo sé, lo sabe mi tecnología. ¿Consideramos a nuestra tecnología una extensión de nuestros sistemas de memoria? ¿De nuestros procesos de pensamiento? ¿De nuestra mente?

¿Y el número de teléfono de Beethoven? Si le preguntase a mi ordenador, tardaría muchísimo, porque tendría que buscar entre toda la gente que conozco para ver si alguna de esas personas es Beethoven. Sin embargo, nosotros habremos descartado de inmediato esa pregunta por no tener sentido. No conocemos personalmente a Beethoven, y en cualquier caso está muerto. Además, murió a principios del siglo XIX y el teléfono no se inventó hasta finales de ese siglo. ¿Cómo sabemos lo que no sabemos tan rápido? Y aun así, algunas cosas que sí sabemos tardamos mucho en recuperarlas. Por ejemplo, respondamos a lo siguiente:

> En tu antepenúltima casa, al entrar por la puerta principal, ¿el pomo estaba a la izquierda o a la derecha?[6]

Ahora tendremos que enfrascarnos en una resolución de problemas consciente y reflexiva, primero para recordar de qué casa estamos hablando y luego para saber cuál es la respuesta correcta. La mayoría de la gente sabe determinar qué casa era, pero tiene dificultades para responder a la pregunta porque es capaz de visualizar de inmediato el pomo a ambos lados de la puerta. La manera de solucionar el problema es imaginarse haciendo alguna actividad, como acercarnos a la puerta con las dos manos cargadas de paquetes pesados: ¿cómo abriríamos la puerta? Otra opción es visualizarnos dentro de la casa, corriendo hacia la puerta para abrírsela a una visita. Por lo general, uno de esos escenarios imaginados facilitará la respuesta. No obstante, cabe destacar lo diferente que ha sido la recuperación del recuerdo en esta pregunta con respecto a las anteriores. Todas estas preguntas afectaban a la memoria a largo plazo, aunque de formas muy distintas. Las primeras preguntas afectaban al recuerdo de información fáctica, lo que se denomina «memoria declarativa». La última pregunta podría haberse respondido objetivamente, pero por lo general es más fácil responderla recordando las actividades llevadas a cabo para abrir la puerta. Eso se llama «memoria procedimental». Me remito a los comentarios sobre la memoria humana del capítulo 3.

Caminar, hablar, leer. Montar en bici o conducir un coche. Cantar. Dominar todas esas destrezas implica un tiempo y una práctica considerables, pero a menudo, una vez controladas, se hacen de manera muy automática. Para los expertos, solo las situaciones especialmente difíciles o inesperadas requieren de una atención consciente.

Dado que solo somos conscientes del nivel reflexivo del procesamiento consciente, tendemos a creer que todo el pensamiento humano es consciente, pero no es así. También tendemos a creer que el pensamiento puede separarse de la emoción, y eso

también es falso. La cognición y la emoción no pueden separarse. Los pensamientos cognitivos conducen a emociones; las emociones conducen a pensamientos cognitivos. El cerebro está estructurado para actuar ante el mundo, y todas las acciones conllevan expectativas y esas expectativas generan emociones. Por eso gran parte del lenguaje está basado en metáforas físicas; por eso el cuerpo y su interacción con el entorno son elementos esenciales del pensamiento humano.

La emoción está sumamente infravalorada. En realidad, el sistema emocional es un potente sistema de procesamiento de información que funciona en tándem con la cognición. La cognición trata de verle sentido al mundo; la emoción le asigna valor. Es el sistema emocional el que determina si una situación es segura o amenazante, si algo que está ocurriendo es bueno o malo, deseable o no. La cognición ofrece entendimiento; la emoción ofrece juicios de valor. Un ser humano al que no le funcione el sistema emocional tendrá dificultades para tomar decisiones. Un ser humano sin sistema cognitivo será disfuncional.

Dado que buena parte del comportamiento humano es subconsciente —es decir, que ocurre sin que la consciencia lo perciba —, a menudo no sabemos lo que vamos a hacer, a decir o a pensar hasta que no ha pasado. Es como si tuviésemos dos mentes: la subconsciente y la consciente, que no siempre hablan entre ellas. ¿No es eso lo que nos han enseñado? Pues es así. Existen cada vez más evidencias que prueban que usamos la lógica y la razón después del hecho, para justificar nuestras decisiones ante nosotros mismos (ante nuestra mente consciente) y ante los demás. ¿Extraño? Sí, pero nada de protestar: a disfrutarlo.

El pensamiento subconsciente empareja patrones; busca la mejor combinación posible entre la experiencia pasada y la actual. Procede con rapidez y de forma automática, sin esfuerzo. El procesamiento subconsciente es uno de nuestros puntos fuertes. Se le da bien detectar tendencias generales, reconocer la relación entre lo que experimentamos ahora y lo que ocurrió en el pasado. Y se le da bien generalizar, hacer predicciones sobre la tendencia general basadas en unos cuantos ejemplos. Sin embargo, el pensamiento subconsciente puede dar con combinaciones que no sean adecuadas o correctas, y quizá no distinga lo común de lo poco frecuente. El pensamiento subconsciente está sesgado por la regularidad y por la estructura, y tiene un poder formal limitado. Puede no ser capaz de manejar la manipulación simbólica, de razonar con minuciosidad en una secuencia de pasos.

El pensamiento consciente es muy distinto. Es lento y laborioso. Ahí es donde sopesamos lentamente las decisiones, pensamos en alternativas, comparamos distintas opciones. El pensamiento consciente se plantea primero este enfoque, luego el otro: compara, racionaliza, busca explicaciones. Lógica formal, matemáticas, teoría de la decisión: todas son herramientas del pensamiento consciente. Tanto el modo consciente como el subconsciente del pensamiento son aspectos potentes y esenciales de la vida humana. Ambos pueden ofrecer golpes de perspicacia y momentos creativos. Y ambos son susceptibles de errores, confusiones y fallos.

La emoción interactúa con la cognición en un plano bioquímico, bañando el cerebro de hormonas, que viajan en el torrente sanguíneo o por conductos cerebrales y modifican el comportamiento de las neuronas. Las hormonas ejercen unos sesgos potentes sobre el funcionamiento cerebral. Así, en situaciones tensas y amenazantes, el sistema emocional desencadena la liberación de hormonas que inclinan al cerebro a centrarse en las partes relevantes del entorno. Los músculos se tensan, preparados para actuar. En situaciones relajadas, no amenazantes, el sistema emocional desencadena la liberación de hormonas que relajan los músculos e inclinan al cerebro hacia la exploración y la creatividad. El cerebro es entonces más propicio a percibir cambios en el entorno, a distraerse con hechos, a unir hechos y conocimiento que antes podía parecer que no guardaban relación.

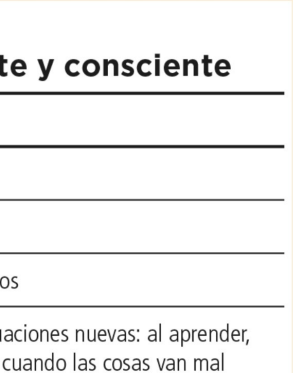
TABLA 2.1.

Sistemas de cognición subconsciente y consciente

Subconsciente	Consciente
Rápido	Lento
Automático	Controlado
Múltiples recursos	Recursos limitados
Controla el comportamiento cualificado	Se invoca en situaciones nuevas: al aprender, estar en peligro, cuando las cosas van mal

Un estado emocional positivo resulta ideal para el pensamiento creativo, aunque no es muy adecuado para conseguir que las cosas se hagan. Cuando ese estado es excesivo, consideramos que la persona es una despistada, que revolotea de un tema a otro,

bro de hormonas, que viajan en el torrente
ronas. Las hormonas ejercen unos sesgos
ntes, el sistema emocional desencadena la
s del entorno. Los músculos se tensan, pre-
nal desencadena la liberación de hormonas
ad. El cerebro es entonces más propicio a
nto que antes podía parecer que no guarda-



no es muy adecuado para conseguir que las
lespistada, que revolotea de un tema a otro,

que es incapaz de acabar una idea antes de que se le venga otra a la cabeza. Un cerebr
la concentración: es justo lo necesario para mantener la atención en una tarea y
caemos en una visión de túnel, en la que la gente es incapaz de mirar más allá de s
positivo y relajado como el estado angustiado, negativo y tenso son herramientas va
la acción humanas. Los extremos de ambos estados, sin embargo, pueden resultar p

Cognición y emoción humanas

La mente y el cerebro son entidades complejas, y siguen siendo objeto de una
explicación valiosa de los niveles de procesamiento en el cerebro, aplicable tanto al
nal, consiste en concebir tres niveles distintos de procesamiento, todos distintos en
Aunque sea una simplificación excesiva y en bruto del procesamiento real, se trata
ayudar a entender el comportamiento humano. El enfoque que utilizo aquí está sac
obra sugería que un modelo aproximado y útil de la cognición y de la emoción hum
procesamiento: visceral, conductual y reflexivo.

El nivel visceral

El nivel más básico de procesamiento se llama «visceral». A veces se lo denomina «
mismas respuestas viscerales; forman parte de los mecanismos de protección básic
juicios rápidos sobre el entorno: bueno o malo, seguro o peligroso. El sistema visce
manera subconsciente, sin una percepción ni un control conscientes. La biología b
pacidad para aprender. El aprendizaje visceral tiene lugar principalmente a través
mediante mecanismos como la adaptación y el condicionamiento clásico. Las respu
Dan lugar al reflejo de sobresalto ante acontecimientos nuevos e inesperados; o ante
mados, como el miedo a las alturas, la aversión a entornos oscuros o muy ruidosos,
por los sabores dulces, etc. Cabe destacar que el nivel visceral responde al presente i
queda relativamente impasible ante el contexto y ante la historia. Este nivel evalúa
ni culpas ni méritos.

que es incapaz de acabar una idea antes de que se le venga otra a la cabeza. Un cerebro en un estado emocional negativo facilita la concentración: es justo lo necesario para mantener la atención en una tarea y acabarla. No obstante, cuando es excesivo caemos en una visión de túnel, en la que la gente es incapaz de mirar más allá de su limitado punto de vista. Tanto el estado positivo y relajado como el estado angustiado, negativo y tenso son herramientas valiosas y potentes para la creatividad y para la acción humanas. Los extremos de ambos estados, sin embargo, pueden resultar peligrosos.

Cognición y emoción humanas

La mente y el cerebro son entidades complejas, y siguen siendo objeto de una considerable investigación científica. Una explicación valiosa de los niveles de procesamiento en el cerebro, aplicable tanto al procesamiento cognitivo como al emocional, consiste en concebir tres niveles distintos de procesamiento, todos distintos entre sí, pero todos funcionando al unísono. Aunque sea una simplificación excesiva y en bruto del procesamiento real, se trata de una aproximación bastante buena para ayudar a entender el comportamiento humano. El enfoque que utilizo aquí está sacado de mi libro *El diseño emocional*. En esa obra sugería que un modelo aproximado y útil de la cognición y de la emoción humanas radicaba en pensar en tres niveles de procesamiento: visceral, conductual y reflexivo.

El nivel visceral

El nivel más básico de procesamiento se llama «visceral». A veces se lo denomina «cerebro reptiliano». Toda la gente tiene las mismas respuestas viscerales; forman parte de los mecanismos de protección básicos del sistema afectivo humano y suponen juicios rápidos sobre el entorno: bueno o malo, seguro o peligroso. El sistema visceral nos permite responder con rapidez y de manera subconsciente, sin una percepción ni un control conscientes. La biología básica del sistema visceral minimiza su capacidad para aprender. El aprendizaje visceral tiene lugar principalmente a través de la sensibilización o la desensibilización, mediante mecanismos como la adaptación y el condicionamiento clásico. Las respuestas viscerales son rápidas y automáticas. Dan lugar al reflejo de sobresalto ante acontecimientos nuevos e inesperados; o ante comportamientos genéticamente programados, como el miedo a las alturas, la aversión a entornos oscuros o muy ruidosos, la aversión a los sabores amargos y el gusto por los sabores dulces, etc. Cabe destacar que el nivel visceral responde al presente inmediato y genera un estado afectivo, y se queda relativamente impasible ante el contexto y ante la historia. Este nivel evalúa la situación sin más: no se asignan causas, ni culpas ni méritos.

El nivel visceral está firmemente emparejado con la musculatura corporal, esto es, el sistema motor. Es lo que provoca que los animales luchen o huyan, o estén relajados. El estado visceral de un animal (o de una persona) puede detectarse a menudo analizando la tensión corporal: un cuerpo tenso equivale a un estado negativo; uno relajado, a uno positivo. Cabe destacar asimismo que a menudo determinamos nuestro propio estado corporal fijándonos en nuestra musculatura. Con frecuencia, autoevaluamos nuestra situación diciendo algo similar a: «Estaba tenso, con los puños apretados, sudando».

FIGURA 2.3. Tres niveles de procesamiento: visceral, conductual y reflexivo. Los niveles visceral y conductual son subconscientes y albergan las emociones básicas. El nivel reflexivo es donde residen el pensamiento consciente y la toma de decisiones, así como el nivel superior de las emociones.

Las respuestas viscerales son rápidas y por completo subconscientes. Solo son sensibles al estado actual de las cosas. La mayoría de los científicos no las llama emociones: son precursoras de las emociones. Basta con ponerse al borde de un precipicio para experimentar una respuesta visceral; o con tumbarse al sol cálido y reconfortante tras una experiencia agradable, quizá una buena comida.

Para los diseñadores, la respuesta visceral consiste en la percepción inmediata: lo agradable de un sonido dulce y armonioso o el arañazo chirriante e irritante de unas uñas sobre una superficie rugosa. Ahí es donde importa el estilo: el aspecto, ya sea sonoro o visual, táctil u oloroso, incita la respuesta visceral. Eso no tiene nada que ver con lo usable, eficaz o entendible que sea el producto. Todo se basa en la atracción o en la repulsión. Los grandes diseñadores utilizan su sensibilidad estética para provocar esas respuestas viscerales.

Los ingenieros y otras personas de lógica tienden a descartar la respuesta visceral como irrelevante. Los ingenieros se enorgullecen de la calidad inherente de su trabajo y se quedan consternados cuando unos productos inferiores venden más «porque tienen mejor pinta». No obstante, todos hacemos ese tipo de juicios, incluso esos ingenieros tan lógicos. Por eso les encantan algunas de sus herramientas y detestan otras. La respuesta visceral importa.

El nivel conductual

En este nivel residen las competencias aprendidas y se desencadena con situaciones que cumplen los patrones adecuados. Las acciones y los análisis de este nivel son en gran medida subconscientes. Incluso aunque por lo general seamos conscientes de nuestras acciones, a menudo no lo somos de los detalles. Cuando hablamos, muchas veces no sabemos lo que vamos a decir hasta que nuestra mente consciente (la parte reflexiva de la mente) nos escucha pronunciar las palabras. Cuando jugamos a algún deporte, estamos preparados para la acción, pero nuestras respuestas se producen demasiado rápido para que haya un control consciente: es el nivel conductual el que asume ese control.

Cuando llevamos a cabo una acción que ya tenemos bien aprendida, lo único que tenemos que hacer es pensar en el objetivo, y el nivel conductual se ocupa de todos los detalles: la mente consciente se percata poco o nada, más allá de generar el deseo de actuar. En realidad, es interesante seguir haciendo pruebas. Vamos a mover la mano izquierda y luego la derecha; y ahora, a sacar la lengua o a abrir la boca. ¿Qué hemos hecho? No lo sabemos. Solo sabemos que hemos «deseado» la acción y ha ocurrido lo que tenía que ocurrir. Podemos hacer cosas incluso más complejas. Levantar una taza y luego, con la misma mano, levantar más objetos. Automáticamente ajustaremos los dedos y la orientación de la mano para que esa tarea sea posible. Solo necesitamos prestar atención consciente si la taza contiene algún líquido que queramos evitar que se derrame. Pero incluso en

ese caso, el verdadero control de los músculos queda más allá de la percepción consciente: si nos concentramos en no derramar el líquido, las manos se ajustarán de forma automática.

Para los diseñadores, el aspecto más crucial del nivel conductual es que todas las acciones van asociadas a una expectativa. Si esperamos un resultado positivo, obtendremos una respuesta afectiva positiva (una «valencia positiva», en jerga científica). Si esperamos un resultado negativo, obtendremos una respuesta afectiva negativa (una «valencia negativa»): temor y esperanza, ansiedad e ilusión. La información incluida en el bucle de retroalimentación de la evaluación confirmará o no esas expectativas, lo que provocará satisfacción o alivio, o decepción o frustración.

Los estados conductuales se aprenden. Dan lugar a un sentimiento de control cuando los resultados se entienden o se conocen bien, y de frustración y de enfado cuando las cosas no salen según lo previsto, en especial cuando no sabemos ni el motivo ni los posibles remedios. La retroalimentación ofrece consuelo, aunque indique un resultado negativo. Una falta de retroalimentación genera una sensación de falta de control que puede resultar inquietante. La retroalimentación es crucial para gestionar las expectativas, y un buen diseño la ofrece. La retroalimentación (el conocimiento de los resultados) permite resolver las expectativas y es fundamental para el aprendizaje y para el desarrollo de un comportamiento experto.

Las expectativas desempeñan un papel importante en nuestra vida emocional. Por eso los conductores se tensan cuando intentan cruzar una intersección antes de que el semáforo se ponga en rojo, o los estudiantes se angustian enormemente antes de un examen. Liberar la tensión causada por la expectación genera una sensación de alivio. El sistema emocional es especialmente sensible a los cambios de estado; así, un cambio a mejor se interpreta de manera positiva aunque solo sea desde un estado muy malo a uno no tan malo, del mismo modo que un cambio se interpreta negativamente aunque sea desde un estado muy positivo a uno en cierto modo menos positivo.

El nivel reflexivo

En el nivel «reflexivo» reside la cognición consciente. Como consecuencia, ahí es donde se desarrolla el entendimiento profundo, donde tienen lugar el razonamiento y la toma consciente de decisiones. Los niveles visceral y conductual son subconscientes, y como resultado responden con rapidez pero sin mucho análisis. La reflexión es cognitiva, profunda y lenta. A menudo tiene lugar después de que se hayan producido los hechos. Consiste en volver a pensar en esos hechos o en observarlos, evaluando las circunstancias, las acciones y los resultados, y a menudo también la culpa o la responsabilidad. Los niveles más elevados de emociones proceden del plano reflexivo, pues es ahí donde se asignan las causas y se fijan las predicciones para el futuro. Añadir elementos causales a eventos experimentados conduce a estados emocionales como la responsabilidad

y el orgullo (cuando damos por sentado que la causa somos nosotros) o la culpa y el elogio (cuando creemos que otra persona o cosa es la causa). La mayoría de nosotros habremos experimentado los profundos altibajos de acontecimientos futuros anticipados, imaginados todos por un sistema cognitivo reflexivo desbocado pero lo bastante intenso para generar las respuestas fisiológicas asociadas a un peligro o a un placer extremos. La emoción y la cognición están estrechamente entrelazadas.

El diseño ha de producirse en todos los niveles: visceral, conductual y reflexivo[7]

Para el diseñador, la reflexión quizá sea el más importante de los niveles de procesamiento. La reflexión es consciente y las emociones producidas en este nivel son las más prolongadas: las que asignan un agente y una causa, como la responsabilidad y la culpa o el elogio y el orgullo. Las respuestas reflexivas forman parte de nuestro recuerdo de los eventos. Los recuerdos duran mucho más que la experiencia inmediata o el periodo de uso, que son los dominios de los niveles visceral y conductual. Es la reflexión la que nos lleva a recomendar un producto, a recomendarles a otros que lo usen o quizá que lo eviten.

Los recuerdos reflexivos suelen ser más importantes que la realidad. Si tenemos una respuesta visceral muy positiva, pero unos problemas de usabilidad decepcionantes en el nivel conductual, al reflexionar sobre el producto es probable que ese nivel reflexivo le dé tanto peso a la respuesta positiva que se obvien las graves dificultades conductuales (de ahí que se diga que «las cosas atractivas funcionan mejor»). De manera similar, demasiada frustración, en especial hacia el final de la fase de uso, hará que nuestra reflexión sobre la experiencia pueda pasar por alto las cualidades viscerales positivas. Los anunciantes confían en que el fuerte valor reflexivo asociado a una marca muy conocida y de alto prestigio sobrepase nuestro propio juicio aunque tengamos una experiencia frustrante con el uso del producto. Las vacaciones suelen recordarse con cariño, pese a que los diarios personales puedan evidenciar una incomodidad y una angustia persistentes.

Los tres niveles de procesamiento trabajan juntos. Todos desempeñan papeles esenciales a la hora de determinar el aprecio o el desprecio de una persona por un producto o servicio. Una mala experiencia con un proveedor de servicios puede arruinar cualquier experiencia futura. Una experiencia magnífica puede compensar deficiencias pasadas. El nivel conductual, que es donde reside la interacción, alberga además todas las emociones basadas en expectativas: la esperanza y el disfrute, la frustración y el enfado. La comprensión se deriva de una combinación de los niveles conductual y reflexivo. El disfrute requiere de los tres niveles. Diseñar en los tres niveles es tan importante que le he dedicado a este tema un libro entero, *El diseño emocional*.

En psicología, se ha debatido largo y tendido sobre qué se da primero: la emoción o la cognición. ¿Corremos y huimos porque ha ocurrido algo que nos ha dado miedo? ¿O tenemos miedo porque nuestra mente consciente y reflexiva percibe que estamos corriendo? El análisis de los tres niveles demuestra que ambas ideas puedan ser correctas. A veces, la emoción llega primero.

Un ruido fuerte e inesperado puede provocar respuestas automáticas viscerales y conductuales que nos hagan huir. Entonces, el sistema reflexivo se observa huyendo y deduce que tiene miedo. Las acciones de correr y de huir ocurren primero y desencadenan una interpretación de miedo.

Sin embargo, a veces tiene lugar primero la cognición. Supongamos que la calle por la que vamos caminando conduce a una zona oscura y estrecha. Nuestro sistema reflexivo puede evocar una serie de amenazas imaginadas acechantes. En algún momento, la representación imaginada de un daño potencial se hace lo bastante amplia para activar el sistema conductual, lo que nos lleva a darnos la vuelta, correr y huir. Ahí es donde la cognición desencadena el miedo y la acción.

En su mayoría, los productos no provocan miedo, carreras ni huidas, pero los dispositivos mal diseñados sí pueden inducir frustración y enfado, una sensación de impotencia y de desesperación, y quizá incluso odio. Los dispositivos bien diseñados pueden inducir orgullo y disfrute, una sensación de placer y de tener el control, y quizá incluso cariño y apego. Los parques de atracciones son expertos en equilibrar las respuestas contradictorias de las fases emocionales; ofrecen atracciones y pasajes del terror que desencadenan respuestas de miedo en los niveles visceral y conductual, mientras que al mismo tiempo, en el nivel reflexivo, dan la tranquilidad de que el parque nunca sometería a nadie a un peligro real.

Los tres niveles de procesamiento funcionan juntos para determinar el estado cognitivo y emocional de una persona. La cognición reflexiva de alto nivel puede desencadenar emociones de nivel inferior. Las emociones de nivel inferior pueden activar la cognición reflexiva de nivel superior.

Las siete fases de la acción y los tres niveles del procesamiento

Las fases de la acción pueden asociarse directamente con los tres niveles del procesamiento, tal y como se muestra en la figura 2.4. En el nivel inferior están los niveles viscerales de la calma o la angustia al aproximarse a una tarea o al evaluar el estado del mundo. A continuación, en el nivel intermedio, están los niveles conductuales movidos por las expectativas en el plano de la ejecución (por ejemplo, esperanza y miedo) y las emociones derivadas de la confirmación de esas expectativas en el plano de la evaluación (por ejemplo, alivio o desesperación). En el nivel superior se encuentran las emociones reflexivas, las que evalúan los resultados en términos de supuestos agentes causales y consecuencias, tanto inmediatas como a largo plazo. Ahí es donde tienen lugar la satisfacción y el orgullo, o quizá la culpa y la ira.

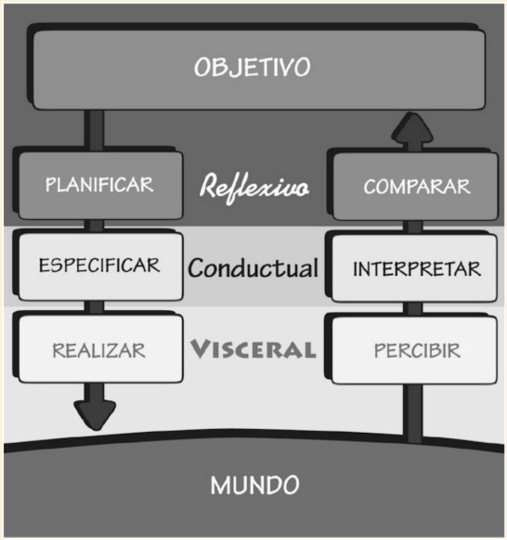


FIGURA 2.4. Niveles de procesamiento y fases del ciclo de acción. La respuesta visceral está en el nivel inferior: el control de músculos sencillos y la percepción del estado del mundo y del cuerpo. El nivel conductual gira en torno a las expectativas, así que reacciona a lo que se espera de la secuencia de acciones y luego a las interpretaciones de la retroalimentación. El nivel reflexivo forma parte de la actividad de configuración del objetivo y del plan, y se ve afectado por la comparación de las expectativas con lo que de verdad ha ocurrido.

Un estado emocional importante es el que acompaña a la inmersión total en una actividad, algo que el científico social Mihály Csíkszentmihályi llamó «flujo». Csíkszentmihályi ha estudiado durante mucho tiempo el modo en que la gente interactúa con su trabajo y con su ocio, y el modo en que su vida refleja esa mezcla de actividades. Las personas pierden la noción del tiempo y del entorno exterior cuando se encuentran en un estado de flujo. Se funden con la tarea que estén haciendo, y esa tarea, además, tiene el nivel justo de dificultad: lo bastante difícil para suponer un desafío y exigir una atención constante, pero no tanto como para evocar frustración y ansiedad.

El trabajo de Csíkszentmihályi demuestra cómo el nivel conductual crea un potente conjunto de respuestas emocionales. Ahí, las expectativas subconscientes establecidas por el plano de la ejecución del ciclo de acción fijan estados emocionales que dependen de dichas expectativas. Cuando los resultados de nuestras acciones se evalúan con respecto a las expectativas, las emociones resultantes afectan a nuestras sensaciones conforme avanzamos entre los múltiples ciclos de acción. Una tarea sencilla, muy por debajo de nuestro nivel de habilidad, facilita que se cumplan las expectativas de que no se presente ningún desafío; se requerirá muy poco esfuerzo de procesamiento o ninguno, lo que conducirá a la apatía o el aburrimiento. Una tarea complicada, muy por encima de nuestras habilidades, conducirá a muchas expectativas fallidas, lo que causará frustración, agobio e impotencia. El estado de flujo se da cuando el reto planteado por la actividad supera solo ligeramente nuestro nivel de habilidad, así que se exige en todo momento una atención plena. El flujo requiere que la actividad no sea ni demasiado fácil ni demasiado complicada con respecto a nuestro nivel de habilidad. La tensión constante emparejada con un progreso y con un éxito continuados puede ser una experiencia de inmersión cautivadora, que a veces durará horas.

Las personas como narradoras

Ahora que hemos explorado cómo se llevan a cabo las acciones y los tres niveles distintos de procesamiento que integran la cognición y la emoción, estamos listos para analizar algunas de las implicaciones.

La gente tiene una disposición innata para buscar las causas de los acontecimientos, para crear explicaciones e historias. Ese es uno de los motivos por los que la narración es un medio tan persuasivo. Las historias rebosan de experiencias personales y ofrecen ejemplos de casos nuevos. A partir de nuestras experiencias y de las historias de otras personas, tendemos a crear generalizaciones sobre cómo se comporta la gente y cómo funcionan las cosas. Atribuimos causas a hechos, y siempre que esos emparejamientos entre causa y efecto tengan sentido, los aceptamos y los utilizamos para comprender hechos futuros. Sin embargo, a menudo esas atribuciones causales son erróneas. A veces se alude a las causas equivocadas, y además para algunas cosas no existe una única causa; más bien, se trata de una cadena compleja de sucesos que contribuyen al resultado: si alguno

de esos sucesos no hubiese ocurrido, el resultado habría sido distinto. Pero incluso cuando no hay un único acto causal, la gente sigue asignando uno.

Los modelos conceptuales son una forma de historia que resulta de nuestra predisposición a buscar explicaciones. Dichos modelos son esenciales para ayudarnos a comprender nuestras experiencias, a predecir el resultado de nuestras acciones y a manejar acontecimientos inesperados. Basamos nuestros modelos en el conocimiento que tenemos, ya sea real o imaginario, inexperto o sofisticado.

Los modelos conceptuales suelen construirse a partir de evidencias fragmentarias, sin entender bien del todo lo que está ocurriendo, y con una especie de psicología ingenua que postula causas, mecanismos y relaciones, incluso cuando no existen. Los modelos fallidos conducen a frustraciones en la vida cotidiana, como en el caso de mi frigorífico imposible de configurar, en el que mi modelo conceptual sobre su funcionamiento (véase de nuevo la figura 1.10A) no se correspondía con la realidad (figura 1.10B). Mucho más serios son los modelos fallidos de sistemas tan complejos como una planta industrial o un avión de pasajeros. Un malentendido ahí puede provocar accidentes devastadores.

Pensemos en el termostato que controla los sistemas de calefacción y de refrigeración de una habitación. ¿Cómo funciona? El termostato medio no ofrece casi ninguna muestra de su funcionamiento, salvo de un modo excesivamente indirecto. Todos sabemos que si la habitación está demasiado fría, debemos poner una temperatura más alta en el termostato y al final notaremos más calor. Cabe destacar que lo mismo ocurre con el control de temperatura en casi cualquier dispositivo cuya temperatura pueda regularse. Si queremos hornear un pastel, habrá que configurar el termostato del horno para que alcance la temperatura deseada.

Cuando estamos en una habitación fría y tenemos prisa por calentarla, ¿se caldeará más rápido si ponemos el termostato a la temperatura máxima posible? O si queremos que el horno alcance su temperatura de horneado más rápido, ¿habrá que girar el mando de la temperatura hasta el máximo y luego bajarlo, cuando se haya alcanzado la temperatura deseada? ¿Para enfriar más rápido una habitación hay que llevar el termostato del aire acondicionado a su valor inferior?

Quien piense que la habitación o el horno se enfriarán o caldearán más rápido llevando el termostato a su valor máximo está equivocado; estará siguiendo una creencia popular errónea sobre los sistemas de calefacción y de refrigeración. Se ha extendido mucho entre la gente la teoría de que el funcionamiento de un termostato es como el de una válvula: el termostato controla cuánto calor (o frío) sale del dispositivo.[8] De ahí que para calentar o enfriar algo con mayor rapidez se crea que hay que colocar el termostato de manera que el dispositivo esté al máximo. La teoría es razonable, y existen dispositivos que

funcionan así, pero ni el sistema de calefacción o de refrigeración de un hogar ni el elemento calorífico de un horno tradicional están entre ellos.

En la mayoría de los hogares, el termostato no es más que un interruptor de encendido y apagado. Por otro lado, muchos de los dispositivos de calefacción y de refrigeración están o totalmente encendidos o totalmente apagados: todo o nada, sin estados intermedios. Como resultado, el termostato encenderá la estufa, el horno o el aire acondicionado por completo, a toda potencia, hasta que se alcance el valor de temperatura configurado; entonces, el termostato apagará la unidad también por completo. Fijar el termostato en un valor extremo no afecta al tiempo que se tarda en alcanzar la temperatura deseada. Y lo que es peor: dado que de ese modo se elude el apagado automático del aparato una vez que se alcanza la temperatura deseada, fijar valores extremos supone sí o sí que la temperatura sobrepase el objetivo. Si la gente estaba incómoda por el frío o por el calor, pasará a estarlo en el otro sentido, y en el proceso se desperdiciará una cantidad considerable de energía.

Pero ¿cómo vamos a saber eso? ¿Qué información nos ayuda a entender cómo funciona el termostato? El problema de diseño con el frigorífico era que no había ninguna ayuda para entenderlo, ninguna manera de conformar un modelo conceptual correcto. De hecho, la información facilitada confundía a la gente, que se formaba un modelo erróneo y bastante inapropiado.

El sentido último de estos ejemplos no es señalar que alguna gente tiene creencias equivocadas, sino destacar que todo el mundo crea historias (modelos conceptuales) para explicar lo que ha observado. En ausencia de información externa, cualquiera puede dejar que su imaginación vuele libre mientras los modelos conceptuales que desarrolle den cuenta de los hechos que percibe. Como resultado, la gente utiliza los termostatos de forma inadecuada, lo que supone hacer unos esfuerzos innecesarios y a menudo generar grandes variaciones de temperatura, desperdiciando con ello energía, cosa que supone un gasto superfluo y un perjuicio para el medio ambiente (más adelante en este capítulo, en la página 101, ofrezco un ejemplo de termostato que sí facilita un modelo conceptual útil).

Echar la culpa a lo que no la tiene

La gente intenta buscar causas para los acontecimientos. Tiende a asignar una relación causal entre dos cosas que ocurren de manera sucesiva. Si en mi casa se desarrolla algún suceso inesperado justo después de haber llevado yo a cabo una acción, seré propenso a deducir que esa acción ha sido la causa del suceso, aunque en realidad no haya ninguna relación entre ambos. De manera similar, si hago algo esperando un resultado y no pasa nada, soy propenso a interpretar esa falta de retroalimentación informativa como un indicio de que no he hecho la acción correctamente; la solución más probable, por tanto, será repetir la acción, pero con más fuerza. ¿Empujo una puerta y no se abre? Pues empujo de nuevo, pero más fuerte. Con los dispositivos

electrónicos, si la retroalimentación se retrasa lo suficiente, la gente suele llegar a la conclusión de que la pulsación no se ha registrado, así que hace la misma acción de nuevo, a veces repetidamente, sin ser consciente de que todas las pulsaciones han quedado registradas. Eso puede provocar resultados indeseados: las pulsaciones repetidas quizá intensifiquen la respuesta mucho más de lo que se pretendía; otra opción es que una segunda petición cancele la primera, de forma que un número impar de pulsaciones genere el resultado deseado, mientras que un número par no llevará a ningún resultado.

La tendencia a repetir una acción cuando el primer intento falla puede ser desastrosa. Ha provocado, por ejemplo, numerosas muertes de gente que intentaba escapar de un edificio en llamas empujando una puerta de salida para abrirla, cuando esa puerta se abría hacia dentro, tirando de ella. Por ello, en muchos países la ley exige que las puertas de espacios públicos se abran hacia fuera y que además funcionen con las llamadas barras antipánico, de forma que se abran automáticamente cuando la gente, en pleno ataque de pánico por intentar escapar de un incendio, la empuje con el cuerpo. Se trata de una aplicación magnífica de una prestación adecuada: véase la puerta de la figura 2.5.

Los sistemas modernos se esfuerzan por ofrecer retroalimentación en 0,1 segundos tras cualquier acción, para garantizar al usuario que la petición se ha recibido. Esto es importante sobre todo cuando la acción puede conllevar una cantidad considerable de tiempo. La presencia de un reloj de arena que se va llenando o de las manecillas giratorias de un reloj es una señal tranquilizadora de que hay trabajo en curso. Cuando puede predecirse un retraso, algunos sistemas ofrecen cálculos de tiempo mientras unas barras de progreso indican cuánto ha avanzado la tarea. Cada vez más sistemas deberían adoptar estas señales visuales para ofrecer una retroalimentación puntual y relevante sobre los resultados.

Según algunos estudios, lo más inteligente es mostrarse conservadores con las predicciones, es decir, indicar que una acción tardará más de lo que de verdad va a tardar. Cuando el sistema calcula la cantidad de tiempo, puede establecer el rango de tiempos posibles. En tal caso, debería mostrar ese rango; o si solo se quiere mostrar un valor, que sea el más lento y prolongado. De ese modo, será viable superar las expectativas, lo que conducirá a un resultado satisfactorio.

FIGURA 2.5. Barras antipánico en puertas. La gente que huye de un incendio moriría si se topase con puertas de salida que se abriesen hacia dentro, porque seguirían intentando empujarlas hacia fuera y, al no funcionar esa acción, empujarían aún más fuerte. El diseño adecuado, ahora exigido por ley en muchos lugares, es el que permite que se abran al empujarlas. He aquí un ejemplo: una estrategia de diseño excelente ante el comportamiento real de la gente, gracias al uso de prestaciones adecuadas unidas a un significante también adecuado, la barra negra que indica dónde empujar. (Fotografía del autor sacada en el Ford Design Center, Universidad del Noroeste).

Cuando cuesta determinar la causa de una dificultad, ¿a qué atribuye la gente la culpa? A menudo, la gente usa sus propios modelos conceptuales del mundo para determinar la relación causal percibida entre el elemento al que culpar y el resultado.

El término *percibida* es crucial: la relación causal no tiene por qué existir; basta con que la persona piense que existe. A veces, el resultado implica atribuir la causa a cosas que no tenían nada que ver con la acción.

Supongamos que intento utilizar un objeto cotidiano y no puedo. ¿De quién es la culpa, mía o del objeto? Tendemos a culparnos a nosotros mismos, sobre todo si otras personas son capaces de usar ese objeto en cuestión. Supongamos que la culpa en realidad es del dispositivo, de manera que mucha gente tiene los mismos problemas. Dado que todo el mundo percibe que el fallo es propio, nadie quiere admitir que tiene un problema. Eso provoca una conspiración de silencio, en la que se mantienen ocultas las sensaciones de culpa y de impotencia entre la gente.

Curiosamente, la tendencia común a autoculparnos por fallos con objetos cotidianos va en contra de las atribuciones normales que nos hacemos a nosotros mismos y a otras personas. Todo el mundo actúa a veces de maneras que parecen raras, extrañas o sencillamente erróneas e inapropiadas. Cuando lo hacemos, tendemos a atribuir nuestro comportamiento al entorno. Cuando vemos a otras personas hacerlo, tendemos a atribuirlo a su personalidad.

He aquí un ejemplo inventado. Imaginemos a Tom, el terror de la oficina. Hoy, Tom ha llegado tarde al trabajo, les ha gritado a sus colegas porque la cafetera de la oficina estaba vacía y luego se ha ido a su despacho y ha cerrado de un portazo. «Ya estamos otra vez», se dicen entre ellos sus colegas y el resto del personal.

Ahora, pensemos en el punto de vista de Tom. «He tenido un día malísimo. Me he levantado tarde porque la alarma no ha sonado y no he tenido tiempo de tomarme el café. Luego, no encontraba aparcamiento porque he llegado tarde. Y encima no había café en la cafetera de la oficina, se había acabado. Yo no tengo la culpa de nada de eso. He sufrido una sucesión de hechos horribles. Sí, he sido un poco brusco, pero ¿quién no lo sería en esas circunstancias?».

Los colegas de Tom no tienen acceso a sus pensamientos internos ni a sus actividades matutinas. Lo único que ven es que Tom les ha gritado porque la cafetera de la oficina estaba vacía. Eso les ha recordado algún otro momento similar. «Hace siempre lo mismo, estalla por las cosas más tontas», concluyen. ¿Quién tiene razón? ¿Tom o sus colegas? Los sucesos pueden verse desde dos posiciones distintas, con dos interpretaciones distintas: las respuestas normales a los problemas de la vida o el resultado de una personalidad explosiva e irascible.

A la gente le parece natural culpar de sus propias desgracias al entorno, igual de normal que culpar de las desgracias de otras personas a la personalidad de cada cual. Sin embargo, cuando las cosas van bien se hace lo contrario: si algo sale bien, la gente le atribuye el mérito a su propia habilidad o inteligencia; los espectadores, en cambio, hacen lo opuesto: cuando ven que algo le sale bien a alguien, suelen atribuir el mérito al entorno o a la suerte.

En todos esos casos, tanto si una persona asume la culpa de manera inadecuada por su incapacidad para utilizar objetos sencillos como si atribuye un comportamiento al entorno o a la personalidad, lo que ahí está operando es un modelo conceptual fallido.

Impotencia aprendida

El fenómeno denominado «impotencia aprendida» puede ayudar a explicar la autoculpa. Se refiere a la situación en la que la gente experimenta un fracaso repetido en una tarea. Como resultado, la persona decide que esa tarea no puede hacerse, o al menos que ella no puede hacerla: se siente impotente. Deja de intentarlo. Si esta sensación abarca un grupo de tareas, el resultado puede ser una grave dificultad para afrontar la vida. En casos extremos, esa impotencia aprendida conduce a una depresión y a la convicción de que la persona no es capaz de afrontar la vida diaria. A veces, para experimentar esa sensación de impotencia solo hace falta vivir unas cuantas experiencias que salgan inesperadamente mal. Este fenómeno se ha estudiado con mayor frecuencia como precursor del problema clínico de la depresión, pero he visto cómo aparecía tras algunas malas experiencias con objetos cotidianos.

¿Las fobias comunes a la tecnología y a las matemáticas se derivan de una especie de impotencia aprendida? ¿Pueden unos pocos ejemplos de fallos en lo que parecen ser situaciones sencillas generalizarse a todos los objetos tecnológicos y a todos los problemas matemáticos? Quizá. De hecho, el diseño de las cosas cotidianas (y el diseño de los cursos de Matemáticas) es casi una garantía de ello. Podríamos llamar a este fenómeno «impotencia enseñada».

Cuando la gente tiene problemas al usar la tecnología, y en especial cuando percibe (casi siempre de manera errónea) que nadie más tiene esos mismos problemas, tiende a culparse a sí misma. O peor, cuantos más problemas tiene alguien, más impotente se siente a veces, hasta llegar a creer que es una persona inepta para la tecnología o para la mecánica; se trata de la situación opuesta a otra más normal, en la que la gente culpa al entorno de sus propias dificultades. Esta culpa errónea es especialmente irónica porque el responsable suele ser el mal diseño de la tecnología, así que culpar al entorno (a la tecnología) sería por completo apropiado.

Pensemos en el plan de estudios de Matemáticas normal, que avanza implacable en su camino: con cada nueva lección da por sentado un pleno conocimiento y entendimiento de lo anterior. Aunque los elementos por separado sean sencillos, en cuanto te quedas atrás es complicado ponerse al día. Resultado: fobia a las matemáticas, y no porque el material sea complicado, sino porque se enseña de tal manera que la dificultad en una etapa impide el progreso. El problema es que, una vez que se empieza a fallar, no se tarda en generalizar la autoculpa para todas las matemáticas. Un proceso similar opera con la tecnología. El círculo

vicioso empieza fracasando en algo y pensando que es culpa nuestra; por tanto, creemos que no podemos hacer esa tarea y, como resultado, la siguiente vez que tenemos que hacerla, pensamos que no podemos, así que ni siquiera lo intentamos. La consecuencia es que no podemos hacerla, tal y como creíamos.

Nos vemos atrapados en una profecía autocumplida.

Psicología positiva[9]

Igual que aprendemos a rendirnos tras un fracaso repetido, podemos aprender respuestas optimistas y positivas ante la vida. Durante años, los psicólogos se han centrado en la sombría historia de los fracasos de la gente, en los límites de las capacidades humanas y en las psicopatologías (depresión, manía, paranoia, etc.). Sin embargo, en el siglo XXI disponemos de un enfoque nuevo: centrarnos en una psicología positiva, en una cultura del pensamiento positivo, de sentirse bien con uno mismo. De hecho, el estado emocional normal de la mayoría de la gente es positivo. Cuando algo no funciona, puede considerarse un desafío interesante, o quizá solo una experiencia de aprendizaje positiva.

Tenemos que eliminar la palabra *fracaso* de nuestro vocabulario y sustituirla por *experiencia de aprendizaje*. Fracasar es aprender: aprendemos más de nuestros fracasos que de nuestros éxitos. El éxito nos agrada, por supuesto, pero normalmente no tenemos ni idea de por qué hemos triunfado. Ante el fracaso, solemos averiguar siempre a qué se ha debido y así garantizar que no vuelva a ocurrir.

Los científicos lo saben y hacen experimentos para aprender cómo funciona el mundo; a veces, sus experimentos funcionan como esperaban, pero con frecuencia no es así. ¿Son fracasos? No, los científicos están aprendiendo experiencias. Muchos de los descubrimientos científicos más importantes han surgido de esos supuestos fracasos.

El fracaso puede ser una herramienta de aprendizaje tan potente que muchos diseñadores se enorgullecen de los fallos que surgen cuando un producto está aún en desarrollo. El credo de IDEO, una empresa de diseño, es: «Fracasa mucho, fracasa rápido», porque saben que con todos los fracasos se aprende mucho sobre cómo hacer las cosas bien. Los diseñadores necesitan fracasar, igual que los investigadores. Desde hace mucho tiempo albergo la creencia (y la incentivo entre mis estudiantes y empleados) de que los fracasos son una parte esencial de la exploración y de la creatividad. Si los diseñadores y los investigadores no fracasan de vez en cuando, es un signo de que no se están esforzando lo suficiente: no están teniendo las geniales ideas creativas que nos permitirán progresar en nuestra manera de hacer las cosas. Es posible evitar el fracaso, ir siempre sobre seguro, pero ese también es el camino hacia una vida aburrida y carente de interés.

Los diseños de nuestros productos y servicios han de seguir esa filosofía. Tengo unos consejos para los diseñadores que estén leyendo esto:

- → No culpéis a la gente por fallar en el uso adecuado de vuestros productos.
- → Asumid las dificultades de la gente como significantes de aquello en lo que el producto puede mejorar.
- → Eliminad los mensajes de error de los sistemas electrónicos o informáticos. En vez de eso, ofreced ayuda y guía.
- → Haced posible la corrección de problemas directamente con mensajes de ayuda y guía. Dejad que la gente siga con la tarea: no impidáis el avance; permitid que sea algo sencillo y continuado. No forcéis nunca a la gente a empezar de cero.
- → Dad por sentado que lo que ha hecho la gente es en parte correcto, así que, si no es apropiado, ofreced directrices que le permitan corregir el problema y seguir con su camino.
- → Pensad en positivo, respecto a vosotros mismos y a la gente con la que interactuáis.

Autoculpa errónea

He estudiado a gente que cometía errores (a veces, errores graves) con dispositivos mecánicos, interruptores de luz y fusibles, con sistemas operativos informáticos y procesadores de texto, e incluso con aviones y centrales nucleares. Las personas se sienten siempre culpables y tratan de ocultar el error o de culparse a sí mismas por ser «estúpidas» o «torpes». Muchas veces me cuesta conseguir permiso para observar: a nadie le gusta que lo miren mientras hace algo mal. Aunque yo diga que el diseño es defectuoso y que otras personas cometen los mismos errores, si la tarea es en apariencia sencilla o trivial, la gente sigue culpándose. Es casi como si hubiese un orgullo perverso en el hecho de considerarse mecánicamente incompetente.

En una ocasión, una gran empresa informática me pidió que evaluase un producto novedoso. Me pasé un día aprendiendo a usarlo y haciendo pruebas con varios problemas. Al usar el teclado para introducir datos, había que diferenciar entre la tecla de retorno y la tecla de intro. Si pulsabas la tecla equivocada, perdías sin remedio el trabajo de los últimos minutos.

Le indiqué el problema al diseñador y le expliqué que yo mismo había cometido ese error en varios momentos y que mis análisis señalaban que era muy probable que se convirtiese en un error frecuente entre los usuarios. La primera respuesta del diseñador fue: «¿Por qué has cometido ese error? ¿No te leíste el manual?». Y procedió a explicarme las diferentes funciones de esas dos teclas.

«Sí, sí, entiendo las teclas, solo que las confundo —le comenté—. Tienen funciones similares, están ubicadas en sitios parecidos en el teclado y, como mecanógrafo cualificado, suelo darle al retorno de forma automática, sin pensarlo. Seguro que otra gente habrá tenido problemas similares».

«Pues no», me dijo el diseñador. Me aseguró que yo era la única persona que se había quejado y que los empleados de la empresa llevaban meses usando ese sistema. Yo me mostré escéptico, así que nos acercamos a algunos empleados y les preguntamos si le habían dado alguna vez a la tecla de retorno cuando deberían haberle dado a la de intro. ¿Habían perdido el trabajo hecho a causa de ello?

«Sí, claro, nos pasa mucho», nos dijeron.

Bueno, ¿y cómo era que nadie había dicho nunca nada? Al fin y al cabo, se los animaba a informar de todos los problemas que tuvieran con el sistema. La razón era sencilla: cuando el sistema dejaba de funcionar o hacía algo raro, lo comunicaban diligentemente como un problema, pero cuando cometían el error con las teclas de retorno e intro, se culpaban a sí mismos. Al fin y al cabo, les habían dicho lo que tenían que hacer y sencillamente se habían equivocado.

La idea de que una persona tenga la culpa cuando algo sale mal está muy enraizada en la sociedad; por eso culpamos a otras personas e incluso a nosotros mismos. Por desgracia, la noción de que una persona tiene la culpa está incrustada en el sistema jurídico. Cuando ocurre un accidente importante, se crean comisiones oficiales de investigación para evaluar las responsabilidades. Cada vez con más frecuencia, la culpa se atribuye a un «error humano».[10] La persona implicada afrontará seguramente una multa, un castigo o un despido. A veces se revisan los procesos de formación. La ley no se cuestiona. Pero en mi experiencia, el error humano suele ser resultado de un mal diseño: debería hablarse de un error del sistema. Los humanos yerran continuamente; es una parte intrínseca de nuestra naturaleza, y el diseño de los sistemas debería tenerlo en cuenta. Atribuir la culpa a la persona quizá sea una manera cómoda de proceder, pero ¿por qué el sistema en cuestión se diseñó de tal manera que un solo acto de una sola persona pudiera provocar una calamidad? Y lo que es peor: culpar a la persona sin arreglar la causa subyacente no soluciona el problema; es probable que otra persona repita el mismo error. En el capítulo 5 retomo la cuestión del error humano.

La gente comete errores, por supuesto. Los dispositivos complejos siempre requerirán de ciertas instrucciones, y la persona que los use sin esas indicaciones debería esperar cometer errores y sentirse confusa. No obstante, los diseñadores tendrían que tomarse una molestia especial para hacer que los errores fuesen lo menos costosos posible. He aquí mi credo sobre el error:

> Elimina el término *error humano*. Por el contrario, habla de comunicación e interacción: eso que llamamos error suele ser una mala comunicación o interacción. Cuando las personas colaboran unas con otras, nunca se utiliza la palabra *error* para calificar las manifestaciones del otro. Eso es porque todas las personas están intentando entenderse y responder unas a otras, y cuando algo no se entiende o parece inapropiado, se cuestiona y se aclara, y la colaboración continúa. ¿Por qué la interacción entre una persona y una máquina no puede verse como una colaboración?

Las máquinas no son personas. No tienen las mismas capacidades de comunicación y de entendimiento que nosotros. Eso significa que sus diseñadores están especialmente obligados a garantizar que el comportamiento de las máquinas sea entendible para las personas que interactúan con ellas. Una auténtica colaboración exige que ambas partes hagan cierto esfuerzo por amoldarse y entenderse. Cuando colaboramos con máquinas, es la gente quien debe hacer todo el trabajo de amoldarse. ¿Por qué la máquina no puede ser más amable? La máquina debería aceptar el comportamiento humano normal. Pero al igual que la gente evalúa, a menudo de manera subconsciente, la precisión de las cosas que se le dicen, las máquinas deberían juzgar la calidad de la información que se les da, en este caso para ayudar a sus operarios a evitar errores graves por deslices sencillos (esto se debate en el capítulo 5). Actualmente, insistimos en que la gente actúe de un modo que no es nada normal, que se adapte a las peculiares exigencias de las máquinas, lo que incluye dar información siempre precisa y exacta. A los seres humanos eso se les da especialmente mal, y aun así, cuando no consiguen cumplir con las exigencias arbitrarias e inhumanas de las máquinas, hablamos de error humano. No. Es un error de diseño.

Los diseñadores deberían esforzarse, de entrada, por minimizar la posibilidad de que se hagan acciones inapropiadas, valiéndose de prestaciones, de significantes, de un buen mapeo y de limitaciones que dirijan las acciones. Si una persona lleva a cabo una acción inapropiada, el diseño debería maximizar la posibilidad de que eso pueda descubrirse y rectificarse. Para ello se requiere una retroalimentación buena e inteligible, acompañada de un modelo conceptual simple y claro. Cuando la gente entiende lo que ha ocurrido, en qué estado se encuentra el sistema y cuál es el conjunto de acciones más adecuado, consigue llevar a cabo sus actividades con mayor eficacia.

Las personas no son máquinas. Las máquinas no tienen que lidiar con interrupciones constantes. Las personas están sometidas a interrupciones permanentes. Como resultado, a menudo nos vemos yendo y viniendo entre una tarea y otra, recuperando nuestra posición, volviendo a lo que estábamos haciendo y a lo que estábamos pensando cuando regresamos a una tarea previa. No es raro que a veces olvidemos por dónde íbamos cuando volvemos a la tarea original, y que nos saltemos algún paso o repitamos otro, o que retengamos de manera imprecisa información que estábamos a punto de aportar.

Nuestros puntos fuertes son la flexibilidad y la creatividad, el hallazgo de soluciones a problemas nuevos. Somos creativos e imaginativos, no mecánicos ni precisos. Las máquinas exigen precisión y exactitud; la gente, no. Se nos da especialmente mal ofrecer aportes de información precisos y exactos. Entonces ¿por qué se nos pide siempre que lo hagamos? ¿Por qué anteponemos los requisitos de las máquinas a los de las personas?

Cuando la gente interactúa con las máquinas, las cosas no siempre salen a la perfección. Eso es esperable, así que los diseñadores deberían anticiparlo. Es fácil diseñar dispositivos que funcionen bien cuando todo va según lo previsto. La parte complicada y necesaria del diseño es conseguir que las cosas funcionen bien incluso cuando no salen según lo esperado.

Cómo la tecnología puede amoldarse al comportamiento humano

En el pasado, el coste impedía a muchos fabricantes ofrecer una retroalimentación útil que ayudase a la gente a crear modelos conceptuales precisos. El coste de las pantallas a color, lo bastante grandes y flexibles para ofrecer la información requerida, era prohibitivo en dispositivos pequeños y baratos. Sin embargo, tras caer el coste de sensores y pantallas, las posibilidades han aumentado.

Gracias a las pantallas, los teléfonos son ahora mucho más fáciles de utilizar, así que las extensas críticas que les dediqué en la anterior edición de este libro han desaparecido aquí. Estoy ansioso por ver grandes mejoras en todos nuestros dispositivos, dado que ya se ha reconocido la importancia de estos principios del diseño y que la mayor calidad y el menor coste de las pantallas permiten llevar esas ideas a la práctica.

Modelo conceptual para un termostato doméstico

Mi termostato, por ejemplo (diseñado por Nest Labs), tiene una pantalla a color que suele estar apagada y que solo se enciende cuando percibe que estoy cerca. Al encenderse, me facilita la temperatura de la habitación en ese momento, la temperatura a la que está fijado y si está calentando o enfriando la habitación (el color negro de la pantalla, que indica que no está calentando ni enfriando, cambia a naranja cuando está caldeando y a azul cuando está enfriando). El termostato se aprende mis patrones diarios, así que cambia la temperatura automáticamente: la baja a la hora de dormir y la sube por la mañana, y pasa a modo «ausente» cuando detecta que no hay nadie en casa. En todo momento explica lo que está haciendo. Así, cuando tiene que modificar de manera sustancial la temperatura de una habitación (porque alguien ha introducido un cambio manual o porque el termostato ha decidido que es hora de modificar algo), ofrece una predicción: «Ahora 24 °C, serán 22 °C dentro de 20 min». Además, Nest puede conectarse de forma inalámbrica a dispositivos inteligentes que permiten el manejo remoto del termostato, así como la conexión a pantallas más grandes que faciliten un análisis detallado de su desempeño, lo que ayuda al ocupante de la casa a desarrollar un modelo conceptual tanto de Nest como del consumo de energía del hogar. ¿Es Nest perfecto? No, pero supone una mejora en la interacción colaborativa entre personas y objetos cotidianos.

FIGURA 2.6. Un termostato con un modelo conceptual explícito. Este termostato, fabricado por Nest Labs, ayuda a la gente a crear un buen modelo conceptual de su funcionamiento. En la fotografía A se muestra el termostato. El color de fondo, azul, indica que está enfriando la casa. La temperatura actual es de 75 °F (24 °C) y la temperatura objetivo es de 72 °F (22 °C), que tardará 20 minutos en alcanzarse. En la fotografía B se muestra su uso en un smartphone para ofrecer un resumen de su configuración y del consumo de energía del hogar. Tanto A como B se combinan para ayudar al habitante de la casa a desarrollar modelos conceptuales del termostato y del consumo de energía del hogar. (Fotografías por cortesía de Nest Labs Inc.).

Introducción de fechas, horas y números de teléfono

Muchas máquinas están programadas para ser muy quisquillosas con respecto al tipo de aporte de información que requieren, si bien esa meticulosidad no es una exigencia de la máquina, sino que se debe a la falta de consideración de la gente que ha diseñado el *software*. En otras palabras: se trata de una programación inadecuada. Veamos los siguientes ejemplos.

Muchos de nosotros pasamos horas rellenando formularios en ordenadores que nos exigen nombres, fechas, direcciones, números de teléfono, cantidades monetarias y otro tipo de información en un formato fijo y rígido. Y lo que es peor: a menudo ni siquiera se nos dice el formato correcto hasta que lo hacemos mal. ¿Por qué no averiguar las diversas maneras en las que una persona puede rellenar un formulario e integrarlas todas? Algunas empresas han hecho un trabajo excelente en este sentido, así que celebremos su proceder.

Pensemos en el programa de calendario de Microsoft. El programa permite especificar fechas de la manera que uno quiera: «23 de noviembre de 2015», «23 nov. 15» o «23.11.15». Incluso acepta enunciados como «una semana desde el jueves», «mañana», «dentro de una semana desde mañana» o «ayer». Lo mismo pasa con la hora. Se puede introducir la hora de cualquier manera que queramos: «3:45 PM», «15.35», «una hora», «dos horas y media». Y lo mismo con los números de teléfono: ¿queremos empezar por un signo «+» para indicar el prefijo de llamada internacional? Sin problema. ¿Nos gusta separar los grupos de números con espacios, guiones, paréntesis, barras o puntos? Sin problema. Mientras el programa pueda descifrar la fecha, la hora o el número de teléfono en un formato legítimo, se acepta. Espero que el equipo responsable de ello recibiese bonificaciones y ascensos.

Aunque destaco a Microsoft como pioneros en la aceptación de una amplia variedad de formatos, esa práctica se está haciendo ya habitual. Para cuando pueda leerse este libro, confío en que todos los programas permitan cualquier formato inteligible para nombres, fechas, números de teléfono, direcciones postales y demás, y que transformen todo lo que se introduzca en la forma que requiera su programación interna. No obstante, mi predicción es que, incluso en el siglo XXII, aún habrá formularios que exigirán formatos precisos y exactos (pero arbitrarios), sin ningún otro motivo que la pereza del equipo de programación. Quizá en los años que pasen entre la publicación de este libro y su lectura, se hayan hecho grandes avances. Si tenemos suerte, este apartado habrá quedado totalmente obsoleto. Eso espero.

FIGURA 2.7. Las siete fases de la acción como ayudas al diseño. Cada una de las siete fases indica un momento en el que la persona que está usando el sistema tiene una pregunta. Las siete preguntas plantean siete cuestiones de diseño. ¿Cómo debería el diseño

trasladar la información necesaria para responder a la pregunta del usuario? Mediante limitaciones y mapeos adecuados, significantes y modelos conceptuales, retroalimentación y visibilidad.

Las siete fases de la acción: siete principios fundamentales del diseño

El modelo de siete fases del ciclo de acción puede ser una valiosa herramienta de diseño, pues ofrece una lista básica de preguntas que plantear. En general, cada una de las fases de la acción requiere de sus propias estrategias de diseño especiales, y a su vez ofrece sus propias oportunidades para el desastre. En la figura 2.7 se resumen las preguntas:

1. ¿Qué quiero conseguir?
2. ¿Cuáles son las secuencias de acciones alternativas?
3. ¿Qué acción puedo hacer ahora?
4. ¿Cómo la hago?
5. ¿Qué ha pasado?
6. ¿Qué significa?
7. ¿Esto está bien? ¿He logrado mi objetivo?

Cualquier persona que utilice un producto debería ser siempre capaz de determinar las respuestas a las siete preguntas. Por tanto, recae sobre el diseñador la carga de garantizar que, en todas las fases, el producto ofrezca la información necesaria para responder a la pregunta pertinente.

La información que ayuda a responder preguntas de ejecución (realización) es la «prealimentación».[11] La información que ayuda a entender lo que ha ocurrido es la «retroalimentación». Todo el mundo sabe lo que es la retroalimentación: nos ayuda a saber lo que ha pasado. Pero ¿cómo sabemos lo que podemos hacer? Ese es el papel de la prealimentación, un término que se toma prestado de la teoría del control.

La prealimentación se logra mediante un uso adecuado de significantes, limitaciones y mapeos. El modelo conceptual desempeña un papel importante. La retroalimentación se consigue a través de una información explícita sobre el impacto de la acción. De nuevo, el modelo conceptual tiene un papel relevante.

Tanto la prealimentación como la retroalimentación han de presentarse de tal forma que las personas que utilicen el sistema puedan interpretarlas sin dificultad. La presentación ha de ajustarse al modo en que la gente ve el objetivo que está tratando de alcanzar, así como a sus expectativas. La información debe cubrir las necesidades humanas.

El conocimiento de las siete fases de la acción nos lleva a siete principios fundamentales del diseño:

1. **Detectabilidad.** Es posible determinar qué acciones son viables y cuál es el estado del dispositivo en ese momento.
2. **Retroalimentación.** Hay una información plena y constante sobre los resultados de las acciones y el estado del producto o del servicio. Después de ejecutarse una acción, es fácil determinar el nuevo estado.
3. **Modelo conceptual.** El diseño proyecta toda la información necesaria para crear un buen modelo conceptual del sistema, lo que implica entendimiento y sensación de control. El modelo conceptual mejora tanto la detectabilidad como la evaluación de los resultados.
4. **Prestaciones.** Existen las prestaciones adecuadas para llevar a cabo las acciones posibles que se deseen.
5. **Significantes.** Un uso eficaz de significantes garantiza la detectabilidad y una comunicación buena e inteligible de la retroalimentación.
6. **Mapeos.** La relación entre los controles y sus acciones sigue los principios de un buen mapeo, mejorado en lo posible por la disposición espacial y por la contigüidad temporal.
7. **Limitaciones.** Facilitar limitaciones físicas, lógicas, semánticas y culturales sirve para guiar las acciones y facilita la interpretación.

La próxima vez que no podamos desentrañar de inmediato el uso del mando de la ducha en una habitación de hotel o que tengamos problemas para utilizar un televisor desconocido o un aparato de cocina, recordemos que el problema está en el diseño. Preguntémonos dónde reside el escollo. ¿En cuál de las siete fases de la acción está el fallo? ¿Qué principios del diseño son deficientes?

En cualquier caso, es fácil encontrar fallos. La clave está en ser capaz de hacer las cosas mejor. Preguntémonos cómo ha podido surgir la complicación. Pensemos en que quizá se hayan visto implicados muchos grupos de personas distintos, cada uno de ellos con motivos inteligentes y sensatos para sus acciones. Por ejemplo, una ducha de baño problemática pudo diseñarla gente incapaz de saber cómo se instalaría; después de eso, los mandos de la ducha quizá los seleccionase el contratista del edificio para que encajasen en los planos facilitados por otra persona distinta; por último, un fontanero, que seguramente no tuviese contacto con ninguna de las personas anteriores, hizo la instalación. ¿Dónde surgieron los problemas? Pudo ser en cualquiera de esas fases, o en varias de ellas. El resultado quizá parezca ser el de un mal diseño, cuando a lo mejor ha venido de una mala comunicación.

Una de mis normas autoimpuestas es: «No critiques nada que no sepas hacer mejor». Intentemos entender cómo puede haberse originado el diseño defectuoso, intentemos determinar cómo podría haberse hecho de otra manera. Pensar en las causas y en los posibles arreglos de un mal diseño debería llevarnos a apreciar mejor el buen diseño. La próxima vez que nos encontremos con un objeto bien diseñado, un objeto que podamos usar fácilmente y sin esfuerzo a la primera, parémonos

a examinarlo. Pensemos en lo bien que domina las siete fases de la acción y los principios del diseño. Reconozcamos que la mayoría de nuestras interacciones con los productos son, en realidad, interacciones con un sistema complejo: un buen diseño requiere que se tome en consideración todo el sistema para garantizar que en todas las etapas se entiendan y se respeten fielmente los requisitos, las intenciones y los deseos de cada una de ellas.

---

[4] La historia de los abismos y puentes de ejecución y de evaluación surgió de una investigación que llevé a cabo junto a Ed Hutchins y Jim Hollan, por entonces parte de un equipo de investigación conjunto en el que colaboraban el Naval Personnel Research and Development Center y la Universidad de California en San Diego (Hollan y Hutchins son ahora profesores de Ciencia Cognitiva en dicha universidad). En ese trabajo se examinó el desarrollo de sistemas informáticos que fuesen más fáciles de aprender y de utilizar, y, en concreto, de lo que ha acabado llamándose «sistemas informáticos de manipulación directa». El trabajo inicial aparece descrito en el capítulo «Direct Manipulation Interfaces» (Interfaces de manipulación directa), incluido en el libro de nuestros laboratorios, *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* (Diseño de sistemas enfocados al usuario. Nuevas perspectivas sobre la interacción humano-ordenador; Hutchins, Hollan y Norman, 1986). Véase también el artículo de Hollan, Hutchins y David Kirsh «Distributed Cognition: A New Foundation for Human-Computer Interaction Research» (Cognición distribuida. Una nueva base para la investigación de la interacción humano-ordenador; Hollan, Hutchins y Kirsch, 2000).

[5] Véase Christensen, Cook y Hal, 2006. El hecho de que la cita sobre el taladro y el boquete se acredite a Theodor Levitt, profesor de *Marketing* de la Harvard Business School, es un buen ejemplo de la ley de Stigler: «Ningún descubrimiento científico recibe el nombre de su descubridor original». Así, el propio Levitt le atribuye la afirmación de los taladros a Leo McGinneva (Levitt, 1983). La propia ley de Stigler es un ejemplo de dicha ley: Stigler, profesor de Estadística, escribió que había conocido la ley por el sociólogo Robert Merton. Véase más en el artículo de la Wikipedia sobre la ley de Stigler (colaboradores de Wikipedia, 2013c).

[6] Esta pregunta está sacada de mi artículo «Memory, Knowledge, and the Answering of Questions» (Memoria, conocimiento y cómo respondemos a preguntas; Norman, 1973).

[7] El libro de Daniel Kahneman *Pensar rápido, pensar despacio* (Kahneman, 2011) ofrece una introducción excelente a las concepciones modernas del papel que desempeñan los procesamientos consciente y subconsciente. Las distinciones entre el procesamiento visceral, el conductual y el reflexivo conforman la base de mi libro *El diseño emocional* (Norman, 2002 y 2004). Este modelo de sistema emocional y cognitivo humano se describe con mayor detalle técnico en el artículo científico que escribí junto con Andrew Ortony y William Revelle: «The Role of Affect and Proto-affect in Effective Functioning» (El papel del afecto y del protoafecto en el funcionamiento eficaz; Ortony, Norman y Revelle, 2005). Véase también «Designers and Users: Two Perspectives on Emotion and Design» (Diseñadores y usuarios. Dos

perspectivas sobre emoción y diseño; Norman y Ortony, 2006). En *El diseño emocional* se incluyen numerosos ejemplos sobre el papel del diseño en los tres niveles.

[8] La teoría de la válvula del termostato procede de Kempton, de un estudio publicado en la revista *Cognitive Science* (1986). Los termostatos inteligentes tratan de predecir cuándo se los necesitará, y se encienden y se apagan antes de lo que puede especificar un control tan sencillo como el que se ilustra en el capítulo 2, para garantizar así que se alcance la temperatura deseada en el momento deseado, sin pasarse del objetivo o no llegar a él.

[9] El trabajo de Mihály Csíkszentmihályi sobre el flujo puede encontrarse en sus varios libros dedicados a ese tema (1990, 1997). Martin (Marty) Seligman desarrolló el concepto de impotencia aprendida y luego lo aplicó a la depresión (Seligman, 1992). No obstante, decidió que era un error que la psicología siguiera centrándose en dificultades y anomalías, así que se unió a Csíkszentmihályi para crear un movimiento de psicología positiva. En el artículo que publicaron los dos en la revista *American Psychologist* se ofrece una excelente introducción al respecto (Seligman y Csíkszentmihályi, 2000). Desde entonces, la psicología positiva se ha expandido y abarca libros, revistas y conferencias.

[10] *Accidentes normales* (Perrow, 1999), de Charles Perrow, es un libro importante sobre este tema. En el capítulo 5 del presente libro se ofrece un análisis detallado del error humano.

[11] Si bien el término *prealimentación* es un concepto ya antiguo de la teoría del control, yo me lo encontré por primera vez aplicado a las siete fases de la acción en el artículo de Jo Vermeulen, Kris Luyten, Elise van den Hoven y Karin Coninx (2013).

03

Conocimiento en la cabeza y en el mundo

Un amigo me permitió amablemente utilizar su coche, un Saab antiguo y clásico. Justo antes de arrancar, me encontré con una nota: «Tendría que haberte avisado de que para sacar la llave del contacto, el coche tiene que estar en marcha atrás». ¡Que el coche tiene que estar en marcha atrás! Si no hubiese visto la nota, nunca habría podido averiguar eso. En el coche no había ninguna pista visible: el conocimiento necesario para saber ese truco tenía que residir en la cabeza. Si el conductor carece de ese conocimiento, la llave se queda para siempre en el contacto.

A diario nos topamos con numerosos objetos, dispositivos y servicios, y todos ellos requieren que nos comportemos o que actuemos de una manera concreta. En líneas generales, nos apañamos bastante bien. Nuestro conocimiento suele ser muy incompleto, ambiguo e incluso erróneo, pero da igual: vamos sorteando bien el día. ¿Cómo nos las arreglamos? Porque combinamos el conocimiento presente en la cabeza con el conocimiento presente en el mundo. ¿Por qué hacemos eso? Porque por sí solo ninguno de ellos es suficiente.

Es fácil evidenciar la naturaleza defectuosa del conocimiento y la memoria de los humanos. Los psicólogos Ray Nickerson y Marilyn Adams demostraron que la gente no recuerda cómo son las monedas normales (figura 3.1).[12] Aunque el ejemplo sea de una moneda estadounidense de céntimo, el centavo, el hallazgo es válido para monedas de todo el mundo. No obstante, pese a nuestra ignorancia sobre el aspecto de las monedas, usamos el dinero adecuadamente.

FIGURA 3.1. ¿Cuál es la moneda de un céntimo estadounidense, el centavo? Menos de la mitad de los universitarios estadounidenses a los que se les mostró este conjunto de dibujos y se les pidió que seleccionaran la imagen correcta supo hacerlo. Un resultado bastante malo, salvo porque los estudiantes, desde luego, no tienen ninguna dificultad a la hora de usar el dinero. En la vida normal, debemos distinguir entre el centavo y otras monedas, no entre diversas versiones de una misma acuñación. Aunque se trata de un estudio antiguo que utiliza monedas estadounidenses, los resultados siguen teniendo validez con monedas de cualquier divisa. (De Nickerson y Adams, 1979, en Cognitive Psychology 11, n.º 3. Reproducido con autorización de la Academic Press vía Copyright Clearance Center).

¿Por qué esa aparente discrepancia entre la precisión del comportamiento y la imprecisión del conocimiento? Porque no todo el conocimiento requerido para un comportamiento preciso tiene que estar en la cabeza. Puede estar distribuido: una parte en la cabeza, una parte en el mundo y una parte en las limitaciones del mundo.

Comportamiento preciso a partir de conocimiento impreciso

El comportamiento preciso puede surgir de un conocimiento impreciso por cuatro motivos:

1. **El conocimiento está en la cabeza y en el mundo.** Técnicamente, el conocimiento solo puede estar en la cabeza, porque el conocimiento requiere de interpretación y comprensión, pero una vez que se ha interpretado y comprendido la estructura del mundo, eso cuenta como conocimiento. Gran parte del conocimiento que necesita una persona para hacer una tarea puede deducirse de la información presente en el mundo. El comportamiento viene determinado por la combinación del conocimiento presente en la cabeza y el conocimiento presente en el mundo. Para este capítulo, utilizaré el término *conocimiento* tanto para lo que está en la cabeza como para lo que está en el mundo. Aunque sea técnicamente impreciso, simplifica el debate y la compresión.
2. **No se requiere una gran precisión.** La precisión, la exactitud y la plenitud del conocimiento raras veces son necesarias. El comportamiento perfecto surge si la combinación de conocimiento presente en la cabeza y conocimiento presente en el mundo basta para distinguir una elección adecuada de las demás.
3. **En el mundo hay limitaciones naturales.** El mundo tiene muchas limitaciones naturales y físicas que restringen el comportamiento posible: cosas como el orden en el que pueden juntarse ciertas piezas y el modo en el que un objeto puede moverse, sujetarse o manipularse. Eso es conocimiento presente en el mundo. Cada objeto presenta unos rasgos físicos (protuberancias, surcos, roscas, apéndices) que limitan sus relaciones con otros objetos, las actividades que pueden desarrollarse con él, lo que puede acoplarse a él, etc.
4. **Hay un conocimiento de las limitaciones y convenciones culturales en la cabeza.** Las limitaciones y las convenciones culturales son limitaciones artificiales aprendidas que afectan al comportamiento y que reducen el conjunto de acciones posibles, dejando en muchos casos solo un par de opciones. Esto es conocimiento presente en la cabeza. Una vez aprendidas, dichas limitaciones se aplican a una amplia variedad de circunstancias.

Dado que el comportamiento puede estar guiado por una combinación de conocimientos y limitaciones internos y externos, la gente es capaz de minimizar la cantidad de material que debe aprender, así como la exhaustividad, la precisión, la exactitud o la profundidad de ese aprendizaje. Además, podemos organizar de forma deliberada el entorno de modo que respalde nuestro comportamiento. Así es como personas que no leen logran ocultar su incapacidad, incluso en situaciones en las que su trabajo

exige habilidades lectoras. Las personas con déficit de oído (o con un oído normal, pero en entornos ruidosos) aprenden a utilizar otras pistas. Muchos nos manejamos bastante bien en situaciones nuevas y confusas en las que no sabemos qué se espera de nosotros. ¿Cómo lo conseguimos? Porque disponemos las cosas de manera que no necesitamos tener un conocimiento íntegro, o bien confiamos en el conocimiento de la gente que nos rodea y copiamos su comportamiento, o logramos que esas otras personas hagan las acciones requeridas. En realidad, es bastante asombroso con cuánta frecuencia es posible ocultar la ignorancia propia y seguir adelante sin entender nada o incluso sin tener mucho interés.

Pese a que es mejor que la gente cuente con un conocimiento y una experiencia considerables al utilizar un producto en concreto (conocimiento presente en la cabeza), el diseñador puede colocar pistas suficientes en el diseño (conocimiento presente en el mundo) para que se dé un buen desempeño incluso en ausencia de conocimiento previo. Al combinar ambos —el conocimiento presente en la cabeza y el conocimiento presente en el mundo— ese desempeño será aún mejor. ¿Cómo puede el diseñador colocar conocimiento en el propio dispositivo?

En los capítulos 1 y 2 se ha introducido una amplia variedad de principios fundamentales del diseño derivados de la investigación sobre la cognición y la emoción humanas. En este capítulo se expone cómo el conocimiento presente en el mundo se combina con el conocimiento presente en la cabeza. El conocimiento presente en la cabeza es el que está en el sistema de memoria humano, por lo que en este capítulo se incluye un breve repaso a los aspectos más cruciales de la memoria necesarios para el diseño de productos usables. Insisto en que, a efectos prácticos, no necesitamos conocer los detalles de las teorías científicas, sino aproximaciones útiles más sencillas y generales. Los modelos simplificados son la clave para una buena puesta en práctica. El capítulo concluye con un debate sobre cómo los mapeos naturales presentan información en el mundo de una manera fácil de interpretar y de usar.

El conocimiento está en el mundo

Siempre que el conocimiento necesario para hacer una tarea está disponible fácilmente en el mundo, la necesidad de que lo aprendamos disminuye. Por ejemplo, carecemos de conocimiento sobre monedas comunes, aunque las reconozcamos a la perfección (figura 3.1). Para saber cómo son nuestras monedas, no necesitamos conocer todos los detalles, sino que basta con el conocimiento mínimo para distinguir una moneda de otra. Solo una minoría de gente necesita tener el conocimiento que permita distinguir el dinero falsificado del válido.

Pensemos en la mecanografía. Hay muchos mecanógrafos que no han memorizado el teclado. Normalmente, las teclas están todas etiquetadas, así que quienes no son mecanógrafos pueden ir rebuscando y picando letra por letra; dependen del

conocimiento presente en el mundo y minimizan con ello el tiempo de aprendizaje. El problema es que teclear así es lento y complicado. Con experiencia, por supuesto, esa gente que rebusca se aprende las posiciones de muchas letras del teclado, incluso sin formación, y la velocidad de tecleo aumenta notablemente, hasta sobrepasar con rapidez la velocidad de la escritura a mano y alcanzar, en algunos casos, unos índices muy respetables. La visión periférica y el tacto del teclado ofrecen cierto conocimiento sobre la ubicación de las teclas. Las teclas usadas con frecuencia se acaban por aprender del todo, las menos frecuentes no se aprenden bien y las otras solo se aprenden en parte. Pero mientras un mecanógrafo necesite mirar el teclado, su velocidad será limitada. El conocimiento seguirá estando en gran parte en el mundo, no en la cabeza.

Si una persona necesita teclear una gran cantidad de material con frecuencia, merecerá la pena que haga una mayor inversión: un curso, un libro o un programa interactivo. Lo importante es aprender la ubicación adecuada de los dedos en el teclado, aprender a teclear sin mirar, pasar el conocimiento sobre el teclado del mundo a la cabeza. Se tardan unas semanas en aprender el sistema y varios meses de práctica en hacerse experto, pero la recompensa de todo ese esfuerzo es una mayor velocidad de tecleo, una mayor precisión y una menor carga mental y esfuerzo a la hora de teclear.

Solo tenemos que recordar el conocimiento suficiente para que nuestras tareas se cumplimenten. Dado que en el entorno hay mucho conocimiento disponible, sorprende lo poco que necesitamos aprender. Este es uno de los motivos de que la gente pueda funcionar bien en su entorno y aun así ser incapaz de describir lo que está haciendo.

Las personas funcionan usando dos tipos de conocimiento: conocimiento «de» y conocimiento «cómo». El conocimiento «de» (lo que los psicólogos llaman «conocimiento declarativo») incluye el conocimiento de hechos y normas. «Parar en un semáforo en rojo», «la ciudad de Nueva York está al norte de Roma», «China tiene el doble de población que India», «para sacar la llave del contacto de un coche Saab debe estar metida la marcha atrás». El conocimiento declarativo es fácil de poner por escrito y de enseñar. Cabe destacar que el conocimiento de las normas no implica que estas se cumplan. Los conductores de muchas ciudades suelen tener bastante conocimiento sobre la normativa oficial de circulación, pero no necesariamente la obedecen. Por otro lado, el conocimiento no tiene por qué ser certero. La ciudad de Nueva York está en realidad al sur de Roma. China solo tiene un poco más de población que India (en torno a un 10 por ciento). La gente puede saber muchas cosas y eso no significa que sean ciertas.

El conocimiento «cómo» (lo que los psicólogos llaman «conocimiento procedimental») es el conocimiento que permite a alguien ser un músico dotado, devolver un saque en el tenis o mover la lengua como es debido al pronunciar en inglés «frightening witches». El conocimiento procedimental es complicado o imposible de poner por escrito y difícil de enseñar. Lo mejor es transmitirlo mediante la demostración y aprenderlo mediante la práctica. Ni siquiera los mejores maestros pueden describir

por lo general lo que están haciendo. El conocimiento procedimental es más bien subconsciente y reside en el nivel conductual del procesamiento.

El conocimiento presente en el mundo suele ser fácil de encontrar. Los significantes, las limitaciones físicas y los mapeos naturales son pistas perceptibles que actúan como conocimiento en el mundo. Este tipo de conocimiento es tan común que lo damos por sentado. Está por todas partes: la ubicación de las letras en un teclado, las luces y etiquetas de los mandos, que nos recuerdan su finalidad y nos dan información sobre el estado del dispositivo… La maquinaria industrial está llena de señales luminosas, indicadores y otros recordatorios. Hacemos un uso muy extendido de notas escritas. Colocamos elementos en ubicaciones concretas como recordatorios. En general, la gente estructura su entorno para disponer de una cantidad considerable del conocimiento necesario para recordar algo.

Muchas personas organizan su vida espacialmente en el mundo: crean un montoncito aquí, otro allá, y cada uno de esos montoncitos indica una actividad pendiente, algún evento en desarrollo. Seguramente todo el mundo utilice una estrategia en cierta medida similar. Basta con mirar a nuestro alrededor para ver las variadas formas que tiene la gente de ordenar sus habitaciones y sus escritorios. Es posible recurrir a muchos estilos de organización, pero en todos la disposición física y la visibilidad de los elementos aportan información sobre la importancia relativa.

Cuando inesperadamente se requiere precisión

Normalmente, nadie necesita precisión para emitir juicios. Solo hace falta una combinación de conocimiento presente en el mundo y de conocimiento presente en la cabeza que elimine la ambigüedad de las decisiones. Todo funcionará bien, salvo que el entorno cambie de tal manera que ese conocimiento combinado ya no sea suficiente, algo que puede provocar el caos. Tres países como mínimo descubrieron este hecho por las bravas: Estados Unidos, cuando introdujo la moneda de un dólar de Susan B. Anthony; Gran Bretaña, con la introducción de la moneda de una libra (antes del cambio a la decimalización); y Francia, al introducir la moneda de diez francos (antes de la conversión a la moneda común europea, el euro). La moneda de dólar estadounidense se confundía con otra que ya existía de veinticinco céntimos, y la británica se confundía con la que entonces era la moneda de cinco libras y que tenía el mismo diámetro. A continuación, se narra lo que ocurrió en Francia:

> *PARÍS. El Gobierno francés puso en circulación a bombo y platillo la nueva moneda de 10 francos (de un valor algo superior a 1,50 dólares) el 22 de octubre [de 1986]. La ciudadanía la miró, la sopesó y empezó a confundirla tan rápidamente con la moneda de medio franco (equivalente a tan solo 8 céntimos) que una oleada de furia y ridículo cayó sobre el Gobierno y la moneda.*

Cinco semanas después, el ministro de Economía, Édouard Balladur, suspendió la circulación de la moneda. Otras cuatro semanas más tarde, canceló por completo su uso.

En retrospectiva, la decisión francesa parece tan absurda que es complicado entender cómo pudo haberse tomado. Tras muchos estudios, los diseñadores dieron con una moneda de tono plateado hecha en níquel que presentaba, por una cara, el dibujo modernista de un gallo galo y, por la otra, el dibujo de Marianne, símbolo femenino de la República francesa, ambos del artista Joaquín Jiménez. La moneda era ligera, con rugosidades especiales en el borde para su fácil lectura por parte de las máquinas expendedoras electrónicas y, en apariencia, complicada de falsificar.

No obstante, los diseñadores y los burócratas estaban obviamente tan emocionados con su propia creación que pasaron por alto, o se negaron a aceptar, la similitud de la nueva moneda con los cientos de millones de monedas de medio franco, de tono plateado y base de níquel, que ya estaban en circulación [y cuyo] tamaño y peso se le asemejaban peligrosamente[13]

Estas confusiones seguramente se dieron porque los usuarios de las monedas se habían formado una representación en su cabeza que solo era lo bastante precisa para distinguir las monedas que ya estaban acostumbrados a utilizar. Según la investigación psicológica, la gente solo conserva descripciones parciales de las cosas que debe recordar.[14] En los tres ejemplos de las nuevas monedas introducidas en Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia, las descripciones conformadas para distinguir unas monedas nacionales de otras no eran lo bastante precisas para permitir la distinción entre una moneda nueva y al menos una de las monedas ya existentes.

Supongamos que todas mis notas las llevo en un mismo cuaderno, pequeño y rojo. Si ese es mi único cuaderno, podré describirlo sencillamente como «mi cuaderno». Si compro varios cuadernos más, la descripción anterior ya no funcionará. Tendré que identificar el primero como pequeño o rojo o quizá como ambas cosas: lo que me permita distinguirlo del resto. Pero ¿y si compro varios cuadernos pequeños y rojos? Entonces tendré que encontrar otras maneras de describir el primer cuaderno, añadir riqueza a la descripción y a su capacidad para diferenciar entre los diversos objetos similares. Las descripciones solo deberán discriminar entre las opciones que tenga ante mí, pero lo que funciona para una finalidad quizá no sirva para otra.

No todos los objetos de aspecto similar provocan confusión. Al actualizar esta edición del libro, investigué por si encontraba ejemplos más recientes de confusiones con monedas y me encontré con este interesante artículo en el sitio web Wikicoins.com:

Algún día quizá un destacado psicólogo entre a valorar una de las cuestiones más desconcertantes de nuestro tiempo: si los estadounidenses confundían constantemente la moneda de dólar de Susan B. Anthony con la de veinticinco céntimos, de un tamaño más o menos

similar, ¿cómo es que no confundían constantemente el billete de veinte dólares con el de un dólar, de tamaño idéntico? (James A. Capp, «Susan B. Anthony Dollar», en www.wikicoins.com. Recuperado el 29 de mayo de 2012).

He aquí la respuesta. ¿Por qué no cualquier otra confusión? Aprendemos a discriminar entre cosas buscando rasgos distintivos. En Estados Unidos, el tamaño es una de las formas principales de distinguir entre las monedas, pero no entre los billetes. Los billetes son todos del mismo tamaño, así que los estadounidenses obvian el tamaño y se fijan en los números y en las imágenes impresos. De ahí que a menudo se confundan monedas estadounidenses de tamaño similar, pero raramente ocurra con billetes estadounidenses de tamaño similar. No obstante, la gente que llega a Estados Unidos de un país en el que se usan el tamaño y el color de los billetes para distinguir las cantidades (por ejemplo, Gran Bretaña o cualquier país que utilice el euro) habrá aprendido a utilizar el tamaño y el color para distinguir los billetes y, por tanto, se confundirá constantemente al manejar billetes de Estados Unidos.

Una prueba más de ello es que, si bien quienes llevaban largo tiempo residiendo en Gran Bretaña se quejaban por la confusión entre la moneda de una libra y la de cinco peniques, los recién llegados al país no experimentaban esa confusión (y los niños tampoco). El motivo era que los residentes de larga duración manejaban su conjunto original de descripciones que no se adaptaba con facilidad a las distinciones entre esas dos monedas. Por el contrario, los recién llegados empezaban sin ninguna idea preconcebida y por tanto se formaban un conjunto de descripciones que sí permitía distinguir entre todas las monedas; en esa situación, la moneda de una libra no planteaba ningún problema particular. En Estados Unidos, la moneda de dólar de Susan B. Anthony nunca llegó a ser popular y ya no se fabrica, así que no han podido hacerse observaciones equivalentes.

Aquello que se confunde depende muchísimo de la historia, de los aspectos que nos han permitido distinguir objetos en el pasado. Cuando cambian las normas de distinción, la gente puede confundirse y cometer errores. Con el tiempo, se adaptarán y aprenderán a discriminar bien, e incluso quizá olviden el periodo inicial de confusión. El problema es que, en muchas circunstancias, sobre todo en una cuestión de tanta carga política como la del tamaño, la forma y el color de una divisa, la indignación pública impide mantener un debate calmado y no permite hacer ningún ajuste a lo largo del tiempo.

Veamos esto como un ejemplo de la interacción entre los principios del diseño y la caótica practicidad del mundo real. Lo que parece estar bien en cuanto a los principios a veces puede fracasar al introducirse en el mundo. En ocasiones, un mal producto tiene éxito y un buen producto fracasa. El mundo es complejo.

Las limitaciones simplifican la memoria

Antes de extenderse la alfabetización, y sobre todo antes de que apareciesen los dispositivos de grabación de sonido, los artistas viajaban de pueblo en pueblo recitando poemas épicos de miles de versos. Esa tradición sigue existiendo en algunas sociedades. ¿Cómo memoriza la gente tal volumen de material? ¿Hay personas con cantidades enormes de conocimiento en la cabeza? En realidad, no. Resulta que las limitaciones externas ejercen un control sobre la elección permisible de palabras, lo que reduce drásticamente la carga memorística. Uno de los secretos radica en las potentes limitaciones de la poesía.

Pensemos en las limitaciones de la rima. Si queremos rimar una palabra con otra, por lo general hay muchas alternativas. Pero si necesitamos una palabra con un significado concreto que rime con otra, las limitaciones conjuntas del significado y de la rima pueden disminuir de forma drástica el número de candidatas posibles y a veces reducir un conjunto muy amplio a una única elección. En ocasiones, no queda ninguna candidata. Por eso es mucho más sencillo memorizar poesía que componer poemas. Los poemas adquieren muchas formas distintas, pero todos tienen restricciones formales en su construcción. Las baladas y los cuentos narrados por los cuentistas itinerantes incluían múltiples limitaciones poéticas, como la rima, el ritmo, la métrica, la asonancia, la aliteración y la onomatopeya, al tiempo que mantenían la coherencia con la historia narrada.

Pensemos en los dos ejemplos siguientes:

> *Uno. Estoy pensando en tres palabras: una significa «una criatura mítica», la segunda es «el nombre de un material de construcción» y la tercera es «una unidad de tiempo». ¿Qué palabras tengo en mente?*
>
> *Dos. Esta vez busco palabras que rimen. Estoy pensando en tres palabras: una rima con «asma», la segunda rima con «aguacero» y la tercera, con «amaño». ¿En qué palabras estoy pensando?* (De Rubin y Wallace, 1989).[15]

En ambos ejemplos, aunque hayamos dado respuestas, lo más probable es que no sean las mismas que yo tenía en mente. No hay suficientes limitaciones, sin más. Pero supongamos que ahora planteo que las palabras que busco son las mismas en ambas tareas. ¿Qué palabra significa ser mítico y rima con «asma»? ¿Qué palabra es el nombre de un material de construcción y rima con «aguacero»? ¿Y qué palabra es una unidad de tiempo y rima con «amaño»? Ahora la tarea es sencilla: la especificación conjunta de las palabras limita por completo la selección. Cuando los psicólogos David Rubin y Wanda Wallace estudiaron estos ejemplos en su laboratorio, la gente casi nunca llegó a los significados o rimas correctos en las dos primeras tareas, pero la mayoría de la gente respondió correctamente «fantasma», «acero» y «año» en la tarea combinada.

Albert Bates Lord llevó a cabo el estudio clásico de la memoria y la poesía épica. A mediados del siglo xx, Lord viajó por la antigua Yugoslavia (actualmente, una serie de países separados e independientes) y buscó a gente que aún conservara la tradición oral. Lord demostró que el «cantor de cuentos», la persona que se aprende poemas épicos y va de pueblo en pueblo recitándolos, en realidad los recrea: compone poemas sobre la marcha de tal manera que estos obedezcan al ritmo, al tema, a la

línea argumental, a la estructura y a otras características. Se trata de una hazaña prodigiosa, pero no es un ejemplo de memoria por repetición.

El poder de las múltiples limitaciones permite que un trovador escuche a otro trovador narrar un cuento largo una vez y después, tras un lapso de unas horas o de un día, recite «la misma canción, palabra por palabra y verso a verso». De hecho, tal y como señala Lord, el recitado original y el nuevo no son iguales palabra por palabra, pero tanto quien los narra como quien los escucha los percibe como tales, incluso aunque la segunda versión sea el doble de larga que la primera. Son iguales de maneras que importan al oyente: cuentan la misma historia, expresan las mismas ideas y siguen la misma rima y métrica. Son iguales en todos los sentidos que importan a la cultura. Lord demuestra cómo la memoria para la poesía, la temática y el estilo se combinan y se unen a estructuras culturales de tal modo que se genera lo que él llama una «fórmula» para crear un poema que se percibe como idéntico a otros recitados anteriores.

La noción de que alguien deba ser capaz de recitar palabra por palabra es relativamente moderna. Esa idea solo pudo concebirse después de que se extendiese la presencia de textos impresos; de otro modo ¿cómo iba a valorarse la precisión de un recitado? Y quizá lo más importante, ¿a quién iba a importarle?

Con todo esto no se pretende restar valor a la hazaña. Aprenderse y recitar un poema épico como la *Odisea* y la *Ilíada* de Homero es sin duda complicado, por mucho que el trovador lo esté recreando: hay veintisiete mil versos en la versión escrita combinada. Lord señala que esta extensión es excesiva, seguramente generada por las circunstancias particulares en las que Homero (o algún otro trovador) fue dictando la historia, lentamente y por repetición, a la persona que la escribiese por primera vez. Lo normal es que la extensión variase para amoldarse a los caprichos del público, y ningún público normal podría aguantar sentado durante veintisiete mil versos. Pero incluso pensando en un tercio de ese volumen, es decir, en nueve mil versos, ser capaz de recitar ese poema es impresionante: a un segundo por verso, se tardarían dos horas y media en recitarlos todos. Resulta impresionante incluso admitiendo el hecho de que el poema sea una recreación y no una memorización, porque ni el trovador ni el público esperan una precisión palabra por palabra (ni tampoco tienen manera de verificarla).

La mayoría no nos aprendemos poemas épicos, aunque sí hacemos uso de limitaciones considerables que sirven para simplificar lo que debemos retener en la memoria. Pensemos en un ejemplo de un ámbito totalmente distinto: desmontar y volver a montar un dispositivo mecánico. Entre los objetos típicos de un hogar que una persona aventurera podría tratar de reparar están la cerradura de una puerta, la tostadora y la lavadora. El dispositivo probablemente tenga decenas de piezas. ¿Qué hay que recordar para poder poner de nuevo las piezas juntas en el orden adecuado? No tanto como podría parecer en un análisis

inicial. En el caso más extremo, si hay 10 piezas habrá 10! maneras distintas (factorial de 10) de volver a montarlas: algo más de 3,5 millones de alternativas.

No obstante, pocas de esas posibilidades son de verdad posibles: existen numerosas limitaciones físicas para ese orden. Algunas piezas hay que montarlas antes de poder montar otras. Algunas más están físicamente limitadas y no entran en lugares reservados a otras: los pernos han de encajar en agujeros de un diámetro y de una profundidad adecuados; las tuercas y arandelas tienen que emparejarse con pernos y con tornillos de los tamaños pertinentes; y las arandelas siempre deben colocarse antes que las tuercas. Hay incluso limitaciones culturales: giramos los tornillos hacia la derecha para apretarlos y hacia la izquierda para aflojarlos; las cabezas de los tornillos suelen ir en la parte visible (delante o arriba) de una pieza y los pernos, en la parte menos visible (base, lateral o interior); los tornillos de madera y los metálicos tienen un aspecto distinto y se introducen en diferentes tipos de materiales. Al final, el aparentemente gran número de decisiones se ve reducido a solo unas pocas opciones que hay que aprenderse o anotar durante el desmontaje. Las limitaciones, por sí solas, no suelen bastar para determinar el montaje correcto del dispositivo (de hecho, se cometen errores), pero sí reducen a una cantidad razonable el volumen que ha de aprenderse. Las limitaciones son herramientas poderosas para el diseñador: se examinan con detalle en el capítulo 4.

La memoria es el conocimiento en la cabeza

Alí Babá y los cuarenta ladrones, un antiguo cuento popular árabe, relata cómo el pobre leñador Alí Babá descubre la cueva secreta de una panda de ladrones. Alí Babá oye a los ladrones entrar en la cueva y se aprende la frase secreta que abre el acceso: «Ábrete, *simsim*» (*simsim* significa «sésamo» en persa, así que en muchas versiones de la historia se ha traducido la frase como «Ábrete, sésamo»). El cuñado de Alí Babá, Kasim, lo obliga a desvelarle el secreto. Y entonces Kasim va a la cueva.

> *Cuando llegó a la entrada de la cueva, pronunció las palabras: «¡Ábrete,* simsim*!».*
>
> *De inmediato, la puerta se abrió, y se cerró en cuanto Kasim estuvo dentro. Al examinar la cueva, el hombre se quedó enormemente sorprendido de encontrar muchas más riquezas de las que había esperado por el relato de Alí Babá.*
>
> *Rápidamente, dispuso contra la puerta de la cueva tantas bolsas de oro como podían cargar sus diez mulas, aunque sus pensamientos estaban tan copados por las grandes riquezas que iba a poseer que no lograba recordar las palabras necesarias para hacer que la puerta se abriese. En vez de «¡Ábrete,* simsim*!» dijo «¡Ábrete, cebada!», y cuál fue su asombro al ver que la puerta seguía cerrada. Mencionó varios tipos de cereal, pero la puerta siguió sin abrirse.*

> *Kasim nunca contó con que pudiera ocurrir algo así, y estaba tan angustiado por el peligro en el que se encontraba que cuanto más se esforzaba por recordar la palabra* simsim, *más se confundía su memoria. Tenía esa palabra tan olvidada como si nunca la hubiera oído mencionar en su vida.*
>
> *Kasim no logró salir. Los ladrones regresaron, le cortaron la cabeza y descuartizaron su cuerpo.* (A partir de la edición en inglés de Colum de *Las mil y una noches*, de 1953).[16]

A casi nadie le cortarían la cabeza por no recordar un código secreto, pero aun así puede costar bastante acordarse. Una cosa es tener que memorizar un par de códigos: una combinación, una contraseña o el secreto para abrir una puerta. Sin embargo, cuando la cantidad de códigos secretos se hace demasiado grande, la memoria falla; parece una conspiración, calculada para acabar con nuestra cordura sobrecargando nuestra memoria. Muchos códigos, como los códigos postales o los números de teléfono, existen principalmente para facilitarles la vida a las máquinas y a sus diseñadores, sin mostrar ninguna consideración por la carga que suponen para la gente. Por suerte, la tecnología nos ha permitido a muchos evitar tener que recordar este conocimiento arbitrario y es ella la que se ocupa de hacerlo por nosotros: números de teléfono, direcciones y códigos postales, direcciones de Internet y de correo electrónico, todo eso se recupera de forma automática, así que ya no lo tenemos que aprender. Sin embargo, los códigos de seguridad son una cuestión distinta, y en la batalla infinita y cada vez más intensa entre sombreros blancos y negros, entre buenos y malos, el número de códigos arbitrarios distintos que tenemos que recordar o de dispositivos de seguridad especiales que debemos llevar siempre encima no para de aumentar tanto en cantidad como en complejidad.

Muchos de esos códigos deben mantenerse en secreto. No hay manera de que nos aprendamos todos esos números o palabras. Rápido: ¿qué comando mágico trataba de recordar Kasim para abrir la puerta de la cueva?

¿Cómo se las apaña la mayoría de la gente? Usando contraseñas sencillas.[17] Según los estudios, cinco de las contraseñas más comunes son: «contraseña», «123456», «12345678», «qwerty» y «abc123». Todas ellas están claramente seleccionadas para poderse recordar y teclear con facilidad, y por tanto todas son fáciles para un ladrón o para alguna persona maliciosa. La mayoría de la gente (incluido yo) tiene un número reducido de contraseñas que utiliza en todos los sitios posibles. Incluso los profesionales de la seguridad admiten hacerlo, infringiendo así hipócritamente sus propias normas.

Muchos de los requisitos de seguridad son innecesarios e innecesariamente complejos. ¿Por qué se exigen entonces? Hay múltiples motivos. Uno de ellos es que existen problemas reales: hay delincuentes que suplantan identidades para robarle dinero y propiedades a la gente. Hay personas que invaden la privacidad de otras con fines perversos o incluso inocuos. Los profesores de universidad y de secundaria tienen que garantizar la seguridad de las preguntas de sus exámenes y de las califi-

caciones. En el caso de empresas y de países, es importante mantener secretos. Hay muchas razones para tener cosas detrás de candados o de muros protegidos con contraseñas. No obstante, el problema es la falta de una buena comprensión de las capacidades humanas.

Si bien necesitamos protección, la mayoría de la gente que impone los requisitos de seguridad en escuelas, empresas y gobiernos son tecnólogos o forman parte de cuerpos de seguridad. Aunque entienden la delincuencia, no comprenden el comportamiento humano. Creen que es necesario tener contraseñas «fuertes», difíciles de adivinar, y que además hay que cambiarlas con frecuencia. No parece que entiendan que ahora mismo necesitamos tantas contraseñas (incluso de las fáciles) que nos cuesta recordar cuál se ajusta a cada requisito. Eso crea una nueva capa de vulnerabilidad.

Cuanto más complejos son los requisitos para las contraseñas, menos seguro es el sistema. ¿Por qué? Porque la gente, incapaz de recordar todas esas combinaciones, anotará las contraseñas. ¿Y dónde van a guardar ese conocimiento privado y valioso? En el monedero, o bajo el teclado del ordenador, o donde sea fácil de encontrar, porque es algo que se necesita con mucha frecuencia. Así que un ladrón no tiene más que robar un monedero para encontrar la lista entera y destapar todos los secretos. La mayoría de la gente son trabajadores honrados y preocupados, y es a ellos a quienes los complejos sistemas de seguridad les complican más las cosas, pues les impiden hacer su trabajo. Como resultado, el empleado más entregado es el que infringe las normas de seguridad y debilita el sistema entero.

Mientras hacía la investigación para la redacción de este capítulo, me encontré con numerosos ejemplos de contraseñas seguras que obligaban a la gente a utilizar dispositivos memorísticos nada seguros. En una publicación del foro Mail Online, en el periódico británico *Daily Mail*, se describía la siguiente técnica:

> *Cuando trabajaba para la organización gubernamental local TENÍAMOS QUE cambiar las contraseñas cada tres meses. Para asegurarme de recordarla, la escribía en un* post-it *que pegaba debajo de mi mesa.*

¿Cómo vamos a recordar todas esas cosas secretas? La mayoría no podemos, ni siquiera con el uso de reglas nemotécnicas que den algún significado a ese material carente de sentido. Los libros y cursos para mejorar la memoria pueden funcionar, pero los métodos son laboriosos de aprender y necesitamos una práctica continuada para mantenerlos; así que pasamos nuestra memoria al mundo y anotamos cosas en libros, trozos de papel, e incluso en la palma de la mano, aunque las disimulemos para intentar engañar a posibles ladrones. Esto provoca a su vez otro problema: ¿cómo disimular esos elementos, cómo esconderlos y cómo recordar en qué consistía el disimulo o dónde los habíamos puesto? Ay, las manías de la memoria.

¿Dónde esconder algo para que nadie más lo encuentre? En sitios improbables, ¿no? El dinero se esconde en el frigorífico; las joyas, en el armario de las medicinas o en zapatos, dentro del ropero. La llave de la puerta principal se esconde debajo de la

alfombrilla o justo debajo del alféizar. La llave del coche se pone bajo el parachoques. Las cartas de amor están en un jarrón de flores. El problema es que no hay tantos lugares improbables dentro de una casa. A lo mejor nosotros no recordamos dónde están escondidas las cartas de amor o las llaves, pero el ladrón sí. Dos psicólogos que analizaron este asunto describían el problema de la siguiente manera:

> *Tras la elección de sitios improbables suele ocultarse cierta lógica. Por ejemplo, una compañía de seguros le exigió a una amiga nuestra tener una caja fuerte para poder asegurar sus joyas de valor. Nuestra amiga reconoció que seguramente se le olvidase la combinación de la caja fuerte, así que se pensó mucho dónde guardarla. Su solución fue anotarla en la agenda telefónica personal, en la letra C, bajo el nombre de «Sr. y Sra. Caja», como si fuese un número de teléfono más. La lógica está clara: almacenar información numérica con otra información numérica. Sin embargo, un día estaba viendo un programa de televisión y se quedó consternada al escuchar a un antiguo ladrón decir que, cuando se encontraba con una caja fuerte, siempre buscaba en la agenda, porque mucha gente guardaba ahí la combinación.*[18]

Todas las cosas arbitrarias que debemos recordar van creando una tiranía involuntaria. Es hora de hacer la revolución. Aunque, antes de eso, es importante que sepamos la solución. Tal y como señalé anteriormente, una de mis normas autoimpuestas es: «Nunca critiques nada si no tienes una alternativa mejor». En este caso, no sé bien cuál sería ese sistema mejor.

Algunas cosas solo pueden solucionarse a través de grandes cambios culturales, lo que seguramente signifique que nunca vayan a solventarse. Por ejemplo, pensemos en el problema de identificar a las personas por su nombre. Los nombres han evolucionado a lo largo de muchos miles de años. Al principio, sencillamente servían para distinguir a personas dentro de familias y de grupos convivientes. El uso de nombres múltiples (nombres propios y apellidos) es relativamente reciente, y tampoco estos sirven para distinguir a una persona de los otros 7.000 millones que hay en el mundo. ¿Escribimos primero el nombre propio o el apellido? Depende de en qué país estemos. ¿Cuántos nombres tiene una persona? ¿Cuántos caracteres hay en cada nombre? ¿Qué caracteres son válidos? Por ejemplo, ¿un nombre puede incluir un dígito? (Sé de gente que ha intentado utilizar nombres como «h3nry», y conozco una empresa que se llama «Autonom3»).

¿Cómo se traduce un nombre de un alfabeto a otro? Algunos de mis amigos coreanos tienen nombres propios que son idénticos al escribirse con el alfabeto coreano, el hangul, pero distintos al transliterarlos al inglés.

Mucha gente se cambia de nombre al casarse o al divorciarse, y en algunas culturas también al pasar por acontecimientos importantes de la vida. Tras una búsqueda rápida en Internet pueden leerse múltiples consultas de personas de Asia que no saben cómo rellenar los formularios para los pasaportes estadounidenses o europeos porque sus nombres no se ajustan a los requisitos.

¿Y qué ocurre cuando un ladrón roba la identidad de una persona, cuando se hace pasar por ella y usa su dinero y su tarjeta de crédito? En Estados Unidos, esos ladrones de identidad pueden solicitar además la devolución del impuesto sobre la renta y obtenerla, y cuando el contribuyente legítimo intenta recibir su reembolso legítimo, se le dice que ya se le ha abonado.

Una vez asistí a un encuentro para expertos de seguridad que se celebró en el campus corporativo de Google. Al igual que la mayoría de las corporaciones, Google tiene una actitud muy protectora con sus procesos y con sus proyectos de investigación avanzados, así que muchos de los edificios estaban cerrados y custodiados. Los asistentes al encuentro sobre seguridad no teníamos permitido el acceso a dichos edificios (salvo aquellos que trabajaban en Google, claro). Las reuniones las celebrábamos en una sala de conferencias, en el espacio público de un edificio por lo demás protegido. Sin embargo, los baños se encontraban todos dentro de un área protegida. ¿Cómo nos las íbamos a apañar? Aquellas autoridades destacadas y mundialmente famosas dieron con una solución: buscaron un ladrillo y lo usaron para dejar siempre abierta la puerta que daba paso a la zona protegida. Y al traste con la seguridad: basta que algo sea demasiado seguro para que pierda seguridad.

¿Cómo resolvemos estos problemas? ¿Cómo garantizamos el acceso de la gente a sus propios registros, cuentas bancarias y sistemas informáticos? Casi cualquier esquema que podamos imaginar ya se habrá propuesto, evaluado y descartado por defectuoso. ¿Los marcadores biométricos (patrones de iris y de retina, huellas dactilares, reconocimiento de voz, modelo corporal, ADN)? Todos pueden falsificarse, o bien se pueden manipular las bases de datos de los sistemas. Una vez que alguien consigue engañar al sistema, ¿qué recursos quedan? No es posible cambiar marcadores biométricos, así que cuando estos apuntan a la persona equivocada, hacer cambios resulta complicadísimo.

La fortaleza de las contraseñas en realidad es bastante irrelevante, porque la mayoría de ellas puede obtenerse a través de «registradores de claves» o robarse. Un registrador de claves es un *software* que se oculta en un sistema informático y que registra lo que el usuario teclea para enviárselo a los malos. Cuando se piratea un sistema informático, pueden robarse millones de contraseñas, y aunque estén encriptadas, los malos suelen ser capaces de desencriptarlas. En ambos casos, por muy segura que sea la contraseña, los malos sabrán cuál es.

Los métodos más seguros requieren de múltiples identificadores. Los sistemas más comunes exigen al menos dos tipos distintos: «algo que tengas» más «algo que sepas». El «algo que tengas» suele ser un identificador físico, como una tarjeta o una llave, e incluso quizá algo implantado bajo la piel o un identificador biométrico, como huellas dactilares o patrones del iris ocular. El «algo que sepas» será algún conocimiento que haya en tu cabeza, casi siempre algo memorizado. El elemento memorizado no tiene que ser tan seguro como las contraseñas actuales porque no funcionará sin el «algo que tengas». Algunos

sistemas permiten una segunda contraseña de alerta, de manera que si los malos intentan obligar a alguien a introducir una contraseña en un sistema, la persona pueda usar la contraseña de alerta, que advertirá a las autoridades de un acceso ilícito.

La seguridad plantea grandes problemas de diseño, en los que se ven implicados una tecnología compleja y también el comportamiento humano. Existen dificultades profundas y básicas. ¿Hay solución? No, todavía no. Y probablemente sigamos atascados en estas complejidades durante mucho tiempo.

La estructura de la memoria

Di en voz alta los números 1, 7, 4, 2, 8. A continuación, sin mirar atrás, repítelos. Vuelve a intentarlo si te hace falta, quizá con los ojos cerrados, para «escuchar» mejor el eco aún presente en tu actividad mental. Pídele a alguien que te lea una frase cualquiera. ¿Qué palabras eran? El recuerdo del presente inmediato está disponible de forma directa, claro y completo, sin hacer ningún esfuerzo mental.

¿Qué cenaste hace tres días? Ahora la sensación es distinta. Se tarda en recuperar la respuesta, que no será un recuerdo ni tan claro ni tan completo como el del presente inmediato, y esa recuperación seguramente exija un considerable esfuerzo mental. La recuperación del pasado difiere de la recuperación del presente inmediato. Se requiere más esfuerzo y se obtiene menos claridad. De hecho, el «pasado» no tiene que ser muy lejano. Sin mirar atrás, ¿cuáles eran los dígitos de antes? Para alguna gente, esta recuperación implicará cierto tiempo y esfuerzo. (De *El aprendizaje y la memoria*, Norman, 1982).

Los psicólogos distinguen entre dos grandes clases de memoria: a corto plazo, o memoria activa, y a largo plazo. Las dos son muy diferentes y tienen distintas implicaciones para el diseño.

Memoria a corto plazo o activa

La memoria activa o a corto plazo (MCP) retiene las experiencias o el material más recientes en los que se esté pensando. Se trata de la memoria del pasado inmediato. La información se retiene de forma automática y se recupera sin ningún esfuerzo; sin embargo, la cantidad de información que puede retenerse de este modo es limitadísima. Entre cinco y siete elementos es el límite de la MCP; el número llega a diez o doce si el material se repite constantemente, algo que los psicólogos llaman «ensayar».

Vamos a multiplicar mentalmente 27 veces 293. Si tratamos de hacerlo del mismo modo que lo haríamos con papel y lápiz, casi seguro que seremos incapaces de retener todos los dígitos y todas las respuestas intermedias con nuestra MCP. No lograríamos hacerlo. El método tradicional de multiplicar está optimizado para el papel y el lápiz. Ahí no hay necesidad de minimizar la carga de la memoria activa porque los números escritos sobre el papel cumplen con su función (conocimiento en

el mundo), por lo que la carga sobre la MCP, sobre el conocimiento en la cabeza, es muy limitada. Hay maneras de multiplicar mentalmente, pero son métodos muy distintos a los usados con el papel y el lápiz, y requieren de una formación y de una práctica considerables.

La memoria a corto plazo tiene un valor incalculable en el desempeño de tareas cotidianas, para permitirnos recordar palabras, nombres, frases y partes de tareas, de ahí su otro nombre, «memoria activa». No obstante, el material que se conserva en la MCP es bastante frágil. En cuanto nos distraigamos con alguna otra actividad, pluf, desaparecerá lo que haya en la MCP. La MCP es capaz de retener un código postal o un número de teléfono desde que lo buscas hasta que lo utilizas, siempre que no haya distracciones intermedias. Los números de entre nueve y diez dígitos dan problemas, y cuando el número empieza a superar esa cantidad no vale la pena ni molestarse. Es mejor anotarlo. O dividir el número en varios segmentos más cortos y transformarlo en fragmentos significativos.

Los expertos en memoria utilizan técnicas especiales, llamadas nemotécnicas, para recordar cantidades sorprendentemente enormes de material, a menudo después de solo una exposición.[19] Un método consiste en transformar los dígitos en segmentos significativos; en un estudio muy conocido se demostraba cómo un atleta pensaba en secuencias de dígitos como si fuesen tiempos de carrera y, después de refinar ese método durante mucho tiempo, acababa siendo capaz de aprenderse secuencias increíblemente largas de un solo vistazo. Existe un método tradicional para codificar secuencias largas de dígitos que implica transformar primero cada dígito en una consonante y luego transformar la secuencia de consonantes en una frase fácil de recordar. Desde hace cientos de años circula una tabla estándar de conversión de dígitos a consonantes, con un diseño muy inteligente para que sea fácil de aprender, dado que las consonantes pueden deducirse por la forma de los dígitos. Así, el 1 se traduce en una «t» (o en la «d», de sonido similar), el 2 se convierte en «n», el 3 es una «m», el 4 es la «c» (o la «k» o la «q», de sonido similar) y el 5 es una «L» (como el numeral romano para 50). La tabla entera y la regla nemotécnica para aprenderse las correspondencias pueden encontrarse fácilmente en Internet buscando «nemotecnia números consonantes».

Mediante la transformación de números en consonantes, la cadena «4310119610» se traduce en las letras «cmtrtdpstr», que a su vez pueden convertirse en: «Come tarta de postre». La mayoría de la gente no es experta en retener cadenas arbitrarias de nada, así que aunque parezca interesante observar a los brujos de la memoria, sería un error que los sistemas de diseño dieran por sentado este nivel de pericia.

La capacidad de la MCP es increíblemente difícil de medir, porque la cantidad de información que puede retenerse depende de lo familiar que resulte el material. Por otro lado, la retención parece darse con elementos significativos más que con unidades más sencillas, como segundos, letras o sonidos concretos. La retención se ve afectada tanto por el tiempo transcurrido como

por la cantidad de elementos. La cantidad es más importante que el tiempo, y cualquier elemento que se añada disminuirá la probabilidad de que se recuerden todos los anteriores. La capacidad se mide en elementos porque la gente puede recordar más o menos el mismo número de dígitos y de palabras, y casi el mismo número de frases de entre tres y cinco palabras. ¿Cómo puede ser así? Sospecho que la MCP retiene algo similar a indicadores de elementos ya codificados en la memoria a largo plazo, lo que significa que la capacidad de la memoria radica en el número de indicadores que pueda retener. Esto explicaría el hecho de que la longitud y la complejidad del elemento tenga poco impacto y sí lo tenga el número de elementos; sin embargo, no responde con claridad al hecho de que cometamos errores acústicos en la MCP, a no ser que los indicadores se retengan en una especie de memoria acústica. Esta cuestión sigue siendo un tema abierto en el análisis científico.

Las mediciones tradicionales de la capacidad de la MCP oscilan entre cinco y siete, pero desde un punto de vista práctico es mejor pensar que se retienen solo entre tres y cinco elementos. ¿Parece una cantidad demasiado pequeña? Bueno, cuando conocemos a una persona, ¿nos acordamos siempre de su nombre? Cuando tenemos que marcar un número de teléfono, ¿lo miramos varias veces mientras introducimos los dígitos? Incluso una distracción menor puede borrar lo que sea que estemos tratando de retener en la MCP.

¿Qué implicaciones tiene esto en el diseño? No hay que contar con que la MCP vaya a retener demasiado. Los sistemas informáticos suelen incrementar la frustración de la gente cuando algo sale mal, pues facilitan información crucial en un mensaje que desaparece de la pantalla justo cuando la persona en cuestión quiere hacer uso de esa información. ¿Cómo va a recordar así la gente la información relevante? No me sorprende que los usuarios profieran golpes, patadas y otros ataques a sus ordenadores.

He visto a enfermeras anotarse en la mano información médica crucial sobre sus pacientes por el riesgo de que alguien pudiera hacerle una pregunta y distraerla y que la información desapareciese. Los sistemas de registros médicos electrónicos cierran automáticamente la sesión de los usuarios que parecen no estar activos. ¿Por qué ese cierre de sesión automático? Para proteger la privacidad del paciente. La causa puede estar bien justificada, pero la acción plantea problemas serios al personal de enfermería, que ve continuamente interrumpido su trabajo por médicos, compañeros o peticiones de pacientes. Mientras el personal atiende esas interrupciones, el sistema cierra la sesión, así que hay que empezar de nuevo otra vez. Por tanto, es normal que el personal de enfermería anote algún dato, aunque con ello anule buena parte del valor del sistema informático en la minimización de los errores de la escritura manual. Pero ¿qué otra cosa podría hacer? ¿Cómo obtener esa información crucial? Le resultaría imposible recordarla toda: para eso están los ordenadores.

Los límites de nuestros sistemas de memoria a corto plazo provocados por la interferencia de otras tareas pueden mitigarse con diversas técnicas. Una de ellas es el uso de múltiples modalidades sensoriales. La información visual no interfiere demasiado en la auditiva, mientras que las acciones no interfieren mucho ni en el material auditivo ni en el escrito. Lo háptico (táctil) tampoco implica grandes interferencias. Para maximizar la eficacia de la memoria activa lo mejor es presentar información distinta en diferentes modalidades: imagen, sonido, tacto (háptica), audición, ubicación espacial y gestos. Los automóviles deberían recurrir a la presentación auditiva de instrucciones sobre el manejo y a la vibración háptica del asiento del conductor o del volante para emitir advertencias cuando los conductores se salgan de su carril, o cuando haya otros vehículos a la izquierda o a la derecha, para no interferir así en el procesamiento visual de la información de conducción. Conducir es una actividad principalmente visual, por lo que el uso de modalidades auditivas y hápticas minimiza la interferencia en la tarea visual.

Memoria a largo plazo

La memoria a largo plazo (MLP) es la memoria del pasado. Como norma, se tarda tiempo en que la información llegue a la MLP, y también conlleva tiempo y esfuerzo sacarla de nuevo. El sueño parece desempeñar un papel importante en el refuerzo de los recuerdos de las experiencias de cada día. Cabe destacar que no recordamos nuestras experiencias como una grabación exacta; más bien, son trozos y fragmentos que se reconstruyen y que se interpretan cada vez que recuperamos los recuerdos, lo que significa que estos últimos están sujetos a todas las distorsiones y cambios que el mecanismo explicativo humano imponga sobre la vida. Lo bien que recuperemos experiencias y conocimiento de la MLP dependerá en gran medida de cómo se haya interpretado, de entrada, el material. Lo que se almacena en la MLP con una interpretación probablemente no pueda encontrarse más adelante si se busca siguiendo una interpretación distinta. Respecto al tamaño de la memoria, en realidad nadie sabe cuál es: alcanza los gigas o los teras. Ni siquiera sabemos qué tipo de unidades habría que usar. Sea cual sea su tamaño, es tan grande que no impone ningún límite práctico.

El papel del sueño en el refuerzo de la MLP sigue sin conocerse bien del todo, pero hay numerosos artículos en los que se analiza esta cuestión. Un posible mecanismo es el del ensayo. Se sabe desde hace mucho que ensayar el material (repasarlo mentalmente mientras sigue estando en la memoria activa o MCP) es un factor importante en la formación de huellas de memoria a largo plazo. «Aquello que te haga ensayar mientras duermes va a determinar lo que recuerdes después, y a la inversa, también lo que olvides», afirmó el profesor Ken Paller, de la Universidad del Noroeste, uno de los autores de un reciente estudio sobre el tema (Oudiette, Antony, Creery y Paller, 2013). No obstante, aunque el ensayo durante el sueño refuerce los recuerdos, también puede falsificarlos: «Los recuerdos presentes en nuestro cerebro cambian constantemente. A veces, mejoramos el

almacenamiento de la memoria ensayando todos los detalles, de forma que después lo recordamos todo mejor; o quizá peor, si lo hemos maquillado demasiado».

¿Recordamos nuestra respuesta a esta pregunta del capítulo 2?

> En tu antepenúltima casa, al entrar por la puerta principal, ¿el pomo estaba a la izquierda o a la derecha?

A la mayoría de la gente le supone un esfuerzo considerable tan solo recordar de qué casa se trata, más allá de tener que usar una de las técnicas especiales descritas en el capítulo 2 para volver a situarse en la escena y reconstruir la respuesta. Se trata de un ejemplo de memoria procedimental: el recuerdo de cómo hacemos las cosas, en oposición a la memoria declarativa, es decir, el recuerdo de información fáctica. En ambos casos, se puede invertir una cantidad considerable de tiempo y de esfuerzo en llegar a la respuesta. Por otro lado, la respuesta no se recupera directamente de manera análoga a como leemos una respuesta en un libro o en un sitio web. La respuesta es una reconstrucción del conocimiento, por lo que estará sujeta a sesgos y a distorsiones. El conocimiento presente en la memoria es significativo, y en el momento de la recuperación una persona puede someterlo a una interpretación significativa diferente que sea totalmente precisa.

Una de las grandes dificultades de la MLP es su organización. ¿Cómo encontramos las cosas que estamos intentando recordar? La mayoría de la gente ha vivido esa experiencia de «tenerlo en la punta de la lengua» al tratar de recordar un nombre o una palabra: notamos la sensación de saber la información, pero el conocimiento no está conscientemente disponible. Un tiempo después, estando ocupados con otra actividad distinta, el nombre salta de pronto a la mente consciente. Sigue sin saberse cómo la gente recupera el conocimiento necesario, pero es probable que ese proceso implique algún tipo de mecanismo de coincidencia de patrones, unido a algún mecanismo confirmatorio que sirva para comprobar la coherencia con respecto al conocimiento requerido. Por eso, cuando estamos buscando un nombre y no paramos de recuperar el nombre equivocado, sabemos que está mal. Dado que esa falsa recuperación evita la recuperación correcta, tenemos que pasar a otra actividad para permitir que se resetee el proceso de recuperación de la memoria subconsciente.

Al ser un proceso de reconstrucción, la recuperación puede ser errónea. Quizá reconstruyamos acontecimientos del modo en que preferimos recordarlos y no tal y como los experimentamos. Es relativamente fácil predisponer a la gente para que se forme recuerdos falsos y para que «recuerde» hechos de su vida con gran claridad, incluso aunque nunca ocurriesen. Este es uno de los motivos por los que la declaración de los testigos visuales en los tribunales resulta tan problemática: los testigos visuales tienen fama de poco fiables. Existe una cantidad enorme de experimentos psicológicos que demuestran lo fácil que es implantar recuerdos falsos en la mente de las personas de manera tan convincente que la gente se niegue a admitir que el recuerdo es de un hecho que nunca ha ocurrido.

El conocimiento presente en la cabeza es en realidad un conocimiento presente en la memoria: un conocimiento interno. Si examinamos cómo utiliza la gente sus recuerdos y cómo recupera el conocimiento, descubriremos una serie de categorías. Dos de ellas son relevantes en este punto:

1. **Memoria de cosas arbitrarias.** Los elementos que han de retenerse parecen arbitrarios, sin un significado ni una relación particular entre ellos ni con respecto a cosas ya conocidas.
2. **Memoria de cosas significativas.** Los elementos que han de retenerse conforman relaciones significativas entre ellos mismos o con respecto a cosas ya conocidas.

Memoria de cosas arbitrarias y de cosas significativas

El conocimiento arbitrario puede clasificarse como el simple recuerdo de cosas que no tienen ningún significado ni estructura subyacentes. Un buen ejemplo es el recuerdo de las letras del alfabeto y de su orden, de los nombres de personas y de un vocabulario extranjero, material que no parece tener ninguna estructura obvia. Esto se aplica asimismo al aprendizaje de secuencias de teclas arbitrarias, de comandos, gestos y procedimientos de gran parte de nuestra tecnología moderna. Se trata de un aprendizaje por repetición: la pesadilla de la existencia moderna.

Algunas cosas sí requieren de este tipo de aprendizaje: las letras del alfabeto, por ejemplo, aunque incluso ahí añadimos una estructura a esa lista de palabras por lo demás sin sentido y convertimos el alfabeto en una canción, usando las limitaciones naturales de la rima y del ritmo para crear cierta estructura.

El aprendizaje por repetición genera problemas. En primer lugar, dado que lo que se aprende es arbitrario, el aprendizaje es complicado: puede conllevar una cantidad considerable de tiempo y de esfuerzo. En segundo lugar, cuando surge un escollo, la secuencia memorizada de acciones no da pistas de lo que ha ido mal ni sugiere qué podría hacerse para arreglar el asunto. Aunque algunas cosas está bien aprenderlas por repetición, la mayoría no. Por desgracia, sigue siendo el método dominante de enseñanza en muchos sistemas educativos, e incluso en gran parte de la formación para adultos. Así es como mucha gente aprende a utilizar ordenadores o a cocinar. Es así como hemos aprendido a utilizar algunos de los aparatos modernos (y mal diseñados) de nuestra tecnología.

Aprendemos asociaciones o secuencias arbitrarias dándoles una estructura de manera artificial. La mayoría de los libros y cursos sobre recursos para mejorar la memoria (nemotecnia) utiliza una serie de métodos estándar para ofrecer cierta estructura, incluso para cosas que pueden parecer por completo arbitrarias, como listas de la compra o emparejamientos entre nombres de personas y su aspecto. Como hemos visto al comentar estos métodos en el caso de la MCP, es posible recordar

incluso cadenas de dígitos si se las puede asociar a estructuras significativas. Quienes no han recibido esta formación, y no han inventado tampoco un método por su cuenta, suelen intentar fabricar alguna estructura artificial, aunque por lo general dichas estructuras resultan bastante poco satisfactorias y por eso el aprendizaje es tan deficiente.

En su mayoría, las cosas del mundo presentan una estructura sensata que simplifica enormemente la tarea memorística. Cuando las cosas tienen sentido, se corresponden con un conocimiento que ya poseemos, así que el material nuevo puede entenderse, interpretarse e integrarse con material previamente adquirido. Es posible utilizar normas y limitaciones que nos ayuden a entender qué cosas van juntas. La estructura significativa puede organizar el caos y la arbitrariedad aparentes.

Recordemos el debate sobre los modelos conceptuales del capítulo 1. Parte del poder de un buen modelo conceptual reside en su capacidad para aportar significado a las cosas. Veamos un ejemplo que ilustra cómo una interpretación significativa transforma una tarea aparentemente arbitraria en una tarea natural. Cabe destacar que la interpretación adecuada quizá no sea obvia de primeras; eso es también un conocimiento que ha de descubrirse.

Un colega japonés, el profesor Yutaka Sayeki, de la Universidad de Tokio, tenía dificultades para recordar cómo utilizar el mando del intermitente situado junto a la maneta izquierda del manillar de su motocicleta. Mover el mando hacia delante indicaba un giro a la derecha y moverlo hacia atrás, un giro a la izquierda. El significado del mando era claro e inequívoco, pero la dirección en la que debía moverse no. Sayeki seguía pensando que, puesto que el mando estaba en el lado izquierdo, moverlo hacia delante indicaría un giro a la izquierda. Es decir, intentaba asignar la acción «empujar el mando izquierdo hacia delante» a la intención «girar a la izquierda», y ese mapeo era incorrecto. Como resultado, tenía problemas para recordar en qué dirección debía utilizar el mando para indicar la dirección de giro. La mayoría de los motoristas tiene el mando del intermitente instalado de otra manera, con una rotación de noventa grados: al moverlo a la izquierda se indica un giro a la izquierda, y al moverlo a la derecha se señala un giro a la derecha. Ese mapeo es fácil de aprender (se trata de un ejemplo de mapeo natural, algo que se comenta al final de este capítulo). Sin embargo, el mando del intermitente de la motocicleta de Sayeki se movía adelante y atrás, no a la izquierda y a la derecha. ¿Cómo podía aprendérselo?

Sayeki resolvió el problema reinterpretando la acción. Pensemos en cómo gira el manillar de una motocicleta. Para girar a la izquierda, hay que mover el lado izquierdo del manillar hacia atrás. Para un giro a la derecha, hay que mover el lado izquierdo del manillar hacia delante. Los movimientos del mando del intermitente tenían un paralelismo exacto con los movimientos del manillar. Si la tarea se conceptualiza como una indicación de la dirección del movimiento del manillar, y no de la dirección de la motocicleta, el movimiento del mando puede verse como una imitación del movimiento deseado; por fin tenemos un mapeo natural.

Como el movimiento del mando parecía arbitrario, resultaba difícil de recordar. Pero una vez que el profesor Sayeki inventó una relación significativa, le fue fácil acordarse del manejo correcto del mando (habrá motoristas expertos que señalen que este modelo conceptual está equivocado: para girar una moto, primero se vira en la dirección opuesta al giro; esto se comenta a modo de ejemplo 3 en el siguiente apartado, «Modelos aproximados»).

Las implicaciones para el diseño están claras: hay que ofrecer estructuras significativas. Quizá un mejor recurso sea conseguir que la memoria no sea necesaria: poner la información requerida en el mundo. Ahí radica el poder de la interfaz gráfica de usuario tradicional, con su estructura de menú anticuada; en caso de duda, siempre se pueden examinar todos los elementos del menú hasta encontrar el deseado. Incluso los sistemas que no utilizan menús necesitan ofrecer cierta estructura: limitaciones adecuadas y funciones de forzamiento, un buen mapeo natural y todas las herramientas para la prealimentación y para la retroalimentación. La forma más eficaz de ayudar a la gente a recordar es que sea innecesario hacerlo.

Modelos aproximados: la memoria en el mundo real

El pensamiento consciente consume tiempo y recursos mentales. Las competencias bien aprendidas se saltan la necesidad de una supervisión y de un control conscientes; el control consciente solo se necesita para el aprendizaje inicial y para afrontar situaciones inesperadas. La práctica continuada automatiza el ciclo de acción, minimizando la cantidad de pensamiento consciente y la resolución de problemas necesaria para actuar. La mayor parte del comportamiento experto y cualificado funciona de este modo, ya sea para jugar al tenis o para tocar un instrumento, o al hacer tareas de matemáticas o de ciencias. Los expertos minimizan la necesidad de razonamiento consciente. El filósofo y matemático Alfred North Whitehead estableció el siguiente principio hace más de un siglo:

> *La afirmación de que debemos cultivar el hábito de pensar en lo que estamos haciendo es una perogrullada profundamente errónea, repetida en todos los manuales y en los discursos de figuras eminentes. Lo válido es lo opuesto: la civilización avanza al ampliar el número de actividades importantes que podemos llevar a cabo sin pensar en ellas.* (Alfred North Whitehead, 1911).[20]

Una manera de sintetizar el pensamiento es utilizar modelos simplificados, aproximaciones al verdadero estado subyacente de las cosas. La ciencia trabaja con la verdad; la práctica trabaja con aproximaciones. Los profesionales no necesitan la verdad, sino resultados relativamente rápidos que, aunque imprecisos, sean «lo bastante buenos» para el objetivo al que se aplicarán. Veamos los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1: conversión de temperaturas entre Fahrenheit y Celsius

En el exterior de mi casa de California hace ahora mismo 55 °F. ¿Qué temperatura es esa en Celsius? Venga, vamos a calcularla rápido sin usar ninguna tecnología: ¿cuál es la respuesta?

Seguro que todo el mundo recuerda la ecuación de conversión:

$$°C = (°F - 32) \times 5 / 9$$

Sustituimos °F por 55: °C = (55 − 32) × 5 / 9 = 12,8 °. No obstante, la mayoría de la gente no podrá hacer esto sin papel y lápiz, porque hay demasiados números intermedios que retener en la MCP.

¿Queremos una forma más sencilla? Probemos con la siguiente aproximación, que puede hacerse mentalmente, sin necesidad de papel ni lápiz:

$$°C = (°F - 30) / 2$$

Sustituimos °F por 55: °C = (55 − 30) / 2 = 12,5 °. ¿Es esa ecuación una conversión exacta? No, pero la respuesta aproximada de 12,5 está lo bastante cerca del valor correcto de 12,8. Después de todo, yo solo quería saber si tenía que ponerme un jersey. Cualquier valor que no se desvíe en más de 5 °F (o unos 2,6 °C) del valor real habría valido para este objetivo.

Las respuestas aproximadas a menudo son bastante buenas, aunque sean técnicamente incorrectas. Este método sencillo de aproximación para la conversión de temperaturas es «lo bastante bueno» para temperaturas que se sitúen en el intervalo normal de valores en interior y en exterior: mantiene una variación de 3 °F (o 1,7 °C) para el intervalo de −5 °C a 25 °C (20-80 °F). Con temperaturas inferiores o superiores se aleja más, pero para el uso cotidiano es magnífico. Las aproximaciones son lo bastante buenas para un uso práctico.

Ejemplo 2: un modelo de memoria a corto plazo

He aquí un modelo aproximado para la MCP:

> *En la memoria a corto plazo hay cinco ranuras. Cada vez que se añade un elemento nuevo, este ocupa una ranura y deja fuera lo que hubiese ahí antes.*

¿Es cierto este modelo? No, ningún investigador del mundo dedicado a la memoria cree que este sea un modelo preciso de la MCP. Pero es lo bastante bueno para las aplicaciones. Si se hace uso de este modelo, los diseños serán más útiles.

Ejemplo 3: manejo de una motocicleta

En el apartado anterior hemos visto que el profesor Sayeki mapeó las direcciones de giro de su motocicleta con sus intermitentes, lo que le permitió recordar su uso correcto. Sin embargo, he señalado que ese modelo conceptual era erróneo.

¿Por qué el modelo conceptual para manejar una motocicleta es útil aunque sea erróneo? Manejar una motocicleta es algo contraintuitivo: para girar a la izquierda, el manillar tiene que girarse primero a la derecha. Eso se denomina contraviraje e infringe los modelos conceptuales de la mayoría de la gente. ¿Por qué es así? ¿No deberíamos girar el manillar a la izquierda para que la moto gire a la izquierda? El elemento más importante del giro de un vehículo de dos ruedas es la inclinación: cuando la moto está girando a la izquierda, el conductor está inclinado hacia la izquierda. El contraviraje hace que el conductor se incline correctamente: al girar el manillar a la derecha, la fuerza que se genera sobre el conductor hace que su cuerpo se incline a la izquierda. Ese cambio de peso provoca que la moto gire a la izquierda.

Los motoristas expertos suelen hacer las acciones correctas de manera subconsciente, sin reparar en que inician un giro rotando el manillar en sentido opuesto a la dirección pretendida, infringiendo así sus propios modelos conceptuales. Los cursos para aprender a conducir motos tienen que incluir ejercicios especiales para convencer a los conductores de que eso es lo que están haciendo.

Este concepto contraintuitivo puede ponerse a prueba en una bicicleta o en una motocicleta: habrá que alcanzar una velocidad cómoda, colocar entonces la palma de la mano en la maneta izquierda y empujar suavemente hacia delante. El manillar y la rueda delantera girarán entonces a la derecha y el cuerpo se inclinará a la izquierda, lo que hará que la moto, y el manillar, giren a la izquierda.

El profesor Sayeki era plenamente consciente de esta contradicción entre su esquema mental y la realidad, pero quería que su ayuda memorística coincidiese con su modelo conceptual. Los modelos conceptuales son dispositivos explicativos muy potentes y útiles en circunstancias diversas. No tienen por qué ser precisos siempre que nos lleven al comportamiento correcto en la situación deseada.

Ejemplo 4: aritmética «lo bastante buena»

La mayoría no sabemos multiplicar mentalmente dos cifras grandes: por el camino se nos olvida por dónde íbamos. Los expertos en memoria pueden multiplicar mentalmente dos cifras grandes con rapidez y sin esfuerzo, asombrando al público con sus habilidades. Además, los números aparecen de izquierda a derecha, tal y como los usamos, no de derecha a izquierda, tal y como los escribimos cuando empleamos lápiz y papel para calcular las respuestas. Esos expertos utilizan técnicas especiales

que minimizan la carga de la memoria activa, aunque lo hacen a costa de tener que aprenderse numerosos métodos especiales para diferentes intervalos y modelos de problemas.

¿No es algo que deberíamos aprender todos? ¿Por qué en los sistemas educativos no se enseña? Mi respuesta es sencilla: ¿para qué molestarnos? Yo puedo estimar mentalmente una respuesta con una precisión razonable, a menudo lo bastante buena para el objetivo pretendido. Si necesito precisión y exactitud, para eso están las calculadoras.

Recordemos mi ejemplo anterior: el de multiplicar mentalmente 27 veces 293. ¿Por qué iba a necesitar alguien saber la respuesta precisa? Una respuesta aproximada es lo bastante buena y muy fácil de obtener. Si sustituimos 27 por 30 y 293 por 300: 30 × 300 = 9000 (3 × 3 = 9 y se añaden los tres ceros). La respuesta exacta es 7911, así que la estimación de 9000 solo la supera en un 14 por ciento. En muchos casos, es lo bastante buena. ¿Queremos algo más de precisión? Pues sustituimos 27 por 30 para facilitar la multiplicación. Eso supone un aumento de 3. Basta restar 3 × 300 a la respuesta (9000 – 900). Ahora tenemos 8100, que es un resultado preciso con una variación del 2 por ciento.

Es raro que necesitemos saber respuestas a problemas aritméticos complejos con gran precisión; casi siempre, una estimación somera será lo bastante buena. Cuando se requiere precisión, usaremos una calculadora. Eso es lo que se les da bien a las máquinas: ofrecer gran precisión. Para la mayoría de los objetivos, las estimaciones son lo bastante buenas. Las máquinas deberían centrarse en resolver problemas aritméticos. La gente debería centrarse en cuestiones de más alto nivel, como el motivo por el que se necesita la respuesta.

A no ser que nuestra ambición sea convertirnos en artistas de algún club nocturno para asombrar a la gente con unas grandiosas habilidades memorísticas, he aquí una manera más sencilla de mejorar drásticamente tanto la memoria como la precisión: anotar las cosas. Escribir es una tecnología muy potente, ¿por qué no usarla? Podemos utilizar un cuadernillo o la propia palma de la mano. Escribir o teclear. Utilizar un teléfono o un ordenador. Dictar. Para eso está la tecnología.

La mente, cuando no tiene ninguna ayuda, es sorprendentemente limitada. Son las cosas las que nos hacen inteligentes. Aprovechémoslas.

Teoría científica frente a práctica cotidiana

La ciencia se esfuerza por llegar a la verdad. Como resultado, los científicos están siempre debatiendo, discutiendo y discrepando entre ellos. El método científico es un método de debate y de conflicto. Solo sobreviven las ideas que hayan pasado por el análisis crítico de otros múltiples científicos. Este desacuerdo constante a menudo les resulta extraño a los legos en la ciencia,

pues da la impresión de que los científicos no saben nada. Basta seleccionar cualquier tema para descubrir que los científicos que trabajan en ese ámbito no paran de discrepar.

No obstante, los desacuerdos son ilusorios. Es decir, la mayoría de los científicos suele coincidir en los detalles generales: sus discrepancias radican muchas veces en detalles nimios que son importantes para distinguir entre dos teorías rivales, pero que quizá tengan muy poco impacto en el mundo real de la práctica y de las aplicaciones.

En el mundo real y práctico, no necesitamos la verdad absoluta: los modelos aproximados funcionan bien. El modelo conceptual simplificado del profesor Sayeki sobre el manejo de su motocicleta le permitió recordar de qué manera mover los mandos de los intermitentes; la ecuación simplificada para la conversión de temperatura y el modelo simplificado de aritmética aproximada ofrecen respuestas «lo bastante buenas» para los cálculos mentales. El modelo simplificado de la MCP facilita una guía de diseño útil, aunque científicamente sea erróneo. Todas esas aproximaciones están equivocadas, pero todas son valiosas para minimizar el pensamiento, lo que genera resultados rápidos y fáciles cuya precisión es «lo bastante buena».

Conocimiento en la cabeza

El conocimiento presente en el mundo, el conocimiento externo, es una herramienta valiosa para recordar, pero solo si está disponible en el lugar adecuado, en el momento oportuno y en la situación pertinente. Si no, tendremos que usar el conocimiento presente en la cabeza, en la mente. Hay un dicho popular que capta muy bien esta situación: «Ojos que no ven, corazón [o "mente"] que no siente». Una memoria eficaz utiliza todas las pistas disponibles: conocimiento en el mundo y conocimiento en la cabeza, combinación de mundo y de mente. Ya hemos visto cómo esa combinación nos permite funcionar bastante bien en el mundo, aunque por sí solas esas fuentes de conocimiento sean insuficientes.

Cómo recuerda un piloto lo que le dice el controlador aéreo

Los pilotos de aviones tienen que escuchar órdenes del control del tráfico aéreo (ATC, por sus siglas en inglés), emitidas a un ritmo muy rápido, y responder a ellas con precisión. Su vida depende de su capacidad para seguir esas instrucciones de manera precisa. En un sitio web en el que se debatía este problema, se daba el siguiente ejemplo de instrucciones indicadas a un piloto que estaba a punto de despegar:

> *Frasca 141, autorizado hasta aeropuerto Mesquite, vire izquierda, rumbo 090, vectores para aeropuerto Mesquite. Suba y mantenga 2000. Prevea 3000 a 10 minutos después de salida. Frecuencia de salida 124,3, responda en 5270.* (Típica secuencia de control de

tráfico aéreo, normalmente emitida a una gran velocidad. Texto de fraseología del ATC, presente en numerosos sitios web, autoría no acreditada).

«¿Cómo vamos a recordar todo eso cuando estemos intentando concentrarnos en despegar?», decía un piloto novato. Buena pregunta. Despegar es un procedimiento peligroso de mucho ajetreo en el que pasan un montón de cosas, tanto dentro como fuera del avión. ¿Cómo lo recuerdan los pilotos? ¿Tienen memorias superiores?

Los pilotos utilizan tres técnicas principales:

1. Anotan la información crucial.
2. La introducen en su equipo conforme se les comunica, por lo que se requiere una memoria mínima.
3. Recuerdan una parte a modo de frases significativas.

A pesar de que vistas desde fuera todas esas instrucciones y cifras parezcan aleatorias y confusas, para los pilotos son nombres y números reconocibles. Como señalaba una de las personas que respondieron a la pregunta, se trata de números comunes y de un patrón conocido para un despegue. «Frasca 141» es el nombre del avión y anuncia el receptor al que se dirigen esas instrucciones. El primer elemento crucial que debe recordarse es el giro a la izquierda con una indicación de brújula de 090, para luego subir a una altitud de dos mil pies. Esos dos números se anotan. La frecuencia 124,3 se introduce en la radio conforme se escucha, aunque la mayoría de las veces se sabe con antelación, así que seguramente la radio ya esté ajustada en esa frecuencia. Lo único que hay que hacer es mirarla y comprobar que sea la correcta. De manera similar, «responda en 5270» indica el código especial que envía el avión cada vez que le llega la señal de un radar, y que identifica a ese avión ante los controladores aéreos. Ese código se anota o se introduce en el equipo conforme se escucha. Respecto al elemento restante, «prevea 3000 a 10 minutos después de salida», no hay que hacer nada. Es solo la confirmación de que, pasados diez minutos, Frasca 141 seguramente reciba la indicación de subir a tres mil pies, pero de ser así habrá una nueva instrucción al respecto.

¿Cómo se acuerdan los pilotos de todo? Transformando el conocimiento nuevo que reciben en memoria en el mundo, unas veces mediante la escritura y otras usando el equipamiento del avión.

¿Y las implicaciones de esto para el diseño? Cuanto más fácil sea introducir la información en los equipos pertinentes a medida que se escucha, menos posibilidades habrá de que se produzca un error de memoria. El sistema de control del tráfico aéreo está evolucionando para ayudar en este sentido. Las instrucciones de los controladores aéreos se enviarán de forma digital, de manera que puedan permanecer visibles en una pantalla todo el tiempo que el piloto lo desee. La transmisión digital facilita asimismo que el equipo automatizado se ajuste solo, según los parámetros correctos. No obstante, la transmisión digital de

los comandos del controlador tiene ciertos inconvenientes: los otros aviones no escucharán los comandos, lo que reducirá la conciencia del piloto de lo que vayan a hacer el resto de los aviones a su alrededor. Los investigadores en materia de control del tráfico aéreo y seguridad aérea están analizando estos temas. Sí, es una cuestión de diseño.

Recordatorios: memoria prospectiva[21]

Las expresiones «memoria prospectiva» o «memoria para el futuro» pueden sonar contraintuitivas o quizá parecer el título de una novela de ciencia ficción. Sin embargo, para los investigadores de la memoria, la primera formulación sencillamente denota la tarea de acordarse de hacer alguna actividad en un momento del futuro; la segunda indica capacidades de planificación, esto es, la habilidad de imaginar escenarios futuros. Ambas están estrechamente relacionadas.

Pensemos en los recordatorios. Supongamos que hemos quedado con unos amigos en una cafetería del barrio el miércoles a las tres y media de la tarde. El conocimiento está en nuestra cabeza, pero ¿cómo lo vamos a recordar en el momento pertinente? Necesitamos un recordatorio. Se trata de un ejemplo claro de memoria prospectiva, aunque nuestra capacidad para facilitar las pistas necesarias implica también ciertos elementos de memoria para el futuro. ¿Dónde estaremos el miércoles justo antes de ese encuentro planeado? ¿Qué se nos ocurre ahora que pueda ayudarnos a recordarlo entonces?

Hay muchas estrategias para crear recordatorios. Una es sencillamente conservar el conocimiento en la cabeza, confiar en uno mismo para acordarse en el momento oportuno. Si el evento es lo bastante importante, no habrá problema en recordarlo. Sería muy raro tener que ponerse una alerta en el calendario para acordarse de «Me caso a las 15:00 h».

Confiar en la memoria propia presente en la cabeza no es una buena técnica en el caso de acontecimientos comunes. ¿Quién no ha olvidado una cita con unos amigos? Pasa mucho. No solo eso, sino que, aunque nos acordemos de la cita, ¿vamos a recordar todos los detalles, como que pretendíamos llevarle un libro prestado a uno de ellos? Al salir a comprar, quizá nos acordemos de parar en la tienda de camino a casa, pero ¿nos acordaremos de todas las cosas que teníamos que comprar?

Si el evento no es importante en un plano personal y quedan varios días para que llegue, lo sensato es transferir parte de la carga al mundo: notas, recordatorios de calendario, servicios especiales de recordatorios en el móvil o en el ordenador. Se le puede pedir a un amigo que nos lo recuerde. Quienes tenemos asistentes, podemos pasarles la carga a ellos, que a su vez escribirán notas, añadirán la cita al calendario o pondrán alarmas en sus sistemas informáticos.

¿Por qué poner la carga sobre otra gente cuando podemos ponerla sobre la cosa en sí? ¿Quiero acordarme de llevarle un libro a un colega? Pues colocaré el libro en un sitio que no pueda evitar ver cuando vaya a salir de casa. Un buen lugar es dejarlo apoyado en la puerta principal, para no poder salir sin tropezarme con él. O puedo dejar las llaves del coche encima del libro,

para acordarme al salir; aunque haya olvidado el libro, no podré salir con el coche sin las llaves (o mejor aún, pondría las llaves debajo del libro, si no, igual sería capaz de olvidármelo).

Un recordatorio incluye dos aspectos distintos: la señal y el mensaje. Al igual que cuando hacemos una acción podemos distinguir entre saber lo que puede hacerse y saber cómo hacerlo, al recordar debemos distinguir entre la señal (saber que hay que recordar algo) y el mensaje (recordar la información en sí). Los métodos más populares de recordatorio suelen ofrecer solo uno de esos dos aspectos cruciales. El famoso recordatorio de atarse un hilo en el dedo solo proporciona la señal; no da pistas de lo que hay que recordar. Escribirse una nota solo ofrece el mensaje; no te recuerda que la mires. El recordatorio ideal ha de incluir los dos elementos: la señal de que hay que recordar algo y el mensaje de qué es ese algo.

La señal de que hay que recordar algo puede ser una pista memorística suficiente si se da en el momento y en el lugar correctos. Que te recuerden algo demasiado pronto o demasiado tarde es igual de inútil que no tener ningún recordatorio. Sin embargo, si el recordatorio llega en el momento correcto o en el lugar adecuado, la pista ambiental puede bastar para ofrecer un conocimiento suficiente que ayude a recuperar el elemento que debe recordarse. Los recordatorios basados en el tiempo pueden ser eficaces: el pitido de mi móvil me recuerda que tengo una cita. Los recordatorios basados en la ubicación pueden ser eficaces para dar la pista en el lugar preciso en el que se necesite. Todo el conocimiento que hace falta puede residir en el mundo, en nuestra tecnología.

La necesidad de recordatorios oportunos ha generado montones de productos que facilitan llevar el conocimiento al mundo: temporizadores, agendas, calendarios. La demanda de recordatorios electrónicos está muy extendida, como demuestra la proliferación de aplicaciones para *smartphones*, tabletas y otros dispositivos portátiles. Aun así, sorprendentemente, en esta era de dispositivos basados en pantallas, las herramientas en papel siguen siendo de lo más populares y eficaces, tal y como indica la cantidad de agendas y recordatorios existentes basados en papel.

El gran número de métodos distintos de recordatorio indica asimismo que existe una necesidad enorme de ayuda a la hora de recordar, pero que ninguno de los muchos sistemas y dispositivos es del todo satisfactorio. Al fin y al cabo, si alguno lo fuese, no necesitaríamos tantos: los menos eficaces desaparecerían y no se inventarían sistemas nuevos constantemente.

El intercambio entre conocimiento en el mundo y conocimiento en la cabeza

El conocimiento en el mundo y el conocimiento en la cabeza son esenciales para nuestra actividad diaria. No obstante, hasta cierto punto, podemos elegir depender más de uno que de otro. Esa elección exige un intercambio: obtener las ventajas del conocimiento presente en el mundo supone perder las ventajas del conocimiento presente en la cabeza (tabla 3.1).

TABLA 3.1.

Intercambios entre conocimiento en el mundo y conocimiento en la cabeza

Conocimiento en el mundo	Conocimiento en la cabeza
La información está disponible de manera directa y fácil siempre que se perciba.	El material de la memoria activa está disponible de manera directa. El resto requiere una cantidad considerable de búsqueda y de esfuerzo.
La interpretación sustituye al aprendizaje. La facilidad de interpretación del conocimiento presente en el mundo dependerá de las habilidades del diseñador.	Exige aprendizaje, que puede ser considerable. El aprendizaje es más fácil si el material es significativo o tiene estructura, o si hay un buen modelo conceptual.
Ralentizado por la necesidad de encontrar y de interpretar el conocimiento.	Puede ser eficaz, sobre todo si se aprende tan bien que se automatiza.
La facilidad de uso al principio es alta.	La facilidad de uso al principio es baja.
Puede ser feo y nada elegante, sobre todo si es necesario conservar mucho conocimiento. Eso puede conducir al desorden. Las habilidades de diseñadores gráficos e industriales desempeñan un papel crucial en este sentido.	No hace falta que nada esté visible, lo que da más libertad al diseñador. Eso conlleva una apariencia más despejada y agradable, a costa de la facilidad de uso al principio y de la necesidad de aprendizaje y de recordatorios.

El conocimiento presente en el mundo actúa como su propio recordatorio. Puede ayudarnos a recuperar estructuras que de otro modo olvidaríamos. El conocimiento presente en la cabeza es eficaz: no hace falta búsqueda ni interpretación del entorno. El intercambio consiste en que, para utilizar el conocimiento presente en nuestra cabeza, tenemos que poder almacenarlo y recuperarlo, lo que quizá exija una cantidad considerable de aprendizaje. El conocimiento presente en el mundo no exige aprendizaje, pero puede ser más complicado de utilizar y depende mucho de la constante presencia física del conocimiento: un cambio en el entorno puede provocar que el conocimiento se pierda, por lo que el desempeño estará condicionado por la estabilidad física del entorno de la tarea.

Como ya se ha comentado, los recordatorios ofrecen un buen ejemplo de los intercambios relativos entre conocimiento presente en el mundo y conocimiento presente en la cabeza. El primero es accesible y sirve como autorrecordatorio: siempre está ahí, esperando a ser visto y utilizado. Por eso estructuramos nuestros despachos y lugares de trabajo con tanto cuidado: colocamos montones de papeles donde podamos verlos, o si nos gusta tener la mesa despejada, los dejamos en ubicaciones estándar y nos instruimos a nosotros mismos (conocimiento en la cabeza) para mirar en esos lugares de forma rutinaria. Utilizamos relojes, calendarios y notas. El conocimiento presente en la cabeza es efímero: está aquí ahora y luego habrá desaparecido. No podemos contar con que algo esté en la cabeza en un momento concreto, a no ser que se active con algún acontecimiento externo o que lo mantengamos en mente de forma deliberada mediante una repetición constante (lo que nos impedirá tener otros pensamientos conscientes). Ojos que no ven, «mente» que no siente.

A medida que vayamos alejándonos de las ayudas físicas, como libros impresos y revistas, notas en papel y calendarios, buena parte de lo que usamos ahora mismo como conocimiento en el mundo se hará invisible. Sí, estará disponible en pantallas, pero a no ser que esas pantallas muestren siempre el material en cuestión, habremos añadido más carga a la memoria en la cabeza. Quizá no tengamos que recordar todos los detalles de la información que almacenemos lejos, pero sí habrá que recordar que está ahí, que tiene que volver a aparecer en el momento adecuado para su uso o para su recuerdo.

Memoria en múltiples cabezas, múltiples dispositivos

Si el conocimiento y la estructura presentes en el mundo pueden combinarse con el conocimiento presente en la cabeza para mejorar el rendimiento de la memoria, ¿por qué no utilizar el conocimiento en múltiples cabezas o en múltiples dispositivos?

La mayoría hemos experimentado el poder de múltiples mentes a la hora de recordar cosas. Estamos con un grupo de amigos tratando de acordarnos del título de una película, o quizá de un restaurante, y no lo conseguimos. Pero los demás intentarán ayudar. La conversación será más o menos así:

—El sitio ese nuevo de carnes a la brasa.
—Ah, ¿el de barbacoa coreana en Fifth Street?
—No, coreano no es. Sudamericano, creo.
—Ah, sí, el brasileño, ¿cómo se llamaba?
—¡Sí, ese, ese!
—Pampas no sé qué.
—Sí, el Pampas Chewy. O era Churry, hum…
—Churrascaria. Pampas Churrascaria.

¿Cuánta gente habrá participado? La cantidad da igual. La cuestión es que todas las personas habrán añadido algo de conocimiento, limitando poco a poco las opciones, y al final se recuerda algo que ninguna de ellas por sí sola podría haber recordado. Daniel Wegner, profesor de Psicología de Harvard, lo llama «memoria transactiva».[22]

Por supuesto, a menudo recurrimos a ayudas tecnológicas para responder a nuestras preguntas y echamos mano de nuestros dispositivos inteligentes para buscar en recursos electrónicos y en Internet. Cuando pasamos de buscar ayuda en otra gente a buscarla en nuestra tecnología —lo que Wegner denomina «cibermente»—, el principio es básicamente el mismo. La cibermente no siempre da una respuesta, pero puede aportar pistas suficientes para que nosotros mismos generemos esa respuesta. Incluso cuando la tecnología aporta la respuesta, a veces está enterrada bajo una lista de posibles opciones, así que tendremos que utilizar nuestro propio conocimiento —o el de nuestros amigos— para determinar cuál de esos posibles elementos es el correcto.

¿Qué ocurre cuando dependemos demasiado del conocimiento externo, ya sea conocimiento presente en el mundo, conocimiento de amigos o conocimiento facilitado por nuestra tecnología? Por un lado, no existe eso de «demasiado». Cuanto más aprendamos a utilizar esos recursos, mejor será nuestro desempeño. El conocimiento externo es una herramienta útil para mejorar la inteligencia. Por otro lado, el conocimiento externo es a menudo erróneo; observemos si no la dificultad para confiar en recursos en línea y las polémicas surgidas en torno a las entradas de Wikipedia. No importa de dónde venga nuestro conocimiento. Lo que importa es la calidad del resultado final.

En un libro anterior, *Things That Make Us Smart* (Cosas que nos hacen inteligentes), afirmaba que es esta combinación de tecnología y de personas lo que da lugar a seres superpoderosos. La tecnología no nos hace ser más listos. La gente no hace que la tecnología sea inteligente. Es la combinación de ambas, de la persona y del artefacto, lo que es inteligente. Juntos con

nuestras herramientas somos una combinación poderosa. En cambio, si nos quedamos de pronto sin esos dispositivos externos, no rendimos muy bien. En muchos sentidos, hemos pasado a ser menos inteligentes.

Si prescindimos de las calculadoras, mucha gente no sabrá hacer cálculos aritméticos. Si prescindimos de los sistemas de navegación, la gente ya no sabrá moverse, ni siquiera por sus propias ciudades. Si prescindimos de las agendas de teléfonos y de los ordenadores, la gente ya no podrá ponerse en contacto con sus amistades (en mi caso, no recuerdo ni siquiera mi número de teléfono). Sin teclado, no sé escribir. Sin corrector ortográfico, no sé escribir sin cometer faltas.

¿Qué significa todo eso? ¿Es bueno o malo? No es un fenómeno nuevo. Si nos quedamos sin suministro de gas y sin servicios eléctricos, puede que nos muramos de hambre. Si nos quedamos sin casa y sin ropa, puede que nos congelemos. Dependemos de centros comerciales, de transportes y de servicios gubernamentales para cubrir las cosas esenciales de la vida. ¿Es eso malo?

La asociación entre la tecnología y la gente nos hace más inteligentes, más fuertes y más capaces de vivir en el mundo moderno. Nos hemos hecho dependientes de la tecnología y ya no sabemos funcionar sin ella. La dependencia es hoy más fuerte que nunca, e incluye cosas mecánicas y físicas como la vivienda, la ropa, la calefacción, la preparación y el almacenamiento de alimentos y el transporte. Esta variedad de dependencias se ha ampliado además a los servicios de información: comunicación, noticias, ocio, educación e interacción social. Cuando las cosas van bien, estamos informados y cómodos y somos eficaces. Si algo se rompe, quizá no seamos capaces de funcionar. Esa dependencia de la tecnología es muy antigua, pero con cada década que pasa su impacto va afectando a cada vez más actividades.

Mapeo natural

El mapeo, un tema del capítulo 1, es un buen ejemplo del poder de combinar conocimiento presente en el mundo con conocimiento presente en la cabeza. ¿Quién no ha encendido o apagado el quemador que no era en una cocina? Cualquiera pensaría que hacerlo correctamente es una tarea fácil. Un mando sencillo enciende el quemador, controla la temperatura y permite apagar el quemador. De hecho, la tarea es en apariencia tan simple que cuando la gente la hace mal, cosa que ocurre con más frecuencia de la que podría pensarse, se culpa a sí misma: «¿Cómo he podido ser tan estúpido de hacer mal esta tarea tan sencilla?», piensan. Bueno, no es tan sencilla, y no es su culpa: incluso dispositivos tan simples como una cocina de uso cotidiano están con frecuencia muy mal diseñados, de manera que los errores están garantizados.[23]

La mayoría de las cocinas tiene solo cuatro quemadores y cuatro mandos con una correspondencia de uno a uno. ¿Por qué es tan complicado recordar cuatro cosas? En principio, debería ser fácil recordar la relación entre mandos y quemadores. Sin embargo, en la práctica resulta casi imposible. ¿Por qué? Por el deficiente mapeo entre mandos y quemadores. Fijémonos en la

figura 3.2, que representa cuatro posibles mapeos entre los cuatro quemadores y los mandos. En las figuras 3.2A y B se muestra cómo no mapear una dimensión en dos. En las figuras 3.2C y D se muestran dos maneras de hacerlo bien: disponer los mandos en dos dimensiones (C) o escalonar los quemadores (D) de forma que puedan ordenarse de izquierda a derecha.

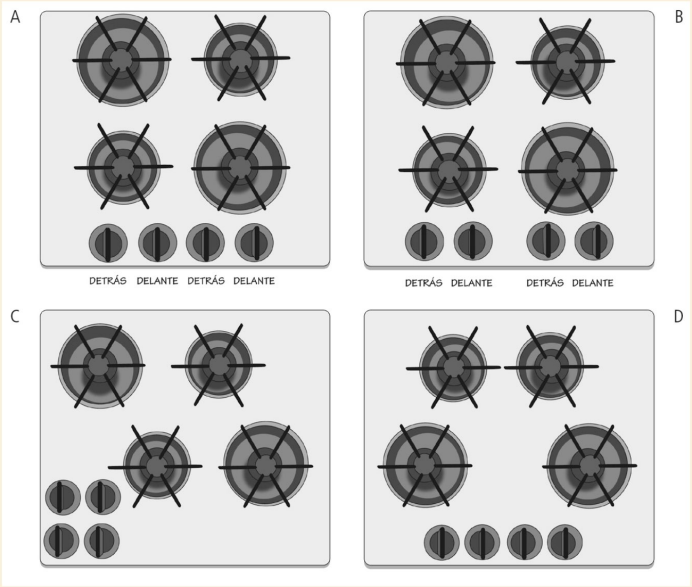


FIGURA 3.2. Mapeos entre mandos de cocina y quemadores. Con la disposición tradicional de los quemadores de una cocina que se muestra en las figuras A y B, los quemadores se organizan en un rectángulo y los mandos, en una línea. Por lo general, hay un mapeo natural parcial, dado que los dos mandos de la izquierda manejan los quemadores de la izquierda y los dos mandos de la derecha controlan los quemadores de la derecha. Incluso así, hay cuatro posibles mapeos entre mandos y quemadores, y los cuatro se utilizan en las cocinas que se comercializan. La única manera de saber qué mando acciona cada quemador es leer las etiquetas. Pero si los mandos estuviesen también en rectángulo (figura C) o los quemadores estuviesen escalonados (figura D), no harían falta etiquetas. El aprendizaje sería sencillo; se reducirían los errores.

Para empeorar las cosas, los fabricantes de cocinas no se ponen de acuerdo en qué mapeo utilizar. Si todas las cocinas usaran la misma disposición de mandos, aunque no fuese natural, todo el mundo podría aprendérsela de una vez por todas después de entenderla. Como indica la leyenda de la figura 3.2, aunque el fabricante de la cocina sea lo bastante amable para asegurarse de que cada par de mandos maneje el par de quemadores de su lado, siguen quedando cuatro mapeos posibles, y los cuatro son de uso común. Algunas cocinas disponen los mandos en una línea vertical, lo que da incluso más mapeos posibles. Todas las cocinas parecen ser muy distintas entre sí. Incluso cocinas de un mismo fabricante difieren entre ellas. Es normal que la gente tenga problemas, que la comida se quede sin hacer y, en el peor de los casos, que se produzca algún incendio.

Los mapeos naturales son aquellos en los que la relación entre los controles y el objeto que ha de manejarse (los quemadores, en este caso) resulta obvia. Según las circunstancias, los mapeos naturales emplearán pistas espaciales. He aquí tres niveles de mapeo, dispuestos en orden decreciente según su eficacia para ayudar a la memoria:

- → **Mejor mapeo:** los controles están instalados directamente en el elemento que ha de manejarse.
- → **Segundo mejor mapeo:** los controles están lo más cerca posible del objeto que ha de manejarse.
- → **Tercer mejor mapeo:** los controles se disponen con la misma configuración espacial que los objetos que deben manejarse.

En los dos primeros casos, los mapeos son claros e inequívocos.

Si queremos ver ejemplos excelentes de mapeo natural, basta con pensar en grifos, dispensadores de jabón y secadores de manos con sensor de movimiento. Con solo poner las manos bajo el grifo o bajo el dispensador saldrá agua o jabón. Con solo agitar las manos delante del dispensador de toallas de papel saldrá una toalla nueva, o en el caso de los secadores de mano, basta con poner las manos debajo o dentro del secador para que se active el aire. Hay que tener en cuenta que, aunque los mapeos de estos dispositivos sean adecuados, también presentan problemas. En primer lugar, suelen carecer de significantes, de ahí la falta de detectabilidad. A menudo sus controles son invisibles, así que a veces ponemos las manos debajo de un grifo

esperando recibir agua en vano: se trata de grifos mecánicos que requieren mover el mango; o a lo mejor sí sale agua pero se detiene al momento, así que tenemos que mover las manos arriba y abajo con la esperanza de encontrar el punto exacto en el que se activa el agua. Cuando agito la mano delante del dispensador de toallas y no sale ninguna, no sé si eso significa que el dispensador está roto o que se ha quedado sin toallas; o que he hecho el movimiento mal o en el sitio equivocado; o que quizá ese dispensador no funciona con movimientos, sino que debo empujar, tirar o girar algo. La falta de significantes es un auténtico inconveniente. Estos dispositivos no son perfectos, pero al menos el mapeo es correcto.

En el caso de los mandos de las cocinas, resulta obviamente imposible colocarlos justo encima de los quemadores; en la mayoría de las cocinas, es peligroso además situarlos al lado, no solo porque podrían quemar a la persona que use la cocina, sino también porque podrían interferir en la colocación de los utensilios de cocina. Los mandos de una cocina suelen situarse en un lateral, en la parte del fondo o en el panel frontal de la cocina, en cuyo caso deberían disponerse en armonía espacial con los quemadores, como en las figuras 3.2 C y D.

Con un buen mapeo natural, la relación de los mandos con los quemadores está totalmente integrada en el mundo; la carga sobre la memoria humana se ve muy reducida. Sin embargo, con un mal mapeo, se coloca cierta carga sobre la memoria, lo que conlleva más esfuerzo mental y una mayor posibilidad de error. Sin un buen mapeo, la gente que no conozca la cocina no podrá determinar de inmediato qué quemador va con cada mando, e incluso usuarios frecuentes cometerán errores de vez en cuando.

¿Por qué los diseñadores de cocinas insisten en disponer los quemadores siguiendo un patrón rectangular de dos dimensiones y los mandos en una fila unidimensional? Desde hace casi un siglo sabemos lo deficiente que es esta disposición. A veces, la cocina viene con unos diagramas inteligentes que indican qué quemador controla cada mando. A veces, hay etiquetas. Sin embargo, el mapeo natural adecuado no requiere de diagramas, etiquetas ni instrucciones.

La ironía en el caso del diseño de las cocinas está en que no es en absoluto complicado hacerlo bien. Los manuales de ergonomía, los factores humanos, la psicología y la ingeniería industrial llevan más de cincuenta años demostrando cuáles son los problemas y cuáles las soluciones. Algunos fabricantes de cocinas sí utilizan buenos diseños. Curiosamente, a veces los mejores y los peores diseños los fabrican las mismas empresas y aparecen juntos en los catálogos. ¿Por qué aun así los usuarios adquieren cocinas que provocan tantos problemas? ¿Por qué no rebelarse y negarse a comprarlas a no ser que los mandos tengan una relación inteligente con los quemadores?

Aunque el asunto de las cocinas parezca trivial, existen problemas similares de mapeo en muchas situaciones, incluidos algunos entornos comerciales e industriales en los que seleccionar el botón, la rueda o la palanca erróneos puede causar un impacto económico enorme o incluso víctimas.

En entornos industriales, un buen mapeo es de especial importancia, ya sea para un avión no tripulado, para una grúa grande en la que el operario esté a cierta distancia de los objetos que van a manipularse, o incluso para un automóvil en el que el conductor quizá desee controlar la temperatura o las ventanillas mientras maneja el coche a gran velocidad o en vías muy concurridas. En esos casos, los mejores controles suelen ser mapeos espaciales de los mandos con los elementos que han de controlarse. Vemos que esto se hace correctamente en la mayoría de los automóviles, en los que el conductor puede controlar las ventanillas con botones dispuestos en correspondencia espacial con dichas ventanillas.

Durante el proceso de compra, a menudo no se piensa en la usabilidad. A no ser que de verdad probemos una serie de unidades en un entorno realista, haciendo las tareas típicas, seguramente no percibamos la facilidad o la dificultad de uso. Cuando miramos una cosa sin más, puede parecer muy sencilla, y el despliegue de espléndidas funciones se toma como una virtud. Quizá no nos demos cuenta de que no vamos a saber averiguar cómo usar esas funciones. Yo siempre insto a la gente a probar los productos antes de comprarlos. Antes de adquirir una cocina nueva, finjamos que estamos cocinando algo allí mismo, en la tienda. No tengamos miedo de cometer errores ni de hacer preguntas tontas. Recordemos que cualquier problema que se presente seguramente sea culpa del diseño, no nuestra.

Un gran obstáculo radica en que el comprador a menudo no es el usuario. Hay aparatos que están ya en una casa cuando alguien se muda allí; en el trabajo, el departamento de adquisiciones encarga el equipamiento basándose en factores como el precio, las relaciones con los proveedores y quizá la fiabilidad; la usabilidad casi nunca se tiene en cuenta. Por último, incluso cuando el comprador es el usuario final, a veces se hace necesario sacrificar una función deseable por otra que no lo es. En el caso de la cocina de mi familia, no nos gustaba la disposición de los mandos, pero la compramos de todas maneras: sacrificamos el diseño de los mandos por otra característica del diseño que era más importante para nosotros y que solo ofrecía un fabricante. Pero ¿por qué tenemos que hacer esos sacrificios? No debería ser complicado que todos los fabricantes de cocinas utilizasen mapeos naturales, o al menos que estandarizaran sus mapeos.

Cultura y diseño: los mapeos naturales pueden variar con la cultura[24]

Estaba en Asia dando una charla. Tenía el ordenador conectado a un proyector y me habían dejado un control remoto para ir pasando las ilustraciones durante la conferencia; el mando tenía dos botones, uno algo más arriba que el otro. En la pantalla

estaba ya visible el título, así que una vez que empecé a hablar solo tenía que avanzar a la primera imagen de mi presentación; sin embargo, cuando pulsé el botón de arriba, para mi sorpresa, fui hacia atrás en la presentación, no hacia delante.

«¿Cómo ha podido pasar esto?», me pregunté. Para mí, arriba equivale a adelante; abajo significa hacia atrás. El mapeo es claro y obvio. Si los botones hubiesen estado uno al lado del otro, entonces el mando habría sido ambiguo: ¿qué va antes, la derecha o la izquierda? Ese mando parecía usar un mapeo adecuado de arriba y abajo. ¿Por qué funcionaba al revés? ¿Era otro ejemplo de mal diseño?

Decidí preguntarle al público. Enseñé el mando y pregunté: «Para llegar a mi siguiente imagen, ¿qué botón debo pulsar, el de arriba o el de abajo?». Para mi gran asombro, la respuesta del público estuvo dividida. Muchos pensaban que debía ser el de arriba, como yo creía, pero un gran número opinaba que debía ser el de abajo.

¿Cuál era la respuesta correcta? Decidí plantear esa misma pregunta al público de mis charlas en todo el mundo. Descubrí que en el resto de los sitios también había opiniones divididas: algunas personas creían firmemente que era el botón de arriba y otras, con la misma firmeza, que era el de abajo. Todo el mundo se sorprendía al saber que otras personas pensaban lo contrario.

Seguí perplejo hasta que me di cuenta de que se trataba de un problema de puntos de vista, muy similar a la cuestión de cómo ven el tiempo las distintas culturas. En algunas culturas, el tiempo se representa mentalmente como si fuese un camino que se extiende por delante de la persona. Conforme la persona avanza por el tiempo, avanza también por esa línea temporal. Otras culturas utilizan la misma representación, salvo que la persona está fija y es el tiempo el que se mueve: el acontecimiento del futuro avanza hacia la persona.

Precisamente eso era lo que ocurría con el control remoto. Sí, el botón de arriba provocaba que algo se moviese hacia delante, pero la cuestión era ¿qué se movía? Algunas personas pensaban que el individuo se desplazaba entre las imágenes, mientras que otras creían que eran las imágenes las que se movían. Quienes pensaban que se desplazaba el individuo elegían el botón de arriba como indicador de la siguiente imagen; quienes pensaban que se movían las ilustraciones optaban por pasar a la siguiente imagen pulsando el botón de abajo, y haciendo así que las imágenes se desplazasen hacia ellos.

Algunas culturas representan la línea del tiempo en vertical: hacia arriba está el futuro y hacia abajo, el pasado. Otras culturas tienen visiones muy distintas. Por ejemplo, ¿el futuro queda por delante o por detrás? Para la mayoría de nosotros, la pregunta no tiene sentido: por supuesto, el futuro queda por delante y el pasado está detrás. Hablamos así, comentando la «llegada» del futuro; nos agrada que muchos acontecimientos desafortunados del pasado hayan «quedado atrás».

Pero ¿por qué no podría estar el pasado delante y el futuro detrás? ¿Suena extraño? ¿Por qué? Podemos ver lo que está delante, pero no lo que hay detrás; podemos recordar lo que ocurrió en el pasado, pero no podemos recordar el futuro. Y no solo eso, sino que podemos recordar acontecimientos recientes con mucha mayor claridad que hechos del pasado remoto, algo que se capta nítidamente en la metáfora visual en la que el pasado se alinea delante de nosotros, con los acontecimientos más recientes más cerca, de forma que se perciben (se recuerdan) con claridad, y, más alejados, los acontecimientos del pasado remoto, que recordamos y percibimos con dificultad. ¿Sigue sonando raro? Pues así es como un grupo de indios sudamericanos, los aimaras, representan el tiempo. Cuando hablan del futuro utilizan la expresión «días de atrás», y suelen hacer un gesto hacia detrás de ellos. Pensémoslo bien: es una manera totalmente lógica de ver el mundo.

Si el tiempo se muestra en una línea horizontal, ¿va de izquierda a derecha o de derecha a izquierda? Ambas respuestas son correctas, porque la elección es arbitraria, como también es arbitrario elegir si el texto debe disponerse en la página de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. La elección de la dirección del texto se corresponde asimismo con la preferencia de la gente respecto a la dirección del tiempo. Las personas que tienen como lengua nativa el árabe o el hebreo prefieren que el tiempo fluya de derecha a izquierda (con el futuro hacia la izquierda), mientras que para quienes utilizan un sistema de escritura de izquierda a derecha el tiempo fluye en esa misma dirección, así que el futuro está a la derecha.

Pero aún no he terminado. ¿La línea temporal hace referencia a la persona o al entorno? En algunas sociedades aborígenes australianas, el tiempo se desplaza con respecto al entorno sobre la base de la dirección en la que el sol sale y se pone. Podemos probar a darle a alguien de esa comunidad un conjunto de fotografías estructuradas en el tiempo (por ejemplo, retratos de una persona con diferentes edades o de un niño comiendo algo) y pedirle que las ordene. La gente de culturas tecnológicas ordenaría las imágenes de izquierda a derecha, con la foto más reciente a la derecha o a la izquierda, según cómo se escribiese su lengua. Sin embargo, las personas de estas comunidades australianas las ordenarían de este a oeste, con la más reciente al oeste. Si la persona en cuestión estuviese mirando al sur, las fotos irían ordenadas de izquierda a derecha. Si la persona mirase al norte, las fotos quedarían ordenadas de derecha a izquierda. Si la persona estuviese mirando al oeste, las fotos se ordenarían en una línea vertical que iría desde el cuerpo hacia fuera, y la más exterior sería la más reciente. Y, por supuesto, si la persona estuviese mirando al este, ordenaría las fotografías también en una línea que se extendería desde su cuerpo hacia fuera, pero con la más reciente situada más cerca.

La metáfora elegida dictará el diseño adecuado para la interacción. Cuestiones similares surgen en otros ámbitos. Pensemos en el problema habitual del desplazamiento por el texto en una pantalla de ordenador. ¿Debería el control del desplazamiento mover el texto o la ventana? La cuestión suscitó un intenso debate durante los primeros años de los terminales de pantallas,

mucho antes del desarrollo de los sistemas informáticos modernos. Al final, hubo un acuerdo mutuo por el que las teclas de las flechas del cursor —y luego, más adelante, el ratón— debían seguir la metáfora de la ventana en movimiento: mover la ventana hacia abajo para ver más texto en la base de la pantalla. En la práctica, esto significa que para ver más texto en la base de la pantalla hay que mover el ratón hacia abajo, dado que así se desplaza la ventana hacia abajo, de manera que el texto se mueve hacia arriba: el ratón y el texto se mueven en direcciones opuestas. Con la metáfora del texto en movimiento, el ratón y el texto se mueven en la misma dirección: mover el ratón hacia arriba hará que el texto se desplace hacia arriba. Durante más de dos décadas, todo el mundo estuvo moviendo las barras de desplazamiento y el ratón hacia abajo para que el texto subiera.

Pero entonces llegaron los dispositivos inteligentes con pantallas táctiles. En ese momento, se hizo natural tocar el texto con los dedos y moverlo directamente hacia arriba, hacia abajo, a la derecha o a la izquierda: el texto se desplazaba en la misma dirección que los dedos. La metáfora del texto móvil se hizo así prevalente. A decir verdad, ya no se pensaba en ello como en una metáfora: era real. Sin embargo, dado que la gente cambiaba entre los sistemas informáticos tradicionales que utilizaban la metáfora de la ventana móvil y los sistemas táctiles que utilizaban el modelo del texto móvil, reinaba la confusión. Como resultado, un gran fabricante de ordenadores y de pantallas inteligentes, Apple, lo modificó todo al modelo del texto móvil, si bien ninguna otra empresa siguió su estela. Mientras escribo esto, la confusión sigue existiendo. ¿Cómo acabará? Yo predigo la desaparición de la metáfora de la ventana móvil: dominarán las pantallas y los paneles táctiles, lo que hará que el modelo del texto móvil arraigue. Todos los sistemas moverán las manos o los controles en la misma dirección en la que deseen que se desplace la imagen de la pantalla. Predecir la tecnología es relativamente fácil, en comparación con predecir el comportamiento humano o, en este caso, la adopción de convenciones sociales. ¿Será cierta esta predicción? Lo juzgaremos por nosotros mismos.

Cuestiones similares surgieron en el ámbito de la aviación con el indicador de la actitud del piloto, es decir, la pantalla que indica la orientación del avión (balanceo o alabeo y cabeceo). Este instrumento muestra una línea horizontal que indica el horizonte con una silueta de un avión visto desde atrás. Si las alas están niveladas y en línea con el horizonte, el avión está volando en vuelo nivelado. Supongamos que el avión vira a la izquierda, de modo que se balancea (se inclina) a la izquierda. ¿Qué debería aparecer en la pantalla? ¿Debería mostrarse un avión inclinándose a la izquierda frente a un horizonte fijo, o un avión fijo frente a un horizonte que se incline a la derecha? La primera opción es correcta desde el punto de vista de alguien que esté viendo el avión desde atrás, desde donde el horizonte siempre está en horizontal: este tipo de exposición en pantalla se llama «de fuera adentro». La segunda opción es correcta desde el punto de vista del piloto, para quien el avión siempre está

estable y fijo en una posición, así que cuando el avión se balancea, el horizonte se inclina: este tipo de exposición en pantalla se denomina «de dentro afuera».

En todos estos casos, los diferentes puntos de vista son correctos. Todo depende de qué consideremos que se está moviendo. ¿Qué significa todo esto para el diseño? Que lo natural depende del punto de vista, de la metáfora elegida y por tanto de la cultura. Las dificultades en el diseño se dan cuando hay un cambio de metáforas. Los pilotos de avión tienen que pasar por una formación y por una serie de pruebas antes de que se les permita cambiar de un conjunto de instrumentos (los de la metáfora de fuera adentro, por ejemplo) a otro (los de la metáfora de dentro afuera). Cuando muchos países decidieron cambiar el lado por el que debían conducirse los automóviles, se generó una confusión temporal y peligrosa (la mayoría de los lugares que cambiaron pasaron de conducir por la izquierda a conducir por la derecha, pero unos pocos, como Okinawa, Samoa y Timor Oriental, hicieron el cambio contrario). En todos estos casos de cambio de convenciones, la gente acabó por adaptarse. Es posible romper una convención y cambiar de metáfora, pero habrá que contar con un periodo de confusión hasta que la gente se adapte al nuevo sistema.

---

[12] Ray Nickerson y Marilyn Adams, así como David Rubin y Theda Kontis, demostraron que la gente no sabía recordar ni reconocer con exactitud las imágenes ni el texto presentes en las monedas estadounidenses (Nickerson y Adams, 1979; Rubin y Kontis, 1983).

[13] La cita sobre la puesta en circulación de la moneda de diez francos por parte del Gobierno francés procede de un artículo de Stanley Meisler (1986) que se reproduce con la autorización de *Los Angeles Times*.

[14] La sugerencia de que el almacenamiento en la memoria y la recuperación de información van mediados por descripciones parciales se planteó en un artículo escrito junto a Danny Bobrow (Norman y Bobrow, 1979). En nuestra opinión, por lo general, la especificidad necesaria en una descripción depende del conjunto de elementos entre los que una persona esté tratando de distinguir. La recuperación de un recuerdo puede por tanto conllevar una serie prolongada de intentos durante la cual las descripciones iniciales de esa recuperación aportan resultados incompletos o erróneos, de manera que la persona tiene que seguir intentándolo, y cada uno de esos intentos estará más cerca de la respuesta y contribuirá a precisar la descripción.

[15] Tan solo con las pistas sobre el significado (la primera tarea), las personas con las que David C. Rubin y Wanda T. Wallace hicieron esta prueba adivinaron las tres palabras objetivo del ejemplo únicamente en un 0 por ciento, 4 por ciento y 0 por ciento de las veces, respectivamente. De manera similar, cuando las pistas eran solo las rimas, el resultado fue bastante malo, ya que las palabras se adivinaron en un 0 por ciento, 0 por ciento y 4 por ciento de las veces, respectivamente. Así, cada pista por sí sola ofrecía poca ayuda. Al combinar la pista

estable y fijo en una posición, así que cuando el avión se balancea, el horizonte se inclina: este tipo de exposición en pantalla se denomina «de dentro afuera».

En todos estos casos, los diferentes puntos de vista son correctos. Todo depende de qué consideremos que se está moviendo. ¿Qué significa todo esto para el diseño? Que lo natural depende del punto de vista, de la metáfora elegida y por tanto de la cultura. Las dificultades en el diseño se dan cuando hay un cambio de metáforas. Los pilotos de avión tienen que pasar por una formación y por una serie de pruebas antes de que se les permita cambiar de un conjunto de instrumentos (los de la metáfora de fuera adentro, por ejemplo) a otro (los de la metáfora de dentro afuera). Cuando muchos países decidieron cambiar el lado por el que debían conducirse los automóviles, se generó una confusión temporal y peligrosa (la mayoría de los lugares que cambiaron pasaron de conducir por la izquierda a conducir por la derecha, pero unos pocos, como Okinawa, Samoa y Timor Oriental, hicieron el cambio contrario). En todos estos casos de cambio de convenciones, la gente acabó por adaptarse. Es posible romper una convención y cambiar de metáfora, pero habrá que contar con un periodo de confusión hasta que la gente se adapte al nuevo sistema.

---

[12] Ray Nickerson y Marilyn Adams, así como David Rubin y Theda Kontis, demostraron que la gente no sabía recordar ni reconocer con exactitud las imágenes ni el texto presentes en las monedas estadounidenses (Nickerson y Adams, 1979; Rubin y Kontis, 1983).

[13] La cita sobre la puesta en circulación de la moneda de diez francos por parte del Gobierno francés procede de un artículo de Stanley Meisler (1986) que se reproduce con la autorización de *Los Angeles Times*.

[14] La sugerencia de que el almacenamiento en la memoria y la recuperación de información van mediados por descripciones parciales se planteó en un artículo escrito junto a Danny Bobrow (Norman y Bobrow, 1979). En nuestra opinión, por lo general, la especificidad necesaria en una descripción depende del conjunto de elementos entre los que una persona esté tratando de distinguir. La recuperación de un recuerdo puede por tanto conllevar una serie prolongada de intentos durante la cual las descripciones iniciales de esa recuperación aportan resultados incompletos o erróneos, de manera que la persona tiene que seguir intentándolo, y cada uno de esos intentos estará más cerca de la respuesta y contribuirá a precisar la descripción.

[15] Tan solo con las pistas sobre el significado (la primera tarea), las personas con las que David C. Rubin y Wanda T. Wallace hicieron esta prueba adivinaron las tres palabras objetivo del ejemplo únicamente en un 0 por ciento, 4 por ciento y 0 por ciento de las veces, respectivamente. De manera similar, cuando las pistas eran solo las rimas, el resultado fue bastante malo, ya que las palabras se adivinaron en un 0 por ciento, 0 por ciento y 4 por ciento de las veces, respectivamente. Así, cada pista por sí sola ofrecía poca ayuda. Al combinar la pista

del significado con la pista de la rima se obtuvo un rendimiento perfecto: la gente adivinó las palabras en un 100 por ciento de las veces (Rubin y Wallace, 1989).

[16] El trabajo de Alfred Bates Lord se resume en su libro *The Singer of Tales* (El cantor de cuentos; 1960). La cita de «Alí Babá y los cuarenta ladrones» la extraje de la versión en inglés de *Las mil y una noches* seleccionada y editada por Padraic Colum y traducida por Edward William Lane (Colum y Ward, 1953). En esa edición, las palabras tienen una forma más desconocida: la mayoría conocemos la frase mágica como «Ábrete, sésamo», pero según Colum la verdadera transliteración del término es «simsim».

[17] ¿Cómo se las apaña la gente con las contraseñas? Hay muchos estudios al respecto (Anderson, 2008; Florêncio, Herley y Coskun, 2007; National Research Council Steering Committee on the Usability, Security, and Privacy of Computer Systems, 2010; Norman, 2009; Schneier, 2000).

Para encontrar las contraseñas más usadas, basta con buscar una frase como «contraseñas más usadas». Mi artículo sobre seguridad, que acabó mencionándose en numerosas columnas de prensa, está disponible en mi sitio web y se publicó además en la revista sobre interacción entre humanos y ordenadores *Interactions* (Norman, 2009).

[18] La cita sobre el conocimiento que tienen los ladrones profesionales de cómo la gente esconde las cosas procede del estudio de Winograd y Soloway «On Forgetting the Locations of Things Stored in Special Places» [Sobre el olvido de la ubicación de cosas guardadas en sitios especiales] (1986).

[19] Los métodos nemotécnicos se comentaban en mi libro *Memory and Attention* (Memoria y atención); pese a ser una obra ya antigua, las técnicas nemotécnicas lo son aún más y siguen sin modificarse (Norman, 1969 y 1976). En *El aprendizaje y la memoria* (Norman, 1982) hablo sobre el esfuerzo de la recuperación de recuerdos. Es fácil encontrar técnicas nemotécnicas: basta con buscar en la web «reglas nemotécnicas». De manera similar, las propiedades de la memoria a corto y a largo plazo se encuentran de forma sencilla con una búsqueda en Internet o en cualquier manual sobre psicología experimental, psicología cognitiva o neuropsicología (como opuesta a la psicología clínica), o en manuales de ciencia cognitiva. Otra opción es buscar en Internet «memoria humana», «memoria activa», «memoria a corto plazo» o «memoria a largo plazo». Véase además el libro del psicólogo de Harvard Daniel Schacter *Los siete pecados de la memoria* (Schacter, 2001). ¿Cuáles son los siete pecados de Schacter? Transitoriedad, distracción, bloqueo, atribución errónea, sugestión, persistencia y sesgo.

[20] La cita de Alfred North Whitehead sobre el poder del comportamiento automatizado se encuentra en el capítulo 5 de su libro *Introducción a las matemáticas* (Whitehead, 1911).

[21] Se puede consultar una cantidad considerable de investigación sobre la memoria prospectiva y la memoria para el futuro resumida en los artículos de Dismukes sobre memoria prospectiva, así como en el análisis de Cristina Atance y Daniela O'Neill sobre la memoria para el futuro, o lo que llaman «pensamiento episódico futuro» (Atance y O'Neill, 2001; Dismukes, 2012).

[22] El término «memoria transactiva» lo acuñó Daniel Wegner, profesor de Psicología de Harvard (Lewis y Herndon, 2011; Wegner, D. M., 1987; Wegner, T. G. y Wegner, D. M., 1995).

[23] La dificultad de hacer el mapeo entre mandos y quemadores de una cocina es un hecho conocido entre expertos en factores humanos desde hace más de cincuenta años: ¿por qué están tan mal diseñadas las cocinas? Esta cuestión se abordó en 1959, el primer año de publicación de la revista *Human Factors Journal* (Chapanis y Lindenbaum, 1959).

[24] Mis comentarios sobre el impacto de la cultura en los mapeos se nutrieron considerablemente de mis conversaciones con Lera Boroditsky, entonces docente en la Universidad de Stanford y ahora profesora en el Departamento de Ciencia Cognitiva de la Universidad de California en San Diego; véase su capítulo «How Languages Construct Time» (Cómo los lenguajes construyen el tiempo; 2011). Los estudios sobre los aborígenes australianos los recogieron Núñez y Sweetser (2006).

04

Saber lo que hacer: limitaciones, detectabilidad y retroalimentación

¿Cómo determinamos la manera de manejar algo que no hemos visto nunca antes? No tenemos más opción que combinar el conocimiento presente en el mundo con el de la cabeza. El conocimiento presente en el mundo incluye prestaciones y significantes percibidos, los mapeos entre las partes que parecen ser controles o puntos de manipulación y las acciones resultantes, y las limitaciones físicas que restringen lo que puede hacerse. El conocimiento presente en la cabeza incluye modelos conceptuales, limitaciones culturales, semánticas y lógicas sobre el comportamiento, y analogías entre la situación presente y experiencias previas con otras situaciones. El capítulo 3 estaba dedicado a comentar cómo adquirimos conocimiento y cómo lo utilizamos. El énfasis se ponía principalmente en el conocimiento presente en la cabeza. Este capítulo se centra en el conocimiento presente en el mundo: cómo los diseñadores pueden facilitar la información crucial que permite a la gente saber qué hacer, incluso cuando se encuentra ante un dispositivo o una situación desconocidos.

Voy a ilustrarlo con un ejemplo: montar la motocicleta que viene en una caja de Lego (un juguete de construcción para niños). La motocicleta de Lego que se muestra en la figura 4.1 tiene quince piezas, algunas bastante especializadas. De esas quince piezas, solo dos pares se parecen: dos rectángulos con la palabra *police* y las dos manos del policía. Otras piezas coinciden entre sí en tamaño y en forma, pero son de diferentes colores. Así, hay una serie de piezas físicamente intercambiables (es decir, las limitaciones físicas no bastan para identificar dónde van), aunque el papel de las distintas piezas de la motocicleta sigue estando inequívocamente determinado. ¿Cómo? Combinando las limitaciones culturales, semánticas y lógicas con las físicas. Como resultado, es posible construir la moto sin instrucciones ni ayuda.

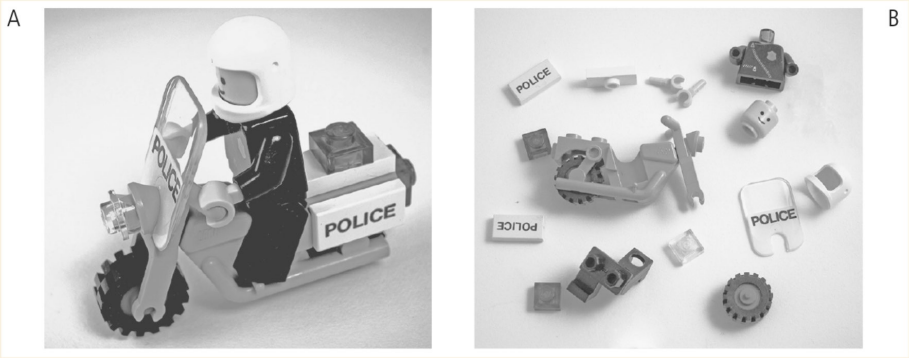


FIGURA 4.1. Motocicleta de Lego. La motocicleta de juguete de Lego se muestra montada (A) y por partes (B). Tiene quince piezas construidas con tanta inteligencia que incluso un adulto puede montarlas. El diseño aprovecha las limitaciones para especificar dónde encaja cada pieza. Las limitaciones físicas reducen las ubicaciones alternativas. Las limitaciones culturales y semánticas ofrecen las pistas necesarias para tomar otras decisiones. Por ejemplo, las limitaciones culturales dictan la ubicación de las tres luces (roja, azul y amarilla), y las limitaciones semánticas impiden al usuario poner la cabeza del revés en el cuerpo o las piezas con la etiqueta de «police» bocabajo.

De hecho, hice el experimento. Le pedí a alguna gente que montase las piezas; nunca habían visto la estructura acabada y no se les dijo que era una motocicleta (aunque no tardaron mucho en averiguarlo). Nadie tuvo ninguna dificultad.

Las prestaciones visibles de las piezas eran importantes para determinar cómo encajarlas. Los cilindros y agujeros característicos de Lego sugerían la regla de montaje principal. Los tamaños y las formas de las piezas sugerían su funcionalidad. Las limitaciones físicas restringían qué piezas encajaban. Las limitaciones culturales y semánticas ofrecían restricciones importantes sobre lo que tenía sentido en el caso de todas las piezas salvo una, y con solo una pieza restante y un único lugar en el que

pudiese encajar, la lógica pura y dura dictaba su ubicación. Esas cuatro clases de limitaciones —físicas, culturales, semánticas y lógicas— parecen ser universales y están presentes en una amplia variedad de situaciones.

Las limitaciones son pistas relevantes y restringen el conjunto de acciones posibles. El uso meditado de limitaciones en el diseño permite a la gente determinar de inmediato el desarrollo adecuado de la acción, incluso en situaciones novedosas.

Cuatro tipos de limitaciones: físicas, culturales, semánticas y lógicas

Limitaciones físicas

Las limitaciones físicas restringen las actividades posibles. Así, una clavija grande no puede entrar en un agujero pequeño. En la motocicleta de Lego, el parabrisas solo encaja en un sitio. El valor de las limitaciones físicas radica en que se basan en propiedades del mundo físico para su funcionamiento; no se necesita ninguna formación especial. Con el uso adecuado de limitaciones físicas, solo debería quedar un número restringido de acciones posibles, o al menos puede conseguirse que las acciones deseadas resulten obvias, normalmente haciendo que resalten sobre las demás.

Las limitaciones físicas son más eficaces y útiles si es fácil verlas e interpretarlas, pues entonces el conjunto de acciones queda limitado antes de que se haya hecho nada. De otro modo, una limitación física evitará una acción equivocada solo después de que haya intentado hacerse.

La pila cilíndrica tradicional, en la figura 4.2A, carece de suficientes limitaciones físicas. Puede colocarse en el compartimento para las pilas con dos orientaciones: una que es correcta y otra que puede dañar el equipo. Las instrucciones de la figura 4.2B demuestran que la polaridad es importante, pero los significantes inferiores del interior del compartimento para las pilas complican la determinación de la orientación adecuada.

¿Por qué no diseñar una pila con la que sea imposible cometer un error? Utilizar limitaciones físicas de modo que la pila solo encaje si está bien orientada; o, como alternativa, diseñar la pila o los contactos eléctricos de manera que la orientación no importe.

pudiese encajar, la lógica pura y dura dictaba su ubicación. Esas cuatro clases de limitaciones —físicas, culturales, semánticas y lógicas— parecen ser universales y están presentes en una amplia variedad de situaciones.

Las limitaciones son pistas relevantes y restringen el conjunto de acciones posibles. El uso meditado de limitaciones en el diseño permite a la gente determinar de inmediato el desarrollo adecuado de la acción, incluso en situaciones novedosas.

Cuatro tipos de limitaciones: físicas, culturales, semánticas y lógicas

Limitaciones físicas

Las limitaciones físicas restringen las actividades posibles. Así, una clavija grande no puede entrar en un agujero pequeño. En la motocicleta de Lego, el parabrisas solo encaja en un sitio. El valor de las limitaciones físicas radica en que se basan en propiedades del mundo físico para su funcionamiento; no se necesita ninguna formación especial. Con el uso adecuado de limitaciones físicas, solo debería quedar un número restringido de acciones posibles, o al menos puede conseguirse que las acciones deseadas resulten obvias, normalmente haciendo que resalten sobre las demás.

Las limitaciones físicas son más eficaces y útiles si es fácil verlas e interpretarlas, pues entonces el conjunto de acciones queda limitado antes de que se haya hecho nada. De otro modo, una limitación física evitará una acción equivocada solo después de que haya intentado hacerse.

La pila cilíndrica tradicional, en la figura 4.2A, carece de suficientes limitaciones físicas. Puede colocarse en el compartimento para las pilas con dos orientaciones: una que es correcta y otra que puede dañar el equipo. Las instrucciones de la figura 4.2B demuestran que la polaridad es importante, pero los significantes inferiores del interior del compartimento para las pilas complican la determinación de la orientación adecuada.

¿Por qué no diseñar una pila con la que sea imposible cometer un error? Utilizar limitaciones físicas de modo que la pila solo encaje si está bien orientada; o, como alternativa, diseñar la pila o los contactos eléctricos de manera que la orientación no importe.

FIGURA 4.2. Pila cilíndrica: donde hacen falta limitaciones. En la figura A se muestra la tradicional pila cilíndrica que requiere de su correcta orientación en la ranura para funcionar correctamente (y para evitar dañar el equipo). En la figura B veremos dónde deben colocarse las dos pilas. Las instrucciones del manual se muestran superpuestas a esa fotografía. Parecen sencillas, pero ¿es posible ver el interior del hueco oscuro para averiguar dónde va cada extremo de cada pila? Pues no. Las letras están en negro sobre negro: unas formas ligeramente en relieve en el plástico oscuro.

FIGURA 4.3. Quitar relevancia a la orientación de la pila. En esta fotografía se muestra una pila cuya orientación no importa: puede introducirse en el equipo en ambas direcciones. ¿Y eso? Porque ambos extremos de la pila tienen los mismos tres anillos concéntricos: el anillo central es el terminal «más» y el mediano es el terminal «menos».

En la figura 4.3 se muestra una pila diseñada para que la orientación sea irrelevante. Ambos extremos de la pila son idénticos; los terminales positivo y negativo de la pila son los anillos central y mediano, respectivamente. El contacto de la polaridad positiva está diseñado para establecerse solo con el anillo central. De modo similar, el contacto de la polaridad negativa solo se establece con el anillo central. Aunque en apariencia esto resuelva el problema, solo he visto un ejemplo así; en general, estas pilas no están disponibles ni se utilizan.

Otra alternativa es inventar contactos de pilas que permitan insertar nuestras pilas cilíndricas ya existentes en cualquier orientación y funcionen bien: Microsoft ha creado este tipo de contacto, InstaLoad, y está tratando de convencer a los fabricantes de equipos para que lo usen.[25]

Una tercera alternativa consiste en diseñar la forma de la pila de manera que encaje solo de un modo. La mayoría de los componentes enchufables se desenvuelven bien en este aspecto mediante el uso de formas, muescas y salientes que limitan la inserción en una única orientación. ¿Por qué no pueden ser iguales nuestras pilas de uso diario?

¿Por qué un diseño torpe persiste durante tanto tiempo? Es lo que se llama «problema de legado» y saldrá varias veces en este libro. Demasiados dispositivos utilizan el estándar existente: eso es el legado. Si las pilas cilíndricas simétricas se modificasen,

tendría que producirse también un cambio enorme en una cantidad ingente de productos. Las nuevas pilas no funcionarían en equipos antiguos, ni las pilas antiguas funcionarían en equipos nuevos. El diseño de contactos de Microsoft nos permitiría seguir usando las mismas pilas a las que estamos acostumbrados, pero los productos tendrían que modificarse según los nuevos contactos. Dos años después de la presentación de InstaLoad por parte de Microsoft, y pese a una presencia positiva en prensa, no he logrado encontrar productos que lo utilicen, ni siquiera productos de Microsoft.

Las cerraduras y las llaves presentan un problema similar. Pese a que por lo general sea fácil distinguir la parte superior y lisa de una llave de la parte inferior y dentada, es complicado adivinar únicamente por la cerradura cuál es la orientación requerida para la llave, sobre todo en entornos oscuros. Muchas clavijas y tomas de corriente eléctricas y electrónicas presentan el mismo problema. Pese a tener limitaciones físicas para impedir una introducción incorrecta, a menudo es complicadísimo percibir su orientación correcta, sobre todo cuando los ojos de cerraduras y los enchufes están en ubicaciones de acceso complicado y de escasa iluminación. Algunos dispositivos, como las tomas USB, tienen limitaciones, pero son tan sutiles que hay que trastear mucho para encontrar la orientación correcta. ¿Por qué no son todos esos dispositivos insensibles a la orientación?

No resulta nada complicado diseñar llaves y tomas que funcionen independientemente de cómo se introduzcan. Desde hace mucho tiempo existen llaves de coches insensibles a la orientación, pero no todos los fabricantes las usan. De forma similar, muchos conectores eléctricos son insensibles a la orientación, aunque de nuevo solo unos pocos fabricantes los usan. ¿Por qué esa resistencia? En parte, es una resistencia provocada por el legado, por la preocupación ante el gasto que implicaría un cambio tan enorme. Sin embargo, esa resistencia parece ser en buena medida un clásico ejemplo de pensamiento corporativo: «Así es como siempre se han hecho las cosas. Nos da igual el cliente». Por supuesto, es cierto que la dificultad a la hora de introducir llaves, pilas o tomas no es un problema lo bastante grande para que influya en la decisión de adquirir algo o no, pero aun así la falta de atención a las necesidades del cliente, incluso en cosas sencillas, suele ser síntoma de problemas mayores que tienen un mayor impacto.

Cabe destacar que una solución mucho mejor sería resolver la necesidad básica: solucionar la necesidad raíz. Al fin y al cabo, las llaves y las cerraduras nos dan igual: lo que necesitamos es alguna manera de garantizar que únicamente la gente autorizada pueda acceder a lo que esté bajo llave. En vez de rehacer la forma de las llaves físicas, podríamos hacerlas irrelevantes. Una vez que admitimos esto, se nos presenta toda una serie de soluciones: cerraduras con combinación que no necesitan llave, o cerraduras sin llave que solo pueden manejar personas autorizadas. Un posible método es contar con dispositivos inalámbricos electrónicos, como las tarjetas de identificación que desbloquean puertas al acercarlas a un sensor o las llaves de automóviles que pueden permanecer en el bolsillo o en una funda. Los dispositivos biométricos podrían identificar a la

persona por reconocimiento de voz o facial, por huellas dactilares o por otras unidades biométricas, como el patrón del iris. Este enfoque se comenta en el capítulo 3, página 127.

Limitaciones culturales

En todas las culturas hay diversas acciones que resultan permisibles en distintas situaciones sociales. Así, en nuestra cultura sabemos cómo comportarnos en un restaurante, incluso en uno en el que no hayamos estado antes. De este modo, sabemos manejarnos bien cuando nuestro anfitrión nos deja solos en una habitación ajena, en una fiesta extraña, con personas desconocidas. Y también por eso a veces nos sentimos frustrados, incapaces de actuar, cuando nos vemos en un restaurante o ante un grupo de personas de una cultura desconocida, donde nuestro comportamiento normalmente aceptado resulta por completo inapropiado y está mal visto. Las cuestiones culturales están en la raíz de muchos de los problemas que tenemos con las máquinas nuevas: aún no existen convenciones o costumbres universalmente aceptadas para manejarlas.

Quienes estudiamos este tipo de cosas creemos que las directrices del comportamiento cultural se representan en la mente con esquemas: estructuras de conocimiento que incluyen las normas generales y la información necesaria para interpretar situaciones y guiar el comportamiento. En algunas situaciones estereotípicas (por ejemplo, en un restaurante), esos esquemas pueden ser muy especializados. Los científicos cognitivos Roger Schank y Bob Abelson proponían que en tales casos siguiéramos «guiones» que pudieran orientar la secuencia de comportamiento. El sociólogo Erving Goffman llama «marcos» a las limitaciones sociales relativas al comportamiento aceptable y demuestra cómo esos marcos rigen el comportamiento incluso cuando una persona se encuentra en una situación novedosa o en una cultura nueva. El peligro acecha para quienes infringen deliberadamente los marcos de una cultura.[26]

La próxima vez que estemos en un ascensor, probemos a infringir las normas culturales y veremos lo incómodos que nos sentimos, tanto nosotros como el resto de la gente.[27] No supondrá mucho esfuerzo: basta con ponerse mirando al fondo, o con mirar de frente a otro usuario. En un autobús, o en un tranvía, cedámosle nuestro asiento a alguna persona con pinta atlética (este acto causa efecto sobre todo si lo hace una persona mayor, embarazada o con alguna discapacidad).

En el caso de la motocicleta de Lego de la figura 4.1, las limitaciones culturales determinan las ubicaciones de las tres luces de la moto, que de otro modo serían físicamente intercambiables. La roja es el estándar culturalmente definido para la luz del freno, que se coloca detrás. Y un vehículo policial suele tener una luz azul parpadeante arriba. Respecto a la pieza amarilla, se trata de un ejemplo interesante de cambio cultural: pocas personas actualmente recuerdan que el amarillo era el color estándar para los faros de los coches en Europa y en algunos otros lugares (Lego es de Dinamarca). Ahora mismo, los estándares de

Europa y de América del Norte dictan que los faros sean blancos. Como resultado, averiguar que la pieza amarilla representa los faros delanteros de la motocicleta ya no es tan fácil como antes. Las limitaciones culturales cambien a veces con el paso del tiempo.

Limitaciones semánticas

La semántica es el estudio del significado. Las limitaciones semánticas son aquellas que se basan en el significado de la situación para controlar el conjunto de acciones posibles. En el caso de la motocicleta, solo hay una ubicación con sentido para el conductor, que debe sentarse mirando hacia delante. El propósito del parabrisas es proteger la cara del motociclista, por lo que debe estar delante de él. Las limitaciones semánticas se basan en nuestro conocimiento de la situación y del mundo. Ese conocimiento puede ser una pista potente e importante. Sin embargo, al igual que las limitaciones culturales, las semánticas también pueden cambiar con el tiempo. Los deportes extremos desafían todo aquello que consideramos que tiene sentido y que es sensato. Las nuevas tecnologías modifican el sentido de las cosas. Y la gente creativa no para de cambiar nuestra manera de interactuar con las tecnologías y entre nosotros. Cuando los coches se hagan totalmente automáticos y se comuniquen entre ellos mediante redes inalámbricas, ¿qué significado tendrán las luces rojas traseras de los automóviles? ¿Que el coche está frenando? Pero ¿a quién irá destinada esa señal? Los otros coches ya lo sabrán. La luz roja carecerá de significado, así que podrá eliminarse o redefinirse para indicar alguna otra situación. Los significados actuales quizá no sean los del futuro.

Limitaciones lógicas

La luz azul de la motocicleta de Lego presenta un problema especial. Mucha gente no tenía ningún conocimiento que le sirviera de ayuda, pero después de haber colocado todas las demás piezas en la moto, solo quedaba una y solo un sitio posible en el que ubicarla. La luz azul tenía una limitación lógica.

Las limitaciones lógicas suelen usarlas los habitantes de una casa cuando emprenden alguna labor de reparación. Supongamos que desmontamos un grifo que gotea para sustituir una arandela, pero al volver a montar el grifo descubrimos que sobra una pieza. Ups. Obviamente, ha habido algún error: esa pieza debería estar instalada. Este es un ejemplo de limitación lógica.

Los mapeos naturales que se comentan en el capítulo 3 funcionan ofreciendo limitaciones lógicas. No existe ningún principio físico ni cultural; por el contrario, hay una relación lógica entre la disposición espacial o funcional de los componentes y las cosas a las que afectan o por las que se ven afectados. Si dos interruptores controlan dos luces, el interruptor de la izquierda

debería funcionar con la luz izquierda y el interruptor de la derecha con la luz derecha. Si la orientación de las luces y de los interruptores difiere, el mapeo natural queda destruido.

Normas, convenciones y estándares culturales

Todas las culturas tienen sus propias convenciones. Al encontrarnos con alguien, ¿nos damos besos o nos estrechamos la mano? Si nos besamos, ¿en qué mejilla, y cuántas veces? ¿Es un beso al aire o uno de verdad? O quizá hagamos una reverencia, y la persona más joven deba hacerla primero y de manera más pronunciada; o a lo mejor levantamos las manos, o quizá las juntemos. ¿Nos olisqueamos? Explorar las diferentes maneras de saludarse utilizadas en distintas culturas permite pasar una hora fascinante en Internet. También es divertido ver la consternación cuando gente de países más fríos y formales se encuentra por primera vez con gente de países más cálidos y espontáneos: uno trata de hacer una reverencia y estrechar las manos mientras el otro intenta darle un abrazo y un beso incluso a un completo desconocido. No es tan divertido ser una de esas dos personas, claro: imaginemos que nos abrazan o nos besan mientras intentamos dar la mano o hacer una reverencia; o al revés, que intentamos darle un beso a alguien en la mejilla tres veces (izquierda, derecha, izquierda) cuando esa persona espera solo uno; o peor, cuando esa persona espera un apretón de manos. La infracción de las convenciones culturales puede truncar por completo una interacción.

Las convenciones son en realidad una forma de limitación cultural que suele ir asociada a cómo se comporta la gente. Algunas convenciones determinan qué actividades deberían hacerse; otras prohíben o desincentivan acciones. Pero en todos los casos aportan unas limitaciones importantes sobre el comportamiento a quienes conocen la cultura.

A veces, esas convenciones están codificadas en estándares internacionales, o bien en leyes o en ambas cosas. Cuando empezó a haber mucho tráfico en las calles, ya fuera de caballos y calesas o de automóviles, surgieron la congestión y los accidentes. Con el tiempo, se desarrollaron convenciones sobre el lado de la carretera por el que circular, con diferentes plasmaciones en los distintos países. ¿Quién tenía preferencia en un cruce? ¿La primera persona en llegar? ¿El vehículo o la persona de la derecha, o la persona con el mayor estatus social? Todas esas convenciones se han aplicado en algún momento de la historia. Ahora mismo hay estándares mundiales que rigen muchas situaciones del tráfico: se conduce solo por un lado de la calle; el primer vehículo en llegar a un cruce tiene preferencia; si llegan dos al mismo tiempo, el coche de la derecha (o el de la izquierda) tiene preferencia; cuando se unen varios carriles, se alternan los coches, primero uno de un carril y luego otro del otro. Esta última norma es más bien una convención informal; no forma parte de ningún manual del que yo sea consciente, y

aunque se cumple muy bien en las calles de California por las que yo conduzco, el concepto mismo podría parecer extraño en otras partes del mundo.

A veces, las convenciones chocan. En México, cuando dos coches se acercan a un puente estrecho de un solo carril desde sentidos opuestos, si uno de ellos le echa las luces al otro está queriendo decir: «Yo he llegado primero y voy a cruzar el puente». En Inglaterra, si un coche te echa las luces significa: «Te he visto: pasa tú, por favor». Ambas señales son igual de apropiadas y de útiles, aunque no si los dos conductores siguen convenciones distintas. Imaginemos que un conductor mexicano se cruza con un conductor inglés en un tercer país (cabe destacar que los expertos en conducción alertan en contra de utilizar las luces como señales porque, incluso dentro de un mismo país, muchos conductores usan diferentes interpretaciones y nadie imagina que la otra persona pueda tener la contraria).

¿Alguna vez nos hemos sentido avergonzados en una cena formal en la que hubiese montones de utensilios a nuestra disposición? ¿Qué hacemos? ¿Bebernos el cuenquito de agua, o será para remojarse los dedos y limpiarse? ¿Nos comemos un muslo de pollo o un trozo de *pizza* con las manos o con cuchillo y tenedor?

¿Estas cosas importan? Sí, importan. Infringir las convecciones nos señala como foráneos. Y también como groseros.

Aplicar prestaciones, significantes y limitaciones a objetos cotidianos

Las prestaciones, los significantes, los mapeos y las limitaciones pueden simplificar nuestros encuentros con objetos cotidianos. No hacer un uso adecuado de estas pistas conlleva problemas.

El problema con las puertas

En el capítulo 1 nos hemos encontrado con la triste historia de mi amigo, el que se quedó atrapado entre dos hileras de puertas de cristal en una oficina de correos porque no había pistas de cómo funcionaban las puertas. Para abrir una puerta, tenemos que encontrar el lado que abre y la pieza que hay que manipular; en otras palabras, debemos averiguar qué hacer y dónde hacerlo. Confiamos en encontrar alguna señal visible, un significante, para la actividad correcta: una lámina, un añadido, un hueco, una muesca… Algo que permita que la mano lo toque, lo agarre, lo gire o lo penetre. Eso nos dice dónde actuar. El siguiente paso es averiguar cómo: debemos determinar qué acciones están permitidas, en parte usando esos significantes y en parte guiados por limitaciones.

Existe una asombrosa variedad de puertas. Algunas solo se abren pulsando un botón y otras no indican cómo se abren, ya que no tienen botones ni mecanismos, ni ninguna otra señal sobre su funcionamiento. A lo mejor la puerta se maneja con un pedal;

o quizá con la voz y debamos pronunciar la frase mágica («¡Ábrete, *simsim*!»). Asimismo, algunas puertas tienen letreros, para tirar, empujar, deslizarlas, subirlas, llamar a un timbre, introducir una tarjeta o una contraseña, sonreír, girar, inclinarnos, bailar o quizá solo preguntar. En cierto modo, cuando un dispositivo tan sencillo como una puerta debe llevar un letrero que te indique si has de tirar, empujar o deslizarla, implica que hay un error, un mal diseño.

Pensemos en el mecanismo de una puerta sin cerrojo. No necesitará ninguna parte móvil: puede haber solo un pomo fijo, una lámina, un tirador o una muesca. No solo el mecanismo adecuado servirá para abrir la puerta sin problemas, sino que además indicará cómo funciona la puerta: incorporará pistas claras e inequívocas, esto es, significantes. Supongamos que la puerta se abre empujándola. La manera más sencilla de indicarlo es colocar una placa en el lugar donde haya que empujar.

Las placas planas o las barras pueden significar de manera clara y sin ambigüedades tanto la acción adecuada como el lugar en el que debe llevarse a cabo, pues sus prestaciones limitan las acciones posibles a la de empujar. Recordemos el debate sobre la puerta antiincendios y la barra antipánico del capítulo 2 (figura 2.5, página 91). La barra antipánico, con su superficie amplia y horizontal, normalmente de un color secundario en la parte que ha de empujarse, ofrece un buen ejemplo de significante inequívoco. Restringe muy bien el comportamiento inadecuado de la gente cuando, en estado de pánico, empuja una puerta para intentar huir de un incendio. Las mejores barras de este tipo tienen prestaciones visibles que actúan como limitaciones físicas para la acción y además cuentan con un significante también visible, para especificar discretamente qué hacer y dónde hacerlo.

Algunas puertas incluyen mecanismos adecuados, bien ubicados. Los tiradores exteriores de las puertas en la mayoría de los automóviles modernos son ejemplos excelentes de diseño. Esos tiradores suelen ser receptáculos en recoveco que indican de forma simultánea el lugar y el modo de actuar. Las hendiduras horizontales guían la mano hacia la posición de tirar; las hendiduras verticales señalan el movimiento de deslizar. Curiosamente, los tiradores interiores de los automóviles son una historia distinta. Ahí, el diseñador se ha enfrentado a un problema de naturaleza distinta y aún no ha hallado la solución adecuada. Como resultado, y aunque los tiradores exteriores de los coches suelen ser excelentes, los interiores a menudo cuesta encontrarlos, cuesta averiguar cómo funcionan y son incómodos de utilizar.

En mi experiencia, las peores infracciones las cometen las puertas de los armarios. A veces ni siquiera es posible determinar dónde están, y no hablemos ya de saber si hay que deslizarlas, levantarlas, empujarlas o tirar de ellas, y de cómo hacerlo. Quizá el diseñador (y el comprador) esté cegado ante la falta de usabilidad por centrarse en la estética. Un diseño especialmente frustrante es el de la puerta de armario que se abre hacia fuera empujándola hacia dentro. El empuje libera el cierre y activa un muelle, de manera que cuando se aparta la mano la puerta se abre. Se trata de un diseño muy inteligente, pero de lo más

desconcertante para quien lo usa por primera vez. Una placa sería una señal adecuada, pero los diseñadores no quieren estropear la superficie lisa de la puerta. Uno de los armarios de mi casa tiene uno de esos cierres en una puerta de cristal. Dado que el cristal permite ver las baldas interiores, es obvio que no queda espacio para que la puerta se abra hacia dentro; por tanto, empujar la puerta parece contradictorio. Quienes usan la puerta por primera vez o la usan poco suelen descartar el acto de empujar y tiran de ella para abrirla, lo que requiere utilizar las uñas, hojas de cuchillos o métodos más ingeniosos para hacer palanca. Un tipo de diseño similar, contraintuitivo, fue el origen de todas mis dificultades a la hora de vaciar el agua sucia del lavabo de un hotel en Londres (figura 1.4, página 41).

Las prestaciones decepcionan. He visto a personas tropezar y caerse al intentar abrir una puerta empujándola: la puerta era automática y al tratar de empujarla se abría hacia dentro sola. En la mayoría de los vagones de metro, las puertas se abren de forma automática en todas las paradas, pero en París no. En el *métro* de París, vi a una persona intentar bajarse del vagón sin éxito: cuando el tren llegó a su parada, la persona se levantó y se quedó ante la puerta, esperando pacientemente a que se abriese, pero eso nunca pasó; el vagón volvió a arrancar y siguió hacia la siguiente parada. En el *métro*, tienes que abrir las puertas pulsando un botón o bajando o deslizando una palanca (según en qué tipo de vagón estés). En algunos sistemas de transporte, se supone que el pasajero tiene que manejar la puerta, pero en otros está prohibido. El viajero frecuente se ve constantemente ante este tipo de situaciones: el comportamiento adecuado en un sitio es inadecuado en otro, incluso en contextos que parecen idénticos. Las normas culturales conocidas pueden crear comodidad y armonía. Las normas desconocidas pueden llevar a incomodidad y a confusión.

El problema con los interruptores

Cuando doy charlas, muy a menudo mi primera demostración no necesita de ningún preparativo. Puedo contar siempre con que los interruptores de la sala o del auditorio no sean manejables. «Luces, por favor», dirá alguien. Y entonces llegará la búsqueda a tientas. ¿Quién sabe dónde están los interruptores y qué luces controla cada uno? Las luces parecen funcionar sin problemas solo cuando se contrata a un técnico que esté en una sala de control en algún sitio, encendiéndolas y apagándolas.

Los problemas con las luces de los auditorios son molestos, pero un escollo similar en el ámbito industrial puede resultar peligroso. En muchas salas de control hay hileras e hileras de interruptores idénticos frente a los operarios. ¿Cómo evitan el error ocasional, la confusión o el choque accidental contra el mando erróneo? ¿Y el fallo de puntería? No se evitan. Por suerte, los espacios industriales son normalmente bastante robustos. Unos pocos errores de vez en cuando no importan. Normalmente.

Existe un tipo de avión pequeño muy popular que tiene unos interruptores idénticos para los *flaps* y para el tren de aterrizaje, y además están colocados unos al lado de otros. Cualquiera se sorprendería si supiera cuántos pilotos, estando en tierra, han decidido levantar los *flaps* y en su lugar han levantado las ruedas. Este error tan caro ocurría con tanta frecuencia que el National Transportation Safety Board redactó un informe al respecto. Educadamente, los analistas indicaban que hacía ya cincuenta años que existían los principios del diseño adecuados para evitar esos errores. ¿Por qué seguían cometiéndose esos fallos de diseño?

Los interruptores y controles básicos deberían ser relativamente sencillos de diseñar. Sin embargo, se dan dos dificultades fundamentales. La primera es determinar qué tipo de dispositivo manejan; por ejemplo, los *flaps* o el tren de aterrizaje. La segunda es una cuestión de mapeo, que se comenta ampliamente en los capítulos 1 y 3; por ejemplo, cuando hay muchas luces y una serie de interruptores, ¿cuál es el interruptor que corresponde a cada luz?

El problema de los interruptores solo es serio cuando hay muchos. No existe tal problema en situaciones con un solo interruptor, y es un problema únicamente menor cuando hay dos interruptores. Sin embargo, las dificultades se incrementan rápidamente con más de dos interruptores en la misma ubicación. Es más probable que haya múltiples interruptores en oficinas, auditorios y espacios industriales que en los hogares.

Con instalaciones complejas, donde hay numerosas luces e interruptores, los controles de la luz raras veces se ajustan a las necesidades de la situación. Cuando doy charlas, necesito atenuar de alguna manera las luces que dan en la pantalla del proyector para que las imágenes sean visibles, pero mantener la suficiente iluminación sobre el público para que puedan tomar notas (y para supervisar sus reacciones a lo que digo). Este tipo de control no suele existir. Los electricistas no tienen formación para hacer análisis de tareas.

¿De quién es la culpa de esto? Probablemente de nadie. Culpar a una persona pocas veces es apropiado o útil, un punto sobre el que vuelvo en el capítulo 5. El problema seguramente se deba a las dificultades para coordinar las diferentes profesiones implicadas a la hora de instalar los controles de la iluminación.

Una vez viví en una casa magnífica en los acantilados de Del Mar, en California, una edificación que nos diseñaron dos jóvenes arquitectos galardonados. La casa era espléndida y los arquitectos demostraron su valía con una ubicación espectacular y unos ventanales que daban al mar. No obstante, a ambos les gustaba el diseño sobrio, pulcro y moderno hasta decir basta. Dentro de la casa había, entre otras cosas, hileras impolutas de interruptores de luz: una fila horizontal con cuatro interruptores idénticos en el recibidor y una columna vertical con seis interruptores idénticos en el salón. «Os acostumbraréis», nos aseguraron los arquitectos cuando nos quejamos. Nunca nos acostumbramos. En la figura 4.4 se muestra un panel de ocho

interruptores que me encontré en una casa que visité. ¿Quién puede acordarse de qué hace cada cual? Mi casa solo tenía seis interruptores y ya nos costaba (las fotografías del panel de interruptores de mi casa de Del Mar se han perdido).

La falta de una comunicación clara entre las personas y las organizaciones que construyen partes de un sistema quizá sea la causa más común de los diseños complicados y confusos. Un diseño útil comienza por una observación minuciosa del modo en que se realizan de verdad las tareas a las que va a darse soporte, seguida por un proceso de diseño que se ajusta bien a la auténtica manera en la que se hacen esas tareas. El nombre técnico de este método es «análisis de tareas». El nombre del proceso al completo es «diseño centrado en las personas» (DCP), del que se habla en el capítulo 6.

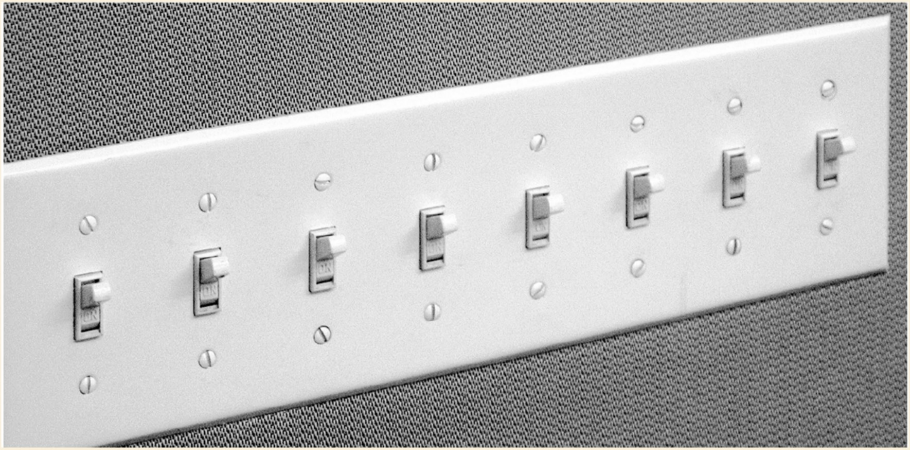


FIGURA 4.4. Interruptores de luz incomprensibles. No es infrecuente encontrarse con paneles como este. No existe un mapeo obvio entre los interruptores y las luces que se controlan con ellos. Una vez tuve un panel así en mi casa, aunque con solo seis interruptores. Ni siquiera después de estar años viviendo allí logré retener cuál tenía que usar, así que subía (encendido) o bajaba (apagado) todos los interruptores. ¿Cómo solucioné el problema? Véase la figura 4.5.

Las soluciones al problema planteado por mi casa de Del Mar requieren de los mapeos naturales descritos en el capítulo 3. Con seis interruptores de luz colocados en una disposición unidimensional, en vertical, sobre la pared, no hay manera de que puedan asignarse de forma natural a la ubicación horizontal en dos dimensiones de las luces del techo. ¿Por qué colocar los interruptores en plano, sobre la pared? ¿Por qué no hacer las cosas de otra manera? ¿Por qué no poner los interruptores en horizontal, en una analogía exacta a las cosas que van a controlar, con una disposición bidimensional, de forma que los interruptores puedan situarse sobre un plano del edificio en correspondencia exacta con las zonas que controlan? Emparejar la disposición de las luces con la disposición de los interruptores: el principio del mapeo natural. Los resultados pueden verse en la figura 4.5. Nosotros instalamos un plano del salón sobre una placa y lo orientamos para que coincidiese con la habitación.[28] Los interruptores estaban colocados sobre ese plano, de modo que cada cual quedase en la zona que controlaba. La placa se montó ligeramente inclinada respecto al eje horizontal para que fuese fácil de ver y para dejar claro el mapeo; de haber estado en vertical, el mapeo habría resultado ambiguo. La placa estaba inclinada y no en horizontal para que la gente (nosotros o nuestras visitas) no colocase encima ningún objeto, como copas: un ejemplo de antiprestación (simplificamos el funcionamiento aún más moviendo el sexto interruptor a una ubicación distinta en la que su significado quedaba claro y no provocaba confusión, dado que estaba aislado).

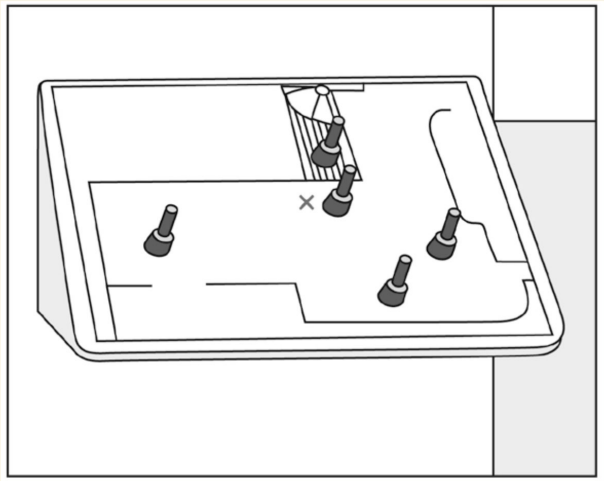


FIGURA 4.5. Un mapeo natural de interruptores y luces. Así es como hice el mapeo de cinco interruptores con las luces en mi salón. Coloqué unos botoncitos alargados encajados sobre un plano del salón de mi casa, con el balcón y el recibidor visibles; cada interruptor estaba colocado en el lugar de la luz correspondiente. La X situada junto al interruptor central indicaba la ubicación del propio panel. La superficie estaba inclinada para facilitar la correlación con la disposición horizontal de las luces, y la inclinación servía de antiprestación natural, dado que evitaba que la gente colocase tazas de café y envases de bebidas sobre los controles.

Resulta innecesariamente complicado aplicar este mapeo espacial entre interruptores y luces: las piezas necesarias no están en general disponibles. Yo tuve que contratar a un técnico cualificado para que construyese la caja integrada en la pared e instalase los interruptores especiales y el equipo de control. Los constructores y electricistas necesitan componentes estandarizados. Actualmente, las cajas de interruptores que hay a disposición de los electricistas se organizan como cajas rectangulares en las que se integran hileras largas y lineales de interruptores y que se montan en horizontal o en vertical en la pared. Para generar la disposición espacial adecuada, necesitaríamos una estructura bidimensional que pudiera montarse en paralelo al suelo, en la que los interruptores quedasen instalados sobre la parte superior de la caja, en la superficie horizontal. La caja de interruptores debería tener una base de soportes que facilitase la disposición libre y casi sin restricciones de los interruptores siguiendo el patrón que mejor se ajustara a la habitación. Lo ideal sería que en la caja se usaran interruptores pequeños, quizá modelos de bajo voltaje con los que manejar una estructura independiente que se ocupase de las luces (que es lo que yo hice en mi casa). Los interruptores y las luces podrían comunicarse de forma inalámbrica, sin usar el tradicional cableado doméstico. En vez de las placas estandarizadas de los interruptores actuales, grandes y abultadas, se diseñarían placas para agujeros pequeños que se ajustasen a esos interruptores pequeños, y eso se combinaría con alguna manera de introducir un plano sobre la tapa de los interruptores.

Mi sugerencia requiere que la caja de interruptores sobresalga de la pared, mientras que las cajas actuales se instalan de forma que los interruptores quedan a ras de la pared. No obstante, esos nuevos interruptores no tendrían que sobresalir; podrían ubicarse en aberturas dentadas en las paredes: del mismo modo que en el interior de una pared hay espacio para las cajas de interruptores actuales, lo habría para una superficie horizontal dentada. Otra opción sería instalar los interruptores en un pequeño pedestal.

Como nota al margen, en las décadas que han transcurrido desde que se publicó la primera edición de este libro, el apartado sobre el mapeo natural y las dificultades con los interruptores ha tenido una gran acogida. En todo caso, no existen herramientas comerciales disponibles para facilitar la aplicación práctica de estas ideas en las casas. Una vez traté de convencer al CEO de la empresa fabricante de los dispositivos domésticos inteligentes que yo había utilizado para instalar los controles de la figura 4.5 de que aprovechara mi idea. «¿Por qué no fabricáis los componentes para que la gente pueda hacer esto con facilidad?», le sugerí. No tuve éxito.

Algún día nos desharemos de los interruptores de conexión directa, que exigen el uso de secciones excesivamente largas de cables eléctricos, aumentan el coste y las dificultades de la construcción de viviendas y complican muchísimo la remodelación de los circuitos eléctricos, además de hacerla muy costosa en tiempo. En vez de eso, utilizaremos señales de Internet o inalám-

bricas para conectar los interruptores con los dispositivos que haya que controlar. De este modo, los mandos podrán ubicarse en cualquier sitio, y además será posible reconfigurarlos o desplazarlos; podríamos tener múltiples controles para un mismo elemento, algunos en nuestros móviles o en otros dispositivos portátiles. Ahora mismo tengo la posibilidad de controlar el termostato de mi casa desde cualquier sitio del mundo: ¿por qué no hacer lo mismo con las luces? Parte de la tecnología necesaria ya existe en tiendas especializadas y a disposición de constructores que trabajan por encargo, pero su uso solo se generalizará cuando los grandes fabricantes produzcan los componentes necesarios y los electricistas tradicionales se sientan cómodos instalándolos. Las herramientas para crear configuraciones de interruptores que utilicen buenos principios de mapeo podrían estandarizarse y ser fáciles de aplicar. Ocurrirá, pero puede llevar bastante tiempo.

Por desgracia, como muchas de las cosas que cambian, las nuevas tecnologías tendrán sus virtudes y sus defectos. Los controles tenderán a situarse en pantallas táctiles, lo que permitirá excelentes mapeos naturales con las disposiciones espaciales implicadas, pero sin las prestaciones físicas de los interruptores físicos. No podrán manejarse con un brazo ni con el codo mientras intentamos entrar en una habitación con las manos cargadas de paquetes o de tazas de té. Las pantallas táctiles están bien si tenemos las manos libres. Quizá las cámaras con reconocimiento de gestos puedan cubrir esta función.

Controles basados en la actividad

El mapeo espacial de interruptores no siempre es adecuado. En muchos casos, es mejor tener interruptores que controlen las actividades: un control basado en la actividad. Muchos auditorios de escuelas y de empresas tienen controles con base informática e interruptores etiquetados con palabras como *vídeo*, *ordenador*, *luces* y *conferencia*. Cuando el diseño es minucioso, con un análisis detallado y bien hecho de las actividades a las que va a darse soporte, el mapeo entre mandos y actividades funciona muy bien: los vídeos necesitan que el auditorio esté a oscuras y que se controle el nivel de sonido, además de mandos para iniciar, pausar y detener la presentación; las imágenes proyectadas necesitan que la zona de la pantalla esté a oscuras y que el auditorio esté lo bastante iluminado para que la gente pueda tomar notas; una conferencia requiere cierta iluminación en el escenario para que se vea al orador. Los controles basados en la actividad son excelentes en teoría, pero en la práctica es complicado que la cosa salga bien. Y cuando sale mal, surgen las dificultades.

En este sentido, existe un enfoque equivocado que consiste en basar los controles en el dispositivo y no en la actividad. Cuando la base es el dispositivo, varias pantallas de controles se ocupan de luces, sonido, ordenador y proyección de vídeo. Eso requiere que el orador use una pantalla para ajustar la luz, otra para ajustar los niveles de sonido y otra más para ir pasando las imágenes o controlarlas. Tener que desplazarse entre pantallas (para detener el vídeo y poder hacer un comentario o contestar

a una pregunta, por ejemplo) supone una interrupción cognitiva horrible en el flujo del discurso. Los controles basados en la actividad anticipan esta necesidad y reúnen el manejo de la luz, del nivel de sonido y de la proyección en una misma ubicación.

Una vez utilicé un control basado en la actividad y lo configuré para presentar mis fotografías al público. Todo fue bien hasta que me hicieron una pregunta. Pausé el sistema para responderla, pero además quería aumentar la iluminación de la sala para poder ver al público. No, la actividad de dar una charla con una presentación visual de imágenes implicaba que las luces de la sala estuviesen fijadas en una configuración tenue. Cuando intenté subir la intensidad de las luces, me salí de la actividad «dar una charla», así que conseguí poner las luces tal y como yo quería, pero la pantalla empezó a elevarse hasta esconderse en el techo y el proyector se apagó. La dificultad de los controles basados en la actividad radica en gestionar casos excepcionales, casos que no se han tenido en cuenta durante el diseño.

Los controles basados en la actividad son el camino más adecuado si las actividades se seleccionan con minuciosidad para que cubran los requisitos reales. No obstante, incluso en esos casos, se necesitarán además controles manuales, porque siempre habrá alguna exigencia nueva e inesperada que exija configuraciones específicas. Tal y como demuestra mi ejemplo, invocar la configuración manual no debería provocar la cancelación de la actividad en curso.

Limitaciones que fuerzan el comportamiento deseado

Funciones de forzamiento

Las funciones de forzamiento son una forma de limitación física: situaciones en las que las acciones están limitadas de forma que el fallo en una fase evita que se avance al siguiente paso. Arrancar un coche lleva asociada una función de forzamiento: el conductor tiene que disponer de un objeto físico que signifique permiso para utilizar el coche. En el pasado, ese objeto era una llave física que abría las puertas del vehículo y que además se introducía en el contacto, lo que permitía activar el sistema eléctrico y, si se giraba hasta su posición última, también el motor.

Los coches actuales ofrecen muchos métodos para verificar ese permiso. Algunos siguen exigiendo el uso de una llave, aunque esta puede permanecer en el bolsillo del conductor o en una funda. La llave cada vez es menos necesaria y se está viendo sustituida por una tarjeta, un teléfono o algún objeto físico capaz de comunicarse con el coche. Mientras solo una persona autorizada tenga esa tarjeta (cosa válida también para las llaves), todo irá bien. Los vehículos eléctricos o híbridos no necesitan que se active el motor para poder moverse, pero los procedimientos son similares: los conductores han de autentificarse

teniendo en su posesión un elemento físico. Dado que el vehículo no se activará sin la autentificación demostrada mediante la posesión de la llave, se trata de una función de forzamiento.

Las funciones de forzamiento son el caso extremo de limitaciones firmes que pueden evitar un comportamiento inadecuado. No todas las situaciones permiten la aplicación de estas limitaciones tan fuertes, pero el principio general puede extenderse a una amplia variedad de situaciones. En el ámbito de la ingeniería de seguridad, las funciones de forzamiento aparecen bajo otras denominaciones, sobre todo como métodos especializados de prevención de accidentes. Tres de estos métodos son el interbloqueo, el bloqueo desde dentro y el bloqueo desde fuera.

Interbloqueos

Un interbloqueo fuerza que las actividades se desarrollen en la secuencia pertinente. Los microondas y los dispositivos con una exposición interior a un alto voltaje utilizan interbloqueos como funciones de forzamiento para evitar que la gente abra la puerta del microondas o desmonte los dispositivos sin antes desconectarlos de la corriente: el interbloqueo desconecta la corriente en cuanto la puerta se abre o se retira la parte trasera. En automóviles con caja de cambios automática, un interbloqueo impide que el cambio salga de la posición de estacionamiento a no ser que se pise el pedal del freno.

Otra forma de interbloqueo es el «dispositivo de hombre muerto» presente en numerosas configuraciones de seguridad, sobre todo para los operarios de trenes, máquinas cortacésped, motosierras y muchos vehículos recreativos. En Gran Bretaña, se denominan «dispositivos de seguridad del conductor». Muchos exigen que el operario mantenga pulsado un interruptor con resorte para permitir que la maquinaria en cuestión funcione, de manera que si el operario muere (o pierde el control), el interruptor queda liberado y la maquinaria se detiene. Dado que algunos operarios eluden esta función sujetando el mando con una cuerda (o colocando algún peso en los que se activan con el pie), se han desarrollado varios sistemas para determinar si la persona de verdad está viva y alerta. Algunos exigen un nivel medio de presión y otros requieren de pulsaciones intermitentes, y otros más exigen dar respuestas a preguntas. En todos los casos, se trata de ejemplos de interbloqueos vinculados a la seguridad para evitar el funcionamiento cuando el operario está incapacitado.

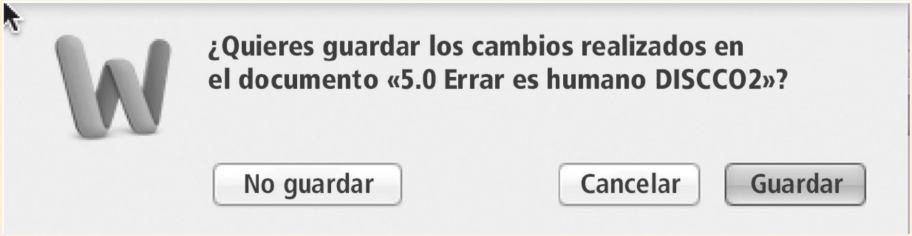


FIGURA 4.6. Una función de forzamiento por bloqueo desde dentro. Este bloqueo desde dentro dificulta que abandones un programa sin haber guardado antes el trabajo o sin haber dicho explícitamente que no quieres guardarlo. Cabe destacar que tiene una configuración amable, de manera que la acción deseada pueda llevarse a cabo directamente desde el mensaje.

Bloqueos desde dentro

Un bloqueo desde dentro mantiene en marcha una acción, evitando que alguien la detenga de forma prematura. En muchas aplicaciones informáticas existen bloqueos estándar, que evitan cualquier intento de abandonar la aplicación sin guardar el trabajo mediante un aviso de mensaje que pregunta si es eso lo que se quiere de verdad (figura 4.6). Son tan eficaces que yo los utilizo deliberadamente como mi manera estándar de salir de las aplicaciones. En vez de guardar un archivo y luego salir del programa, sencillamente salgo, a sabiendas de que se me ofrecerá una manera sencilla de guardar mi trabajo. Lo que se creó en su momento como un mensaje de error se ha convertido en un atajo eficaz.

Los bloqueos desde dentro pueden ser bastante literales, como ocurre en las celdas de las prisiones o en los parques domésticos para bebés, que impiden a una persona salir de una zona determinada.

Algunas empresas intentan bloquear desde dentro a sus clientes haciendo que todos sus productos funcionen en armonía entre ellos pero sean incompatibles con los productos de la competencia. Así, la música, los vídeos o los libros electrónicos adquiridos a una empresa quizá puedan reproducirse o leerse en reproductores de música y vídeo y en lectores de libros electrónicos fabricados por esa misma empresa, pero no en dispositivos similares de otros fabricantes. El objetivo es utilizar el

diseño como una estrategia empresarial: la coherencia dentro de un fabricante determinado supone que una vez que la gente aprenda a usar su sistema no se moverá de ahí y dudará ante el cambio. La confusión al utilizar el sistema de otra empresa evita aún más que los clientes cambien de sistema. Al final, la gente que tiene que usar varios sistemas sale perdiendo. En realidad, todo el mundo sale perdiendo, salvo el fabricante del producto dominante.

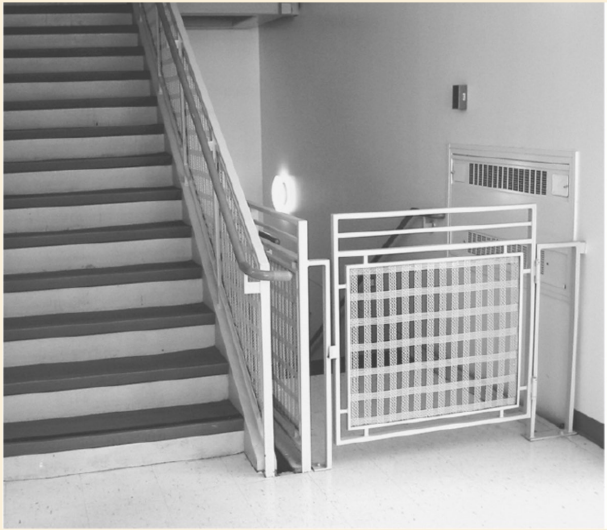


FIGURA 4.7. Una función de forzamiento con bloqueo desde fuera para una salida de emergencia. La puerta, ubicada en la planta baja de unas escaleras, evita que la gente que vaya bajando las escaleras con prisas para escapar de un incendio continúe hasta la zona del sótano, donde podría quedar atrapada.

Bloqueos desde fuera

Mientras que el bloqueo desde dentro mantiene a la gente en un sitio o evita una acción hasta que se hayan completado las actividades deseadas, un bloqueo desde fuera evita que alguien acceda a un espacio peligroso, o evita que ocurra un hecho. Un buen ejemplo de bloqueo desde fuera son las escaleras de algunos edificios públicos, al menos en Estados Unidos (figura 4.7). En caso de incendio, la gente tiene tendencia a huir en estado de pánico, bajar por las escaleras, bajar y bajar y bajar, ir más allá de la planta baja y llegar al sótano, donde podría quedar atrapada. La solución (exigida por la legislación antiincendios) es no permitir el paso sencillo de la planta baja al sótano.

Los bloqueos desde fuera suelen usarse por motivos de seguridad. Así, los niños pequeños están protegidos por cierres antiniños en las puertas de los armarios, protectores en las tomas de corriente y tapones especializados en recipientes de medicamentos y sustancias tóxicas. La anilla que evita la activación de un extintor hasta que se retira es una función de forzamiento por bloqueo desde fuera para evitar un vertido accidental.

Las funciones de forzamiento pueden ser un fastidio para el uso normal. El resultado es que mucha gente las desactiva deliberadamente, con lo que invalida su función de seguridad. El diseñador inteligente ha de minimizar ese valor de fastidio conservando al mismo tiempo la cualidad de seguridad de la función de forzamiento que protege frente a la tragedia ocasional. La puerta de la figura 4.7 es un punto intermedio inteligente: una limitación suficiente para que la gente entienda que está abandonando la planta baja, sin llegar a ser un impedimento para el comportamiento normal de apertura de esa puerta.

Otros dispositivos útiles recurren a funciones de forzamiento. En algunos baños públicos hay un estante abatible en la pared, en un lugar poco práctico, justo detrás de la puerta de los cubículos individuales, que se mantiene en posición vertical gracias a un muelle. Al bajar el estante y ponerlo en horizontal, el peso de un paquete o de un bolso lo mantiene ahí. La posición del estante es una función de forzamiento. Cuando el estante baja, bloquea la puerta del todo. Así, para salir del cubículo hay que quitar lo que haya en el estante y levantarlo para que no estorbe. Diseño inteligente.

Convenciones, limitaciones y prestaciones

En el capítulo 1 hemos aprendido la distinción entre prestaciones, prestaciones percibidas y significantes. Las prestaciones hacen referencia a las posibles acciones que pueden llevarse a cabo, pero solo son fáciles de detectar si se perciben: prestaciones percibidas. Es el elemento significante de la prestación percibida el que permite a la gente determinar esas posibles acciones. Pero ¿cómo se pasa de la percepción de una prestación a comprender la posible acción? En muchos casos, mediante convenciones.

El pomo de una puerta tiene la prestación percibida del agarre. Sin embargo, saber que es el pomo lo que se utiliza para abrir y cerrar puertas es algo que se aprende: el hecho de que pomos, mangos y barras, cuando están en las puertas, tengan como función permitir su apertura y su cierre es un aspecto cultural del diseño. Esos mismos elementos colocados en paredes fijas tendrían una interpretación distinta; podrían ofrecer apoyo, por ejemplo, pero desde luego no la posibilidad de abrir la pared. La interpretación de una prestación percibida es una convención cultural.

Las convenciones son limitaciones culturales

Las convenciones son un tipo especial de limitación cultural. Por ejemplo, la forma de comer de la gente está sujeta a fuertes limitaciones y convenciones culturales. Diferentes culturas utilizan distintos utensilios para comer. En algunas se come principalmente usando los dedos y pan; en otras se usan dispositivos elaborados para servir. Lo mismo se aplica a casi cualquier aspecto imaginable del comportamiento, desde la ropa hasta la manera de dirigirse a los ancianos, los iguales y los inferiores, e incluso el orden en el que las personas entran en una habitación o salen de ella. Lo que se considera correcto y adecuado en una cultura puede ser inapropiado en otra.

Pese a que las convenciones ofrecen una guía muy valiosa para situaciones nuevas, su existencia puede dificultar la adopción de un cambio: pensemos en la historia de los ascensores con control de destino.

Cuando la convención cambia: el caso de los ascensores con control de destino

> *Manejar el ascensor común parece una cosa obvia. Pulsar el botón, entrar en el receptáculo, subir o bajar y salir. Pero nos hemos ido encontrando con una serie de variaciones curiosas en el diseño de esta sencilla interacción, variaciones que hemos documentado y que dan pie a preguntarse: «¿Por qué?».* (De Portigal y Norvaisas, 2011).

Esta cita es de dos profesionales del diseño que se ofendieron tanto por un cambio en los controles de un sistema de ascensores que escribieron todo un artículo quejándose.

¿Qué pudo provocar tamaña ofensa? ¿Era un diseño malo de verdad o, como sugerían los autores, un cambio totalmente innecesario en un sistema por lo demás satisfactorio? He aquí lo que ocurrió: los autores se habían topado con una convención nueva para los ascensores denominada «control de destino en ascensores». Mucha gente (yo incluido) la considera mejor que la convención a la que estamos acostumbrados. Su principal desventaja es que es diferente: infringe la convención tradicional. Las infracciones de las convenciones pueden ser muy perturbadoras. Esta es la historia.

Cuando se instalaron por primera vez ascensores «modernos» en edificios, a finales del siglo XIX, esas máquinas contaban siempre con un operario humano que controlaba la velocidad y la dirección del ascensor, se ocupaba de parar en las plantas pertinentes y abría y cerraba las puertas. La gente entraba en el ascensor, saludaba al operario y decía a qué planta quería ir. Cuando los ascensores se hicieron automáticos, se mantuvo una convención similar: la gente entraba en el ascensor y le decía a la máquina a qué planta quería ir pulsando el botón interior oportunamente indicado.

Esta es una manera bastante ineficaz de proceder. Seguro que la mayoría hemos vivido la experiencia de estar en un ascensor atestado en el que todas las personas parecen querer ir a una planta distinta, lo que equivale a un viaje lento para la gente que va a las plantas más altas. Un sistema de ascensor con control de destino agrupa a los usuarios, de manera que a quienes van a la misma planta se les pide que utilicen el mismo ascensor y se distribuye la carga de usuarios para maximizar la eficacia. Si bien este tipo de agrupamiento solo es sensato en edificios que cuentan con un gran número de ascensores, ahí entraría cualquier hotel grande o edificio de oficinas o apartamentos.

En el ascensor tradicional, los usuarios permanecen en el vestíbulo de los ascensores e indican si quieren subir o bajar. Cuando llega un ascensor que va en la dirección adecuada, se suben y utilizan el teclado del interior para indicar su planta de destino. Como resultado, puede haber cinco personas en el mismo ascensor y que cada una vaya a una planta distinta. Con el control de destino, los teclados del destino están ubicados en el vestíbulo y no hay teclados en el interior de los ascensores (figuras 4.8A y D). La gente se dirige al ascensor que vaya a llegar a su planta con la mayor eficacia. Así, si hubiese cinco personas que quisieran usar un ascensor, quizá se les asignasen cinco ascensores distintos. El resultado son viajes más rápidos para todo el mundo, con un número mínimo de paradas. Aunque a la gente se le asignasen ascensores que no fueran los siguientes en llegar, todo el mundo alcanzaría su destino más rápido que usando sencillamente el primer ascensor que apareciese.

A
B
C
D
L
M
N
Panel de control de destino
Introduzca una planta de destino.
1 2 3
4 5 6
7 8 9
★ 0 -
32
L
1 2 3
PUSH FOR ALARM

FIGURA 4.8. Ascensores con control de destino. En un sistema con control de destino, la planta deseada se introduce en el panel de control que hay fuera de los ascensores (A y B). Tras introducir la planta de destino en la figura B, la pantalla dirige al usuario al ascensor pertinente, como se muestra en la figura C, donde se ha introducido «32» como planta de destino deseada y se ha dirigido a la persona al ascensor «L» (el primer ascensor a la izquierda, en A). No hay manera de especificar la planta desde el interior del ascensor. Una vez dentro, los controles son solo para abrir y cerras las puertas, y para activar la alarma (D). Se trata de un diseño mucho más eficaz, aunque confuso para personas acostumbradas a un sistema más convencional.

El control de destino se inventó en 1985, pero la primera instalación comercial no apareció hasta 1990 (en ascensores de Schindler). Ahora, décadas después, está empezando a verse con mayor frecuencia, dado que los constructores de edificios altos están descubriendo que el control de destino aporta un mejor servicio a los usuarios, o el mismo servicio pero con menos ascensores.

¡Horror! Tal y como confirma la figura 4.8D, no existen controles dentro de los ascensores para especificar la planta. ¿Y si un usuario cambia de opinión y quiere ir a una planta distinta? (Incluso mi editor de Basic Books se quejó de esto en una nota al margen). ¿Qué pasa entonces? ¿Qué hace uno en un ascensor normal cuando decide que en realidad quiere bajarse en la sexta planta justo cuando el ascensor ha pasado a la séptima? Muy sencillo: se baja en la siguiente parada, va al control de destinos del vestíbulo y especifica la planta deseada.

Respuestas de la gente a cambios de convenciones

La gente pone objeciones y se queja cada vez que se introduce un enfoque nuevo en una serie de productos y sistemas ya existentes. Con ello se infringen convenciones y se exige un nuevo aprendizaje. Los méritos del sistema nuevo son irrelevantes: el cambio es molesto. El ascensor con control de destino solo es uno de los muchos ejemplos de ello. El sistema métrico ofrece un ejemplo relevante de las dificultades a la hora de cambiar las convenciones de la gente.

La escala métrica de medición es mejor que la escala imperial de unidades en casi todos los aspectos: es lógica, fácil de aprender y fácil de utilizar para hacer cálculos. Actualmente, han pasado más de dos siglos desde que los franceses desarrollaran el sistema métrico, en la década de 1790, pero tres países se resisten aún a utilizarlo: Estados Unidos, Liberia y Birmania. Incluso Gran Bretaña ha cambiado casi por completo de sistema, por lo que el único país grande que utiliza el viejo sistema de unidades inglés es Estados Unidos. ¿Por qué no lo hemos cambiado? El cambio es demasiado molesto para la gente que tiene que aprender el sistema nuevo, y el coste inicial de adquirir herramientas nuevas y dispositivos de medición parece excesivo.

Las dificultades de aprendizaje no son en ningún modo tan complejas como se pretende, y el coste sería relativamente pequeño, pues el sistema métrico ya es de uso extendido, incluso en Estados Unidos.

La coherencia en el mundo del diseño es virtuosa. Significa que las lecciones aprendidas con un sistema se transfieren de inmediato a otros. En general, debe seguirse la coherencia. Si una manera nueva de hacer algo solo es ligeramente mejor que la anterior, es mejor mantener la coherencia. Pero si va a haber un cambio, todo el mundo tiene que cambiar. Los sistemas mixtos son confusos para todos. Cuando una nueva manera de hacer algo es enormemente superior a otra, entonces los méritos del cambio pesan más que sus dificultades. Solo porque algo sea distinto no quiere decir que sea malo. Si únicamente nos ciñéramos a lo viejo, nunca podríamos mejorar.

El grifo: un caso práctico de diseño

Puede ser complicado creer que un grifo de agua cotidiano necesite un manual de instrucciones. Yo lo he visto. Fue durante el encuentro de la British Psychological Society celebrado en Sheffield, Inglaterra. Los participantes nos alojábamos en una residencia universitaria. Al registrarnos en la Ranmoor House, todos los huéspedes recibimos un folleto con información útil: dónde estaban las iglesias, los horarios de las comidas, la ubicación de la oficina de correos y cómo funcionaban los grifos. «Los grifos del lavamanos funcionan pulsando suavemente».

Cuando me llegó el turno de hablar en la conferencia, le pregunté al público por los grifos. ¿Cuántos habían tenido problemas para utilizarlos? Risita nerviosa, contenida y educada entre el público. ¿Cuántos habían intentado girar el mango? Un montón de manos levantadas. ¿Cuántos habían tenido que buscar ayuda? Unas pocas personas sinceras levantaron la mano. Después, una mujer se me acercó y me dijo que se había dado por vencida y había recorrido los pasillos hasta que había encontrado a una persona que pudiera explicarle cómo funcionaban los grifos. Un simple lavabo, un grifo de aspecto sencillo. Pero el aspecto era el propio de un grifo que se gira, no que se pulsa. Si uno quiere que un grifo se pulse, habrá que darle el aspecto pertinente (por supuesto, esto es similar al problema que tuve para vaciar el agua del lavabo en el hotel descrito en el capítulo 1).

¿Por qué un elemento tan sencillo y estándar como un grifo de agua es tan complicado de entender? A la persona que usa un grifo le importan dos cosas: la temperatura del agua y la cantidad de flujo. Pero el agua entra en el grifo por dos tuberías, la caliente y la fría. Existe un conflicto entre la necesidad humana respecto a la temperatura y el flujo y la estructura física del agua caliente y el agua fría.

Hay varias formas de afrontar esto:

→ **Controlar el agua caliente y el agua fría:** dos mandos, uno para el agua caliente y otro para la fría.

- → **Controlar solo la temperatura:** un mando, con una cantidad de agua fija. Al girar el mando desde la posición fija se activa el flujo de agua en una cantidad predeterminada y la temperatura se controla con la posición del mando.
- → **Controlar solo la cantidad:** un mando, con una temperatura fija, en el que la cantidad de agua se controla con la posición del mando.
- → **Abrir-cerrar:** un mando abre y cierra el flujo de agua. Así funcionan los grifos con sensor de movimiento: mover la mano debajo del caño o alejarla de él abre o cierra el grifo, con una temperatura y una cantidad fijas.
- → **Controlar la temperatura y la cantidad:** se usan dos mandos separados, uno para la temperatura del agua y otro para la cantidad (nunca me he encontrado con esta solución).
- → **Tener un mando para la temperatura y la cantidad:** un mando integrado, en el que el movimiento en una dirección controle la temperatura y el movimiento en otra dirección controle la cantidad.

Cuando tenemos dos mandos, uno para el agua caliente y otro para el agua fría, existen cuatro problemas de mapeo:

- → ¿Qué mando controla la caliente y cuál la fría?
- → ¿Cómo cambiamos la temperatura sin afectar a la cantidad de agua?
- → ¿Cómo cambiamos la cantidad de agua sin afectar a la temperatura?
- → ¿Qué dirección aumenta la cantidad de agua?

Los problemas de mapeo se solucionan mediante convenciones culturales, o limitaciones. El hecho de que el grifo izquierdo sea para el agua caliente y el derecho para la fría es una convención mundial, como lo es también que los tornillos se aprietan girándolos hacia la derecha y se aflojan hacia la izquierda. Un grifo se cierra apretando una rosca (apretando una junta sobre su base), lo que detiene el flujo de agua. Por tanto, girar a la derecha cierra el agua y girar a la izquierda la abre.

Por desgracia, las limitaciones no siempre se afianzan. La mayoría de los ingleses a los que pregunté no era consciente de que izquierda-caliente, derecha-fría era una convención; es algo que se infringe demasiado a menudo para considerarse una convención en Inglaterra, aunque esta convención no es universal tampoco en Estados Unidos. Una vez me vi ante unos mandos de ducha que estaban colocados en vertical: ¿cuál controlaba el agua caliente, el de arriba o el de abajo?

Si los dos mandos de los grifos son agarradores redondos, la rotación hacia la derecha de cualquiera de los dos debería disminuir el volumen. Sin embargo, si cada uno de los grifos tiene un «aspa» como mando, entonces la gente no piensa que tenga que girarlos, sino que debe pulsar o tirar. Para mantener la coherencia, tirar de cualquiera de ellos debería aumentar el volumen de agua, aunque eso signifique girar el grifo de la izquierda hacia la izquierda y el de la derecha hacia la derecha. Pese a que la dirección de la rotación sea incoherente, tirar y pulsar tendrá coherencia; así es como la gente conceptualiza sus acciones.

Desafortunadamente, a veces hay personas inteligentes que son demasiado inteligentes para lo que nos conviene. Algunos diseñadores de fontanería bienintencionados han decidido que hay que obviar la coherencia para primar su propia lógica psicológica personal. El cuerpo humano tiene una simetría en espejo, dicen esos pseudopsicólogos. Así que si la mano izquierda se mueve hacia la derecha, pues la derecha debería moverse hacia la izquierda. Cuidado, porque nuestro fontanero o arquitecto podría instalarnos algún elemento en el baño cuyo giro hacia la derecha tuviese un resultado distinto con el agua caliente que con la fría.

Cuando intentamos controlar la temperatura del agua mientras el jabón nos chorrea por los ojos, toqueteando los mandos con una mano para controlar el agua y sujetando con la otra el jabón o el bote de champú, fracasamos seguro. Si el agua está demasiado fría, la mano que vaya a tientas tendrá tantas posibilidades de enfriarla aún más como de hacer que salga ardiendo.

Habría que obligar a quien fuera que inventase esa tontería de la simetría en espejo a darse una buena ducha. Vale, tiene cierta lógica. Para ser un poco justos con el inventor de ese sistema, funciona siempre que se utilicen en todo momento las dos manos para ajustar ambos grifos de forma simultánea. Sin embargo, es un fracaso absoluto cuando se utiliza una mano para alternar entre los dos mandos. Entonces, no sabes recordar en qué dirección se hace qué. De nuevo, cabe destacar que esto puede corregirse sin tener que sustituir los grifos: basta con reemplazar los mandos por palas. Lo que importa es la percepción psicológica —el modelo conceptual—, no la coherencia física.

El funcionamiento de los grifos tiene que estar estandarizado para que el modelo conceptual psicológico del manejo sea el mismo en todos los tipos de grifo. En el caso de los mandos duales tradicionales para el agua fría y la caliente el estándar debería fijar lo siguiente:

- → Cuando los mandos sean redondos, ambos deben rotar en la misma dirección para cambiar la cantidad de agua.
- → Cuando los mandos sean palas, hay que tirar de ambos para cambiar la cantidad de agua (lo que significa rotar en direcciones opuestas el propio grifo).

Es posible configurar los mandos de otras maneras. Supongamos que los mandos están instalados en un eje horizontal, de forma que roten en vertical. ¿Qué pasa entonces? ¿Cambia la respuesta según sean palas o mandos redondos? Dejaré esto como ejercicio para los lectores.

¿Y el problema de la evaluación? La retroalimentación en el uso de la mayoría de los grifos es rápida y directa, así que es fácil descubrir si se ha hecho el giro erróneo y corregirlo. El ciclo de evaluación-acción es fácil de recorrer. Como resultado, la discrepancia respecto a las normas usuales suele pasar desapercibida, a no ser que estemos en la ducha y la retroalimentación se produzca cuando ya estemos quemándonos o congelándonos. Si los grifos quedan muy alejados del caño, como es el caso de

los grifos situados en el centro de la bañera cuando el caño está en lo alto de una pared de los extremos, el retraso entre el giro de los grifos y el cambio de temperatura puede ser considerable: una vez cronometré que el control de una ducha tardaba cinco segundos en surtir efecto. Esto complica bastante la fijación de la temperatura. Giraremos el grifo en la dirección equivocada y entonces nos pondremos a bailar dentro de la ducha mientras el agua sale ardiendo o helada, y seguiremos girando como locos el grifo en lo que esperamos que sea la dirección correcta, con la confianza de que la temperatura se estabilice rápido. El problema ahí se deriva de las propiedades del flujo de líquido: el agua tarda lo suyo en recorrer los dos metros de tubería que conectan los grifos con el caño, así que no tiene fácil remedio. Pero el problema se ve agravado por un mal diseño de los mandos.

Ahora fijémonos en el grifo moderno de un solo caño y un solo mando. Tecnología al rescate. Mueves el mando en un sentido y ajustas la temperatura; lo mueves en el sentido opuesto y ajustas la cantidad de agua. ¡Viva! Controlamos exactamente las variables de interés, y el caño fusionado resuelve el problema de la evaluación.

Sí, esos grifos nuevos son bonitos. Lisos, elegantes, premiados. Cero usables. Solucionaban una serie de problemas solo para crear otros nuevos. Pasan a predominar entonces los problemas de mapeo. La dificultad reside en la falta de estandarización de las dimensiones del mando, y además, ¿qué significa cada dirección del movimiento? A veces hay un mando que puede empujarse o del que se puede tirar, que se gira a la derecha o a la izquierda. Pero ¿empujar o tirar sirve para controlar el volumen o la temperatura? ¿Tirar significa más volumen o menos, una temperatura más caliente o más fría? A veces hay una palanca que se mueve de lado a lado o arriba y abajo. De nuevo, ¿qué movimiento es para el volumen y cuál para la temperatura? Y además, ¿qué movimiento significa más (o más caliente) y cuál significa menos (o más fría)? El grifo de mando único, sencillo en apariencia, sigue teniendo cuatro problemas de mapeo:

→ ¿Qué dimensión del mando afecta a la temperatura?
→ ¿Qué dirección en esa dimensión significa más caliente?
→ ¿Qué dimensión del mando afecta a la cantidad de agua?
→ ¿Qué dirección en esa dimensión significa más?

En nombre de la elegancia, las partes móviles a veces se funden invisiblemente en la estructura del grifo, lo que hace casi imposible encontrar siquiera los mandos, no digamos ya averiguar cómo se mueven o qué controlan. Por otro lado, distintos diseños de grifo recurren a distintas soluciones. Los grifos de un solo mando deberían ser superiores porque controlan las variables psicológicas de interés, pero debido a una falta de estandarización y a un diseño torpe (y llamarlo «torpe» es ser muy amable) frustran a mucha gente de tal manera que tendemos a detestarlos más que admirarlos.

El diseño de los grifos del baño y de la cocina debería ser sencillo, pero puede llegar a infringir muchos principios del diseño, entre ellos:

→ Prestaciones y significantes visibles.
→ Detectabilidad.
→ Inmediatez de la retroalimentación.

Por último, muchos infringen además el principio de la desesperación:

→ Si todo lo demás falla, estandariza.

La estandarización es de hecho el principio fundamental de la desesperación: cuando ninguna otra solución parece posible, se diseña todo igual para que la gente solo tenga que aprenderse las cosas una vez. Si todos los fabricantes de grifos pudieran ponerse de acuerdo en un conjunto estándar de movimientos para controlar la cantidad y la temperatura (¿qué tal arriba y abajo para controlar la cantidad, donde arriba sería aumentar; e izquierda y derecha para controlar la temperatura, donde izquierda sería caliente?), todos podríamos aprendernos esos estándares de una vez y luego utilizar siempre ese conocimiento con todos los grifos nuevos que nos encontrásemos.

Si no podemos situar el conocimiento en el dispositivo (es decir, conocimiento presente en el mundo), desarrollemos una limitación cultural: estandarizar lo que hay que mantener en la cabeza. Y recordemos la lección sobre la rotación de grifos de la página 198: los estándares deberían reflejar los modelos conceptuales psicológicos, no la mecánica física.

Los estándares simplifican la vida para todo el mundo. Al mismo tiempo, tienden a dificultar el desarrollo futuro. Y, como se comenta en el capítulo 6, a menudo se generan complejas batallas políticas a la hora de encontrar un acuerdo común. En cualquier caso, cuando todo lo demás falla, los estándares son el camino para avanzar.

Uso de sonidos como significantes

A veces, no todo lo necesario puede hacerse visible. Ahí entra el sonido: el sonido puede ofrecer información imposible de aportar de otra manera. El sonido nos puede decir que las cosas están funcionando como deben o que necesitan un arreglo o una reparación. Incluso puede salvarnos de accidentes. Pensemos en la información que se aporta con:

→ El chasquido de la cerradura de una puerta al deslizarse en su sitio.
→ El sonido metálico cuando una puerta no se ha cerrado bien.

→ El rugido cuando el silenciador de un coche tiene un agujero.
→ El traqueteo cuando las cosas no están bien sujetas.
→ El silbido de una tetera cuando el agua hierve.
→ El clic cuando salta la tostada.
→ El aumento del tono agudo cuando una aspiradora se obstruye.
→ El cambio indescriptible en el sonido cuando una pieza compleja de una maquinaria empieza a tener problemas.

Muchos dispositivos se limitan a emitir pitidos y protestas. No se trata de sonidos naturales; no transmiten información oculta. Usado de la manera adecuada, un pitido puede asegurarnos que hemos pulsado un botón, aunque el sonido sea tan molesto como informativo. Los sonidos deberían generarse para aportar conocimiento sobre su fuente. Deberían transmitir algo sobre las acciones que se están desarrollando, acciones que importan al usuario pero que de otro modo no serían visibles. Los zumbidos, los clics y los murmullos que se oyen mientras se completa una llamada de teléfono son un buen ejemplo de esto: si quitamos esos sonidos no sabremos con certeza si se está estableciendo la conexión.

El sonido real y natural es tan esencial como la información visual, ya que el sonido nos habla sobre cosas que no podemos ver, y lo hace mientras nuestros ojos están ocupados en otros asuntos. Los sonidos naturales reflejan la compleja interacción de los objetos naturales: cómo una pieza se mueve contra otra, o el material del que están hechas esas piezas (huecas o macizas, de metal o de madera, blandas o duras, rugosas o lisas).[29] Los sonidos se generan cuando los materiales interactúan, y el sonido nos dice si se están golpeando, deslizando, rompiendo, desgarrando, desmoronando o saltando. Los mecánicos expertos pueden diagnosticar la situación de la maquinaria con solo escuchar. Cuando los sonidos se generan de manera artificial, si están creados con inteligencia, usando un rico espectro auditivo y con cuidado de ofrecer sutiles pistas informativas sin resultar molestos, pueden ser tan útiles como los sonidos del mundo real.

El sonido es tramposo. Puede molestar y distraer con la misma facilidad con la que ayuda. Los sonidos que en un primer encuentro resultan agradables o bonitos pueden acabar fácilmente siendo más molestos que útiles. Una de las virtudes de los sonidos es que se detectan incluso cuando la atención está centrada en otra parte. Sin embargo, esa virtud es también una desventaja, pues a menudo los sonidos resultan intrusivos. Cuesta mantener los sonidos en privado a no ser que la intensidad sea baja o que se utilicen auriculares. Eso significa que los vecinos quizá se molesten y también que otras personas podrán vigilar nuestras actividades. El uso del sonido para transmitir conocimiento es una idea poderosa e importante, pero aún está en pañales.

Al igual que la presencia del sonido puede desempeñar un papel útil para proporcionar retroalimentación sobre acontecimientos, la ausencia de sonido puede conducir a veces al mismo tipo de dificultades que presenta la falta de retroalimentación. La ausencia de sonido puede significar una ausencia de conocimiento, y si se espera que la retroalimentación de una acción proceda del sonido, el silencio quizá conlleve problemas.

Cuando el silencio mata

Era un agradable día de junio en Múnich, Alemania. Me recogieron en mi hotel y me llevaron al campo, con tierras de cultivo a ambos lados de una carretera estrecha de dos carriles. Pasaban viandantes ocasionales y, de vez en cuando, alguna bicicleta. Dejamos el coche en el arcén y nos unimos a un grupo de gente que miraba a un lado y a otro de la carretera. «Vale, prepárate. Cierra los ojos y escucha», me dijeron. Así lo hice. Más o menos un minuto después, oí un lamento muy agudo, acompañado por un sonido bajo y murmurante: se acercaba un automóvil. Al aproximarse más, oí el ruido de los neumáticos. Después de que el coche pasara, me pidieron un análisis del sonido. Repetimos el ejercicio en numerosas ocasiones, y cada una de las veces el sonido era distinto. ¿Qué estaba pasando? Estábamos evaluando diseños de sonido para los nuevos vehículos eléctricos de BMW.

Los coches eléctricos son muy silenciosos. Los únicos sonidos que emiten proceden de los neumáticos, del aire y, en ocasiones, del lamento agudo del sistema electrónico. A los amantes de los coches les encanta el silencio. Los peatones tienen sentimientos encontrados, pero a las personas ciegas les preocupa mucho. Después de todo, las personas ciegas cruzan calles con tráfico basándose en el ruido de los vehículos; así es como saben cuándo es seguro cruzar. Y lo que vale para los ciegos puede valer también para cualquiera que vaya distraído por la calle. Si los vehículos no emiten ningún sonido, pueden matar. La National Highway Traffic Safety Administration de Estados Unidos determinó que existía una probabilidad considerablemente superior de atropello de peatones por parte de vehículos híbridos o eléctricos que por parte de vehículos con motor de combustión interna. El mayor peligro se da cuando los vehículos híbridos o eléctricos se mueven con lentitud, cuando están casi en completo silencio. Los sonidos de un automóvil son significantes importantes de su presencia.

Añadir sonido a un vehículo para advertir a los peatones no es una idea nueva. Durante muchos años, los camiones comerciales y la maquinaria de construcción han tenido que emitir pitidos al dar marcha atrás. Las bocinas se exigen por ley, supuestamente para que los conductores puedan utilizarlas para alertar a los peatones y a otros conductores cuando surja la necesidad, aunque a menudo se usen para descargar ira y rabia. No obstante, añadir un sonido constante a un vehículo normal porque de otro modo sería demasiado silencioso supone un desafío.

¿Qué sonido queremos? Un grupo de personas ciegas sugirió poner piedras en los tapacubos. Me pareció brillante. Las piedras ofrecerían una serie de pistas naturales, ricas en significado y aun así fáciles de interpretar. El coche sería silencioso hasta que las ruedas empezaran a girar. Entonces, las piedras harían un sonido natural y constante de raspado a velocidades bajas, cambiarían a un golpeteo de piedras que caen al adquirir velocidades superiores, y la frecuencia de esas caídas aumentaría con la velocidad del coche hasta que este se desplazase lo bastante rápido para que las piedras quedasen pegadas a la circunferencia del armazón, en silencio; silencio que no sería ningún problema, dado que los vehículos que se desplazan rápido no necesitan sonidos añadidos, porque se oye el ruido de los neumáticos. No obstante, la ausencia de sonido cuando el vehículo estuviese parado sería problemática.

Los departamentos de *marketing* de los fabricantes de automóviles pensaban que añadir sonidos artificiales sería una oportunidad magnífica en cuanto a personalización de marca, de forma que cada marca de coche o modelo tuviera un sonido único que captase la personalidad que quisiera transmitirse para ese vehículo. Porsche añadió altavoces a su prototipo de coche eléctrico para darle el mismo «rugido gutural» que a sus coches alimentados por gasolina. Nissan se planteó si un automóvil híbrido debía sonar como el canto de los pájaros. Algunos fabricantes creían que todos los coches deberían sonar igual, con sonidos y niveles sonoros estandarizados, facilitando así a todo el mundo el aprendizaje de su interpretación. Alguna gente ciega creía que debían sonar como los coches, es decir, como los motores de gasolina, siguiendo la antigua tradición de que las nuevas tecnologías han de copiar siempre a las anteriores.

Esqueumorfismo es el término técnico para la incorporación de ideas antiguas y conocidas a nuevas tecnologías, incluso aunque ya no desempeñen un papel funcional. Los diseños esqueumórficos suelen ser cómodos para las personas tradicionalistas, y de hecho la historia de la tecnología demuestra que las tecnologías y los materiales nuevos a menudo imitan servilmente a los antiguos por el único motivo aparente de que eso es lo que sabe hacer la gente. Los primeros automóviles se parecían a carruajes de caballos pero sin caballos (por eso se los llamaba «carruajes sin caballos»); los primeros plásticos se diseñaron para que pareciesen madera; las carpetas de los sistemas de archivos informáticos a menudo se parecen a carpetas de papel, con sus pestañas y todo. Una manera de superar el miedo a lo nuevo es hacer que se parezca a lo viejo. Los puristas del diseño censuran esta práctica, pero lo cierto es que tiene sus ventajas a la hora de facilitar la transición de lo antiguo a lo nuevo. Proporciona comodidad y hace que el aprendizaje sea más fácil. Solo hay que modificar los modelos conceptuales existentes, no sustituirlos. Al final, surgen formas nuevas que no guardan relación con las antiguas, pero los diseños esqueumórficos seguramente hayan ayudado a la transición.

Cuando hubo que decidir qué sonidos debían generar los nuevos automóviles silenciosos, se impusieron quienes querían diferenciación. En cualquier caso, todo el mundo estuvo de acuerdo en que debían existir ciertos estándares. Tenía que ser posible determinar que el sonido procedía de un automóvil, identificar su ubicación, su dirección y su velocidad. No haría falta ningún sonido una vez que el coche adquiriese la velocidad suficiente, en parte porque bastaría con el ruido de los neumáticos. Se iba a requerir cierta estandarización, aunque con mucha flexibilidad. Las comisiones internacionales de estandarización iniciaron sus procedimientos. Varios países, nada contentos con la típica velocidad de tortuga a la que avanzan los acuerdos de estandarización, y bajo la presión de sus comunidades, empezaron a elaborar legislaciones. Las empresas se apresuraron a desarrollar los sonidos pertinentes y contrataron a expertos en psicoacústica, psicólogos y diseñadores de sonido de Hollywood.

La National Highway Traffic Safety Administration de Estados Unidos emitió una serie de principios junto a una lista detallada de requisitos, que incluía niveles de sonido, espectros y otros criterios. El documento completo tiene 248 páginas. En él se afirma lo siguiente:

> *Este estándar garantizará que las personas ciegas o con discapacidades visuales y otros peatones sean capaces de detectar y de reconocer vehículos híbridos y eléctricos próximos a ellos, al exigir que dichos vehículos híbridos y eléctricos emitan un sonido que los peatones sean capaces de percibir en una variedad de entornos ambientales y que contengan una señal acústica que los peatones reconozcan como emitida por un vehículo. El estándar propuesto establece unos requisitos de sonido mínimos para vehículos híbridos y eléctricos cuando funcionen a velocidades inferiores a los 30 kilómetros por hora (18 mph), cuando se active el sistema de encendido del vehículo y este siga estacionado y cuando el vehículo vaya marcha atrás. La agencia ha elegido una velocidad límite de 30 km/h porque esa es la velocidad a la que los niveles de sonido de los vehículos híbridos y eléctricos, según ha medido la agencia, se aproximan a los niveles de sonido producidos por vehículos similares con motor de combustión interna.*[30]

Mientras escribo esto, los diseñadores de sonido siguen experimentando. Las empresas de automóviles, los legisladores y las comisiones de estandarización siguen trabajando. Se espera que los estándares no estén fijados hasta 2014 o más adelante, y luego se tardará un tiempo considerable en aplicarlos a los millones de vehículos de todo el mundo.

¿Qué principios deberían usarse para diseñar los sonidos de los vehículos eléctricos (híbridos incluidos)? Los sonidos han de cumplir varios criterios:

→ **Alerta.** El sonido indicará la presencia de un vehículo eléctrico.

→ **Orientación.** El sonido hará posible determinar dónde está el vehículo, una cierta idea de su velocidad y si se mueve hacia quien lo escucha o se aleja.

→ **Ausencia de molestia.** Dado que los sonidos se escucharán con frecuencia incluso en tráfico fluido, y de manera constante en tráfico denso, no han de ser molestos. Cabe destacar el contraste con sirenas, bocinas y señales de marcha atrás, todos ellos sonidos con intención de ser advertencias agresivas. Esos sonidos son desagradables de forma deliberada, pero, al ser infrecuentes y tener una duración relativamente corta, se aceptan. El reto al que se enfrentan los sonidos de los vehículos eléctricos es alertar y orientar, no molestar.

→ **Estandarización frente a individualización.** La estandarización es necesaria para garantizar que todos los sonidos de vehículos eléctricos puedan interpretarse de manera inmediata. Si varían demasiado, los sonidos nuevos podrían confundir a quien los escuche. La individualización tiene dos funciones: seguridad y *marketing*. Desde el punto de vista de la seguridad, si hubiese muchos vehículos en una calle, la individualización permitiría seguir la pista de cada uno. Esto es importante sobre todo en cruces de mucho movimiento. Desde el punto de vista del *marketing*, la individualización puede asegurar que todas las marcas de vehículos eléctricos tengan sus propias características únicas, que quizá emparejen el timbre del sonido con la imagen de marca.

Podemos probar a quedarnos quietos en una esquina de la calle y escuchar con atención los vehículos que nos rodean. Escuchar las bicicletas silenciosas y los sonidos artificiales de los coches eléctricos. ¿Cumplen los coches esos criterios? Después de años de intentar hacer que los coches sean más silenciosos al moverse, ¿quién iba a pensar que algún día dedicaríamos años de esfuerzo y decenas de millones de dólares a añadirles sonido?

---

[25] En el sitio web de Microsoft hay una descripción de su tecnología InstaLoad para el contacto de las pilas: https://news.microsoft.com/2010/07/01/microsoft-unveilsinstaload-battery-installation-technology/.

[26] Véanse *Scripts, Plans, Goals, and Understanding* (Guiones, planes, objetivos y entendimiento; 1977), de Roger Schank y Robert B. Abelson, o dos libros clásicos y muy influyentes de Erving Goffman: *La presentación de la persona en la vida cotidiana* y *Frame analysis: los marcos de la experiencia* (Goffman, 1959 y 1974). Recomiendo el primero por ser el más relevante (y fácil de leer) de su obra.

[27] *Hidden in Plain Sight* (Oculto a plena vista), de Jan Chipchase y Simon Steinhardt, ofrece muchos ejemplos de cómo los investigadores en materia de diseño pueden infringir deliberadamente las convenciones sociales para entender cómo funciona una cultura. Chipchase habla de un experimento en el que personas jóvenes con buenas condiciones físicas les pedían a pasajeros del metro que les cedieran el asiento. A los protagonistas del experimento les sorprendieron dos cosas. En primer lugar, un alto porcentaje de las personas obedecía.

Segundo, la gente más afectada eran ellos mismos: tenían que obligarse a hacer la petición y luego se sentían mal por haberlo hecho durante mucho tiempo. Una infracción deliberada de las limitaciones sociales puede resultar incómoda tanto para quien la comete como para quien la sufre (Chipchase y Steinhardt, 2013).

[28] Para la construcción del panel de interruptores de mi casa, confié plenamente en el ingenio eléctrico y mecánico de Dave Wargo, que se ocupó de diseñar, construir e instalar los interruptores.

[29] Bill Gaver, prominente investigador en diseño en el Goldsmiths College de la Universidad de Londres (Reino Unido), me alertó por primera vez de la importancia de los sonidos naturales en su tesis doctoral y en posteriores publicaciones (Gaver, W., 1997; Gaver, W. W., 1989). Ha habido una considerable cantidad de investigación sobre el sonido desde los primeros tiempos. Véase, por ejemplo, Gygi y Shafiro (2010).

[30] La cita de la norma gubernamental estadounidense sobre los sonidos para los vehículos eléctricos puede encontrarse en el sitio web del Ministerio de Transporte de Estados Unidos (2013).

05

¿Error humano? No, mal diseño

La mayoría de los accidentes industriales tiene su causa en el error humano: los cálculos oscilan entre el 75 y el 95 por ciento. ¿Cómo es que tanta gente es tan incompetente? Respuesta: no lo es. Se trata de un problema de diseño.

Si la cantidad de accidentes atribuidos al error humano se situara entre el 1 y el 5 por ciento, quizá sí me creería que la responsabilidad es de la gente. Pero con un porcentaje tan alto, claramente debe haber otros factores implicados. Cuando ocurre algo con tanta frecuencia, tiene que haber más factores subyacentes.

Cuando se hunde un puente, analizamos el incidente para encontrar las causas de ese hundimiento y reformulamos las normas del diseño para garantizar que nunca vuelva a ocurrir un accidente similar. Cuando descubrimos que un equipo electrónico funciona mal porque responde a un ruido eléctrico inevitable, rediseñamos los circuitos para que sean más tolerantes al ruido. Pero cuando pensamos que el accidente puede haberlo causado una persona, la culpamos y seguimos haciendo las cosas como siempre.

Los diseñadores entienden muy bien las limitaciones físicas; con las limitaciones mentales hay una gran incomprensión. Deberíamos tratar todos los fallos del mismo modo: buscar las causas fundamentales y rediseñar el sistema de manera que ya no pueda generarse ningún problema. Diseñamos maquinarias de tal forma que la gente se ve obligada a estar totalmente alerta y atenta durante horas, o a recordar procedimientos arcaicos o confusos aunque se usen poquísimo, a veces solo una vez en la vida. Colocamos a la gente en entornos aburridos sin nada que hacer durante horas y horas, hasta que de repente hay que responder rápidamente y con precisión. O bien sometemos a las personas a entornos complejos con una elevada carga de

trabajo, en los que sufren interrupciones constantes mientras tienen que hacer múltiples tareas a la vez. Y luego nos preguntamos por qué hay fallos.

Lo peor es que cuando hablo con los diseñadores y con los administradores de esos sistemas, también ellos admiten haber echado alguna que otra cabezada mientras se suponía que debían estar trabajando. Algunos reconocen incluso haberse quedado dormidos un instante al volante. Admiten haber encendido o apagado el fuego equivocado en la cocina de su casa y haber cometido otros errores menores pero significativos. Sin embargo, cuando sus trabajadores hacen lo mismo, los culpan por cometer «errores humanos». Y cuando los empleados o los clientes tienen problemas similares, los culpan por no seguir bien las instrucciones o por no estar plenamente atentos y alerta.

Comprender por qué hay un error

Los errores ocurren por múltiples motivos. El más común radica en la naturaleza de las tareas y de los procedimientos que requieren que la gente se comporte de formas nada naturales: permanecer alerta durante horas seguidas, ofrecer especificaciones de control precisas y exactas, y mientras tanto realizar múltiples tareas al mismo tiempo, hacer varias cosas a la vez y sufrir la interferencia de múltiples actividades. Las interrupciones son un motivo común de error, y los diseños y los procedimientos no ayudan cuando dan por sentada una atención plena y dedicada sin facilitar su reanudación tras una interrupción. Por último está la actitud de la gente ante los errores, quizá el factor con más peso de todos.

Cuando un error provoca una pérdida económica o, peor, conduce a una lesión física o a un fallecimiento, se crea una comisión especial para investigar las causas y, casi sin excepciones, se determina la culpabilidad de alguna persona. El siguiente paso es responsabilizar a esa persona y castigarla con una multa dineraria, un despido o una pena de cárcel. A veces se dictamina un castigo menor y la parte culpable solo tiene que aceptar recibir más formación. Culpa y castigo; culpa y formación. Las investigaciones y las penas resultantes sientan bien: «Hemos pillado al culpable». Sin embargo, así no se soluciona el problema: seguirá repitiéndose el mismo error una y otra vez. En lugar de eso, cuando se produce un error, deberíamos determinar el porqué y luego rediseñar el producto o los procedimientos que deben seguirse para que nunca vuelva a ocurrir, o para que, llegado el caso, tenga el mínimo impacto.

Análisis de causa raíz

El «análisis de causa raíz» es el quid de la cuestión: investigar el accidente hasta que se descubra y se aísle la causa subyacente. Lo que eso debería significar es que cuando de verdad una persona haya tomado una decisión errónea o haya hecho una acción

equivocada, tendríamos que determinar qué lo ha provocado. En eso debería consistir el análisis de causa raíz. Por desgracia, con demasiada frecuencia este análisis se detiene en cuanto se descubre que una persona ha actuado indebidamente.

Tratar de hallar la causa de un accidente suena bien, pero falla por dos motivos. En primer lugar, los accidentes no suelen tener una única causa; normalmente salen mal muchas cosas, y si alguno de los múltiples hechos desencadenantes no se hubiese dado, esos accidentes se habrían evitado. Esto es lo que James Reason, notable autoridad británica en materia de error humano, ha llamado «modelo del queso suizo» para los accidentes (se muestra en la figura 5.3 de este capítulo, en la página 265, donde se analiza con más detalle).

En segundo lugar, ¿por qué el análisis de causa raíz se detiene en cuanto se descubre un error humano? Si una máquina deja de funcionar, no detenemos el análisis al descubrir una pieza rota. En vez de eso, nos preguntamos: «¿Por qué se ha roto la pieza? ¿Era una pieza de baja calidad? ¿Las especificaciones requeridas eran demasiado escasas? ¿Se ha ejercido una carga demasiado alta sobre esa pieza?». Nos seguimos haciendo preguntas hasta que quedamos satisfechos porque comprendemos los motivos del fallo, y entonces nos disponemos a remediarlos. Deberíamos hacer lo mismo cuando encontramos un error humano: descubrir qué condujo a ese error. Cuando el análisis de causa raíz detecta un error humano en la cadena, su trabajo no ha hecho más que empezar. En ese momento, habrá que aplicar el análisis para comprender por qué ocurrió el error y qué podría hacerse para evitarlo.

Uno de los aviones más sofisticados del mundo es el F-22 de la Fuerza Aérea de Estados Unidos. Sin embargo, este aparato se ha visto implicado en diversos accidentes y los pilotos se han quejado de haber sufrido privación de oxígeno (hipoxia). En 2010, se produjo un accidente en el que un F-22 quedó destruido y el piloto murió. El consejo de investigación de la Fuerza Aérea estudió el incidente y, dos años después, en 2012, emitió un informe en el que atribuía el accidente a un error del piloto: «incapacidad para reconocer la caída en picado e iniciar maniobras de recuperación por canalización de la atención, interrupción de la exploración visual y distorsión espacial no reconocida».

En 2013, la oficina del inspector general del Ministerio de Defensa de Estados Unidos revisó los hallazgos de la Fuerza Aérea y discrepó con esa valoración. En mi opinión, en esa segunda ocasión sí se hizo un análisis adecuado de causa raíz. El inspector general preguntó «por qué no se tuvo en cuenta como factor coadyuvante una incapacitación o una inconsciencia súbitas». La Fuerza Aérea, para sorpresa de nadie, no estuvo de acuerdo con la crítica. Aseguraron haber hecho una revisión exhaustiva y afirmaron que su conclusión «se apoyaba en una evidencia clara y convincente». Su único fallo fue que el informe «podría haberse redactado con mayor claridad».[31]

La siguiente parodia de dichos informes hace bastante justicia a la realidad:

Fuerza Aérea: Fue error del piloto, el piloto no llevó a cabo la acción correctiva.
Inspector general: Es que el piloto seguramente estaba inconsciente.
Fuerza Aérea: Entonces está de acuerdo en que el piloto no corrigió el problema.

Los cinco porqués

El análisis de causa raíz tiene como intención determinar la causa subyacente de un incidente, no la causa aproximada. Los japoneses siguen desde hace tiempo un procedimiento para llegar a la causa raíz que llaman «los cinco porqués», desarrollado en sus orígenes por Sakichi Toyoda y utilizado por la Toyota Motor Company como parte del sistema de producción de Toyota para mejorar la calidad. Ahora mismo, su aplicación está muy extendida. Básicamente, este método implica que cuando se investigan los motivos de algo, el proceso no se detiene nada más encontrar uno: en ese momento, hay que preguntarse por qué se dio ese caso, y a partir de ahí seguir preguntándose por qué hasta que se hayan encontrado las verdaderas causas subyacentes. ¿Son exactamente cinco «porqués» en total? No, pero llamar al procedimiento «los cinco porqués» subraya la necesidad de seguir ahondando aunque se haya encontrado un motivo. Pensemos en cómo podría aplicarse esto al análisis del accidente del F-22:

Cinco porqués

Pregunta	Respuesta
P1: ¿Por qué se estrelló el avión?	Porque entró en una caída en picado descontrolada.
P2: ¿Por qué el piloto no remontó la caída en picado?	Porque el piloto no inició una recuperación a tiempo de la caída.
P3: ¿Por qué ocurrió eso?	Porque quizá se quedara inconsciente (o estuviese privado de oxígeno).
P4: ¿Por qué ocurrió eso?	No lo sabemos. Tenemos que descubrirlo.
Etc.	

Los «cinco porqués» de este ejemplo son solo un análisis parcial. Necesitamos saber, entre otras cosas, por qué el avión empezó a caer en picado (el informe lo explica, pero es demasiado técnico para entrar en eso; basta decir que se sugiere que la caída también estaba ligada a una posible privación de oxígeno).

Los «cinco porqués» no garantizan el éxito. La pregunta «¿por qué?» es ambigua y puede conducir a diferentes respuestas en boca de diferentes investigadores. Sigue habiendo cierta tendencia a detener el análisis demasiado pronto, quizá cuando se alcanza el límite de entendimiento del investigador. También se tiende a subrayar la necesidad de encontrar una única causa para un incidente, si bien la mayoría de los hechos complejos tiene múltiples factores causales complejos. En cualquier caso, se trata de una técnica sólida.

La tendencia a dejar de buscar motivos en cuanto se detecta un error humano está muy extendida. En una ocasión, revisé una serie de accidentes en los que trabajadores altamente cualificados de una empresa de servicios públicos eléctricos se habían electrocutado reparando unas líneas de alto voltaje por entrar en contacto con ellas o acercarse demasiado. Todas las comisiones de investigación determinaron que la culpa había sido de los trabajadores, algo que ni siquiera ellos (los trabajadores que habían sobrevivido) negaron. No obstante, si esas comisiones estaban investigando las causas complejas de dichos incidentes, ¿por qué detenerse al encontrar un error humano? ¿Por qué no seguir para descubrir por qué se había producido ese error, qué circunstancias habían conducido a él y por qué se habían dado esas circunstancias? Las comisiones nunca llegaron lo bastante lejos para encontrar las causas más hondas de raíz en esos accidentes. Tampoco se plantearon rediseñar los sistemas ni los procedimientos para que esos incidentes pasaran a ser imposibles o mucho menos probables. Cuando la gente yerra, hay que cambiar el sistema para que ese tipo de error se vea reducido o eliminado. Si no es posible la eliminación completa, un rediseño reducirá el impacto.

A mí no me resultó nada complicado sugerir unos cambios sencillos en los procedimientos que habrían evitado la mayoría de los incidentes en esa empresa de servicios públicos. A la comisión en ningún momento se le ocurrió pensar en eso. El problema es que haber seguido mis recomendaciones habría supuesto un cambio cultural respecto a una actitud ya extendida entre quienes trabajaban sobre el terreno: «Somos superhombres: podemos solucionar cualquier problema y reparar el apagón más complejo. Nosotros no cometemos errores». No es posible eliminar el error humano si se considera un fallo personal y no un indicio de un mal diseño en los procedimientos o en el equipo. La empresa recibió muy educadamente el informe que envié a sus ejecutivos. Incluso me dieron las gracias. Varios años después, me puse en contacto con un amigo que estaba en esa empresa y le pregunté qué cambios habían introducido. «Ninguno. Y la gente sigue sufriendo accidentes», me dijo.

Un gran problema radica en que esa tendencia natural a culpar a la gente de los errores la comparten también quienes cometen un fallo, que suelen estar de acuerdo en autoculparse. La gente tiende a asumir la culpa cuando hace algo que, *a posteriori*, parece inexcusable. «Podía haberlo hecho mejor» es un comentario común entre quienes cometen un fallo. Sin embargo, cuando alguien dice: «Ha sido mi culpa, podía haberlo hecho mejor», no está haciendo un análisis válido del problema. Eso no ayuda a evitar la repetición del fallo. Cuando muchas personas tienen el mismo problema, ¿no debería buscarse otra causa? Si el sistema nos permite cometer el error, está mal diseñado. Y si el sistema nos induce a cometer el error, entonces está pésimamente diseñado. Cuando enciendo el fuego equivocado en la cocina, no es por mi falta de conocimiento: es por un mal mapeo entre mandos y quemadores. Enseñarme la relación no evitará que el error vuelva a ocurrir: eso se evita con un rediseño.

No podemos solucionar problemas si la gente no admite que existen. Cuando culpamos a las personas, se hace difícil convencer a las organizaciones de que reestructuren el diseño para eliminar esos problemas. Al fin y al cabo, si la culpa es de una persona, basta con sustituir a esa persona. Pero raras veces es ese el caso: normalmente, el sistema, los procedimientos y la presión social han conducido a los problemas, que no van a solucionarse sin abordar todos esos factores.

¿Por qué se equivoca la gente? Porque los diseños se centran en los requisitos del sistema y de las máquinas, y no en los requisitos de las personas. La mayoría de las máquinas exige comandos y directrices precisos, lo que obliga a la gente a introducir información numérica a la perfección. Sin embargo, a la gente no se nos da muy bien la precisión. Con frecuencia, cometemos errores cuando nos piden que tecleemos o escribamos secuencias de números o de letras, y esto no es ningún secreto. ¿Por qué entonces las máquinas siguen diseñándose de forma que requieren tal precisión que pulsar la tecla equivocada puede conllevar unos resultados horribles?

Las personas somos seres creativos, constructivos y exploradores. Se nos da especialmente bien la novedad, crear maneras nuevas de hacer las cosas y ver nuevas oportunidades. Los requisitos aburridos, repetitivos y precisos van en contra de esos rasgos. Permanecemos alerta a los cambios del entorno, nos fijamos en cosas nuevas y luego pensamos en ellas y en sus implicaciones. Todo eso son virtudes que acaban siendo características negativas cuando nos vemos obligados a servir a las máquinas. Entonces, se nos castiga por tener un lapsus de atención, por desviarnos de las rutinas estrictamente prescritas.

Una de las principales causas de los errores es el estrés provocado por el tiempo. El tiempo suele ser crucial, sobre todo en espacios como fábricas o plantas de procesamiento de sustancias químicas y hospitales. Sin embargo, la presión del tiempo puede darse incluso en tareas cotidianas. Basta añadir factores ambientales, como un clima horrible o un tráfico denso, y el estrés por tiempo aumentará. En locales comerciales, existe una presión fuerte para no ralentizar los procesos, porque hacerlo causaría inconvenientes a muchas personas, lo que supondría pérdidas importantes de dinero; en un hospital, puede suponer

un descenso de la calidad en la atención al paciente. Existe mucha presión para seguir adelante con el trabajo, incluso cuando un observador externo diría que es peligroso hacerlo. En muchas industrias, si los operarios cumpliesen de verdad con todos los procedimientos, el trabajo nunca acabaría de hacerse. Por tanto, vamos siempre al límite: nos quedamos despiertos mucho más de lo que es natural, tratamos de hacer demasiadas tareas al mismo tiempo, conducimos más rápido de lo que es seguro… La mayoría de las veces nos las apañamos bien. Quizá incluso recibamos recompensas o elogios por nuestros heroicos esfuerzos. Sin embargo, cuando las cosas salen mal y fracasamos, ese mismo comportamiento es objeto de culpa y de castigo.

Infracciones deliberadas

Los errores no son el único tipo de fallos humanos. A veces, las personas asumen riesgos a sabiendas. Cuando el resultado es positivo, a menudo se las recompensa; cuando el resultado es negativo, pueden recibir un castigo. Pero ¿cómo clasificamos esas infracciones deliberadas del comportamiento conocido y adecuado? Este tema tiende a obviarse en las publicaciones que analizan el error, pero es un elemento importante en la publicaciones sobre los accidentes.

Las desviaciones deliberadas tienen un papel relevante en muchos accidentes. Se definen como aquellos casos en los que alguien, intencionadamente, infringe procedimientos y normativas. ¿Por qué se producen? Bueno, casi todos habremos infringido de forma deliberada alguna ley, norma o incluso el dictado de nuestro mejor criterio. ¿En alguna ocasión hemos superado el límite de velocidad? ¿Hemos conducido demasiado rápido bajo nieve o lluvia? ¿Hemos aceptado hacer algo peligroso, aunque en secreto pensáramos que era una temeridad?

En muchas industrias, las normas se redactan pensando más en ajustarse a la ley que en los propios requisitos del trabajo. Como resultado, si los trabajadores siguieran esas normas, no podrían cumplir con sus tareas. ¿Algunas veces dejamos abierta una puerta que ha de permanecer siempre cerrada? ¿Conducimos habiendo dormido demasiado poco? ¿Trabajamos con compañeros aunque estemos enfermos (y por tanto podamos ser contagiosos)?

Las infracciones rutinarias se dan cuando el incumplimiento es tan frecuente que se pasa por alto. Las infracciones situacionales ocurren cuando existen circunstancias especiales (ejemplo: pasarse un semáforo en rojo «porque no se veían más coches y llegaba tarde»). En algunos casos, la única manera de completar un trabajo es infringir una norma o un procedimiento.

Una causa principal de las infracciones son las normas o los procedimientos inadecuados que no solo invitan a su infracción sino que la alientan. Sin esas infracciones, la tarea no podría concluirse. Y peor aún: cuando los empleados creen necesario infringir las normas para poder hacer una tarea y acaban teniendo éxito, es probable que se los felicite y que se los recompense

por ello. Por supuesto, eso es una recompensa involuntaria al incumplimiento. Las culturas que alientan y alaban las infracciones crean unos modelos muy pobres en los que fijarse.

Pese a que las infracciones son una forma de error, se trata de errores organizativos y sociales, importantes pero alejados del ámbito del diseño de las cosas cotidianas. El error humano examinado aquí es accidental; las infracciones deliberadas, por definición, son desviaciones intencionadas que se sabe que son arriesgadas y que tienen el potencial de generar un daño.

Dos tipos de errores: deslices y equivocaciones

Hace muchos años, el psicólogo británico James Reason y yo desarrollamos una clasificación general del error humano. Dividimos el error humano en dos grandes categorías: deslices y equivocaciones (figura 5.1). Esta clasificación ha demostrado ser valiosa tanto en la teoría como en la práctica. Su uso está muy extendido en el estudio del error en campos tan diversos como los accidentes industriales y de aviación y los errores médicos. El debate resulta un pelín técnico, así que he reducido los tecnicismos al mínimo. Este tema es de una extrema importancia para el diseño, por lo que conviene seguirlo de cerca.

Definiciones: errores, deslices y equivocaciones

El error humano se define como cualquier desviación del comportamiento «adecuado». La palabra *adecuado* está entrecomillada porque en muchas circunstancias el comportamiento adecuado no se conoce de antemano o solo se determina *a posteriori*. Aun así, el error se define como una desviación del comportamiento generalmente aceptado como correcto o pertinente.

Error es el término general para todas las acciones equivocadas. Existen dos clases principales de error: deslices y equivocaciones, como se muestra en la figura 5.1; a su vez, los deslices se dividen en dos clases principales y las equivocaciones en tres. Cada una de esas categorías de errores tiene implicaciones distintas para el diseño. Pasaré ahora a analizar con más detalle dichas clases de errores y sus implicaciones para el diseño.

FIGURA 5.1. Clasificación de los errores. Los errores tienen dos formas principales. Los deslices ocurren cuando el objetivo es correcto pero las acciones requeridas no se llevan a cabo adecuadamente: la ejecución es defectuosa. Las equivocaciones ocurren cuando el objetivo o el plan están equivocados. Los deslices y las equivocaciones se dividen a su vez según sus causas subyacentes. Los lapsus de memoria pueden conducir a deslices o a equivocaciones, según si el error memorístico se ha producido en el nivel de cognición más elevado (equivocaciones) o en los niveles inferiores o subconscientes (deslices). Pese a que las infracciones deliberadas de los procedimientos son sin duda comportamientos inadecuados que a menudo provocan accidentes, no se consideran

errores (véase el debate en el cuerpo de texto). [Las descripciones del comportamiento basado en la aptitud, en la norma y en el conocimiento están sacadas del artículo de Jens Rasmussen sobre esta cuestión (1983), que aún sigue siendo una de las mejores introducciones al tema. La clasificación de los errores en deslices y equivocaciones la hicimos conjuntamente Reason y yo. La clasificación de las equivocaciones basadas en la norma y en el conocimiento sigue los dictados de la obra de Rasmussen (Rasmussen, Goodstein, Andersen y Olsen, 1988; Rasmussen, Pejtersen y Goodstein, 1994; Reason, J. T., 1990, 1997, 2008)].

Deslices

Un desliz se produce cuando una persona pretende llevar a cabo una acción y acaba haciendo otra cosa distinta. En un desliz, la acción completada no es la misma que la acción pretendida.

Existen dos clases principales de deslices: los basados en la acción y los lapsus de memoria. En los deslices basados en la acción, se lleva a cabo la acción equivocada. En los lapsus, la memoria falla, por lo que no se hace la acción pretendida o no se evalúan sus resultados. Los deslices basados en la acción y los lapsus de memoria pueden clasificarse a su vez según sus causas.

Ejemplo de un desliz basado en la acción. Me he echado un poco de leche en el café y luego he metido la taza de café en el frigorífico. Es la acción correcta aplicada al objeto equivocado.

Ejemplo de desliz por lapsus de memoria. Se me ha olvidado apagar el fuego de la cocina de gas después de hacer la cena.

Equivocaciones

Una equivocación se produce cuando se establece un objetivo erróneo o se desarrolla un plan inadecuado. Desde ese momento, aunque las acciones se ejecuten bien, formarán parte del error, porque las acciones mismas serán inadecuadas: pertenecerán al plan erróneo. En una equivocación, la acción que se lleva a cabo se ajusta al plan; es el plan el que no está bien.

Las equivocaciones pueden ser de tres tipos principales: basadas en la norma, basadas en el conocimiento y lapsus de memoria. En una equivocación basada en la norma, la persona ha diagnosticado la situación adecuadamente, pero luego ha optado por un desarrollo erróneo de la acción: se sigue la norma equivocada. En una equivocación basada en el conocimiento, no se diagnostica bien el problema debido a un conocimiento erróneo o incompleto. Las equivocaciones por lapsus de memoria se dan cuando hay un olvido durante las fases de los objetivos, del plan o de la evaluación. Dos de las equivocaciones que condujeron al aterrizaje de emergencia del Boeing 767 conocido como Gimli Glider (o planeador de Gimli) fueron:[32]

Ejemplo de equivocación basada en el conocimiento. El peso del combustible se computó en libras en vez de en kilogramos.

Ejemplo de equivocación por lapsus de memoria. Un mecánico no completó el proceso de diagnóstico de averías por una distracción.

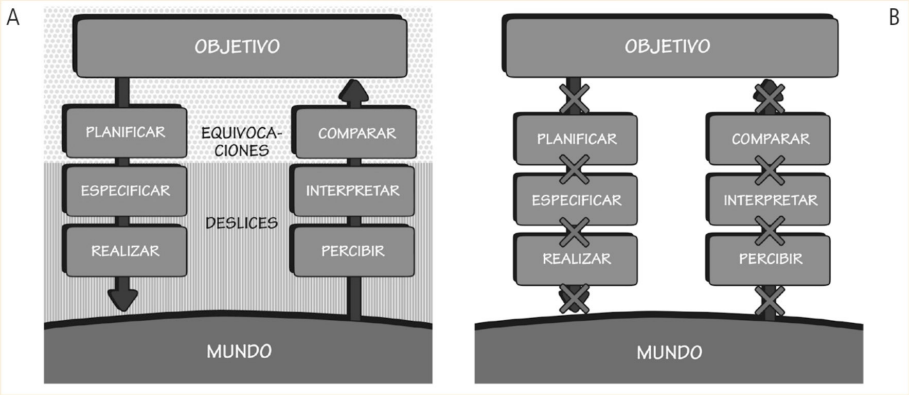


FIGURA 5.2. Origen de los deslices y las equivocaciones en el ciclo de acción. En la figura A se muestra que los deslices de acción proceden de las cuatro fases del ciclo de acción situadas más abajo, mientras que las equivocaciones proceden de las tres fases de arriba. Los lapsus de memoria afectan a las transiciones entre las fases (indicadas con una X en la figura B). Los lapsus de memoria en los niveles superiores conducen a equivocaciones, y los lapsus en los niveles inferiores conducen a deslices.

Los errores y las siete fases de la acción

Los errores pueden entenderse en referencia a las siete fases del ciclo de acción definidas en el capítulo 2 (figura 5.2). Las equivocaciones son errores cometidos en la definición del objetivo o del plan y en la comparación de los resultados con las expectativas, esto es, los niveles de cognición más elevados. Los deslices ocurren en la ejecución de un plan o en la percepción o interpretación del resultado, es decir, en las fases inferiores. Los lapsus de memoria pueden ocurrir en cualquiera de las ocho

transiciones entre las fases, indicadas con una X en la figura 5.2B. Un lapsus de memoria en una de esas transiciones provoca que se detenga el avance del ciclo de acción, por lo que no se completará la acción deseada.

Los deslices son el resultado de acciones subconscientes que se truncan por el camino. Las equivocaciones se derivan de reflexiones conscientes. Los mismos procesos que nos hacen ser creativos y perspicaces al permitirnos ver vínculos entre cosas en apariencia no relacionadas, que nos permiten corregir conclusiones sobre la base de una evidencia parcial o incluso defectuosa, también nos conducen a equivocaciones. Nuestra capacidad para generalizar a partir de cantidades pequeñas de información supone una ayuda enorme en situaciones nuevas; sin embargo, a veces generalizamos demasiado rápido y clasificamos una situación nueva como similar a una antigua cuando, de hecho, existen discrepancias significativas entre ambas. Eso provoca equivocaciones que pueden ser difíciles de descubrir, y mucho más de eliminar.

La clasificación de los deslices

Un colega me contó que se subió al coche para ir al trabajo. Mientras conducía, se dio cuenta de que se había dejado el maletín, así que dio media vuelta y regresó. Paró el coche, apagó el motor y se quitó el reloj. Sí, el reloj de pulsera, en vez del cinturón de seguridad.

Esta historia ilustra tanto un desliz por lapsus de memoria como un desliz de acción. El olvido del maletín es un desliz por lapsus de memoria. El acto de quitarse el reloj es un desliz de acción, en este caso, una combinación de error por similitud de descripción y de error por captura (ambos descritos más adelante en este capítulo).

Los errores cotidianos son en su mayoría deslices: tenemos intención de llevar a cabo una acción y de pronto nos vemos haciendo otra; una persona nos dice algo claro y nítido y «escuchamos» una cosa muy distinta. El estudio de los deslices es el estudio de la psicología de los errores cotidianos, o lo que Freud llamó «la psicopatología de la vida cotidiana». Según Freud, los deslices tienen un significado oculto y oscuro, aunque la mayoría responde a mecanismos mentales bastante simples.

Una propiedad interesante de los deslices es que, paradójicamente, tienden a darse con más frecuencia entre personas cualificadas que entre novatos. ¿Por qué? Porque los deslices suelen ser el resultado de una falta de atención durante la tarea. Las personas cualificadas, o expertos, tienden a llevar a cabo tareas de manera automática, bajo un control subconsciente. Los novatos tienen que prestar una atención consciente considerable, lo que provoca un índice relativamente bajo de deslices entre ellos.

Algunos deslices se producen por similitudes entre las acciones, o porque un hecho que se da en el mundo desencadena automáticamente una acción; a veces, nuestros pensamientos y acciones nos recuerdan a acciones no pretendidas y entonces

las hacemos. Hay muchos tipos distintos de deslices de acción, que se categorizan según los mecanismos subyacentes que dan lugar a ellos. Los tres más relevantes para el diseño son:

- → deslices por captura
- → deslices por similitud de descripción
- → errores de modo

Deslices por captura[33]

> *Estaba usando una fotocopiadora y mientras tanto iba contando las páginas. De pronto me escuché decir: «1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, J, Q, K». Había jugado a las cartas hacía poco.*

El desliz por captura se define como la situación en la que en vez de la actividad deseada, se hace otra distinta, más frecuente o reciente, que «captura» la actividad pretendida. Los errores por captura requieren que parte de las secuencias de acciones implicadas en ambas actividades sean idénticas y que una secuencia nos resulte mucho más familiar que la otra. Tras hacer la parte idéntica, continuaremos con la actividad más frecuente o más reciente y no llegaremos a completar la actividad pretendida. Raras veces (si es que alguna vez pasa) la secuencia menos conocida captura a la que nos resulta más familiar. Basta con que se produzca un lapsus en la atención prestada a la acción deseada en el momento crítico de intersección, cuando las partes idénticas de las secuencias se separan en dos actividades distintas. Los errores por captura son, por tanto, errores por lapsus de memoria parciales. Curiosamente, los errores por captura prevalecen más entre personas cualificadas y con experiencia que entre principiantes, en parte porque la persona con experiencia ha automatizado las acciones necesarias y quizá no esté prestando una atención consciente cuando la acción pretendida se desvía de la más frecuente.

Los diseñadores tienen que evitar procedimientos que incluyan pasos iniciales idénticos y luego se dividan. Cuanto más experto sea un trabajador, más probable será que caiga presa de una captura. Siempre que sea posible, hay que diseñar las secuencias de manera que difieran desde el principio mismo.

Deslices por similitud de descripción

> *Un antiguo alumno me contó que un día llegó a casa después de salir a correr, se quitó la camiseta sudada y la hizo una bola, con intención de echarla en la cesta de la ropa sucia. En vez de eso, la tiró al váter (no fue por mala puntería: la cesta de la ropa sucia y el váter estaban en habitaciones distintas).*

En el desliz conocido como desliz por similitud de descripción, el error consiste en actuar sobre un elemento similar al objetivo. Esto ocurre cuando la descripción del objetivo es lo bastante vaga. De forma muy similar a lo que vimos en la figura 3.1 del capítulo 3, que mostraba las dificultades que tenía la gente para distinguir entre diferentes imágenes de monedas porque sus descripciones internas no incluían la suficiente información para discriminar entre ellas, a nosotros puede ocurrirnos algo parecido, sobre todo cuando estamos cansados, estresados o sobrecargados. En el ejemplo que abría este apartado, tanto la cesta de la ropa sucia como el váter son recipientes, y si la descripción del objetivo era lo suficientemente ambigua, como «un recipiente lo bastante grande», podía desencadenarse el desliz.

Recordemos que en el capítulo 3 decíamos que la mayoría de los objetos no necesita descripciones precisas, sino que basta con la precisión suficiente para distinguir el objetivo deseado de otras alternativas. Eso supone que una descripción que normalmente es suficiente puede dejar de serlo si la situación cambia de tal forma que múltiples elementos similares encajan en dicha descripción. Los errores por similitud de descripción provocan que se lleve a cabo la acción correcta sobre el objeto equivocado. Obviamente, cuanto más tengan en común los objetos correctos y los equivocados, más probabilidades habrá de que se generen errores. De forma similar, cuantos más objetos presentes haya al mismo tiempo, más probable será el error.

Los diseñadores deben garantizar que los controles y las pantallas con distintas finalidades difieran significativamente entre sí. Una disposición de interruptores o de pantallas de aspecto idéntico da pie a un error por similitud de descripción. En el diseño de las cabinas de los aviones, muchos mandos están codificados por colores para darles aspectos y tactos distintos: las palancas de aceleración son diferentes de las palancas de los *flaps* (que pueden asemejarse en aspecto y tacto al *flap* de un ala), que a su vez son distintas del control del tren de aterrizaje (que puede asemejarse en aspecto y tacto a una rueda).

Deslices por lapsus de memoria

Los errores provocados por fallos de memoria son comunes. Pensemos en los siguientes ejemplos:

- Hacer copias de un documento, alejarse con la copia y dejarse el original dentro de la fotocopiadora.
- Olvidar a un hijo. Este error tiene numerosos ejemplos, como dejarse a un hijo atrás durante una parada para descansar en un viaje en coche o en los probadores de un centro comercial, o que una madre primeriza olvide a su hijo de un mes y tenga que ir a la policía para que la ayude a encontrarlo.
- Perder un boli porque lo sacamos para escribir algo y luego lo dejamos por ahí mientras hacemos otra tarea. El boli queda olvidado durante el desarrollo de otras acciones, como guardar un talonario de cheques, recoger alguna cosa o hablar con un vendedor o

con un amigo. O a la inversa: pedimos prestado un boli, lo usamos y luego nos lo dejamos en el bolsillo o en el bolso, aunque el boli sea de otra persona (esto es además un error por captura).

→ Usar una tarjeta bancaria o de crédito para sacar dinero de un cajero automático y marcharse del cajero sin la tarjeta es un error tan frecuente que muchos cajeros incluyen ya una función de forzamiento: has de retirar la tarjeta para que te entregue el dinero. Por supuesto, aun así es posible irse sin el dinero, pero eso es menos probable que olvidarse la tarjeta solamente, porque el dinero es el objetivo de utilizar el cajero.

Los lapsus de memoria son una causa común de error. Pueden conducir a varios tipos de errores: no cumplir todos los pasos de un procedimiento; repetir pasos; olvidar el resultado de una acción; u olvidar el objetivo o el plan, provocando así que se detenga la acción.

La causa inmediata de la mayoría de los fallos por lapsus de memoria son las interrupciones: hechos que interfieren entre el momento en el que se determina la acción y el momento en el que se completa. Con bastante frecuencia, la interferencia procede de las máquinas que usamos: los muchos pasos requeridos entre el inicio y el final de las operaciones pueden sobrecargar la capacidad de la memoria activa o a corto plazo.

Existen diversas maneras de combatir los errores por lapsus de memoria. Una de ellas consiste en minimizar el número de pasos; otra, en proporcionar vívidos recordatorios de los pasos que han de completarse. Un método mucho mejor es utilizar la función de forzamiento del capítulo 4, como acabamos de ejemplificar con el caso de los cajeros. Con los bolis, la solución es sencillamente evitar su extracción, quizá enganchando los bolígrafos de sitios públicos al mostrador. No todos los errores por lapsus de memoria permiten soluciones simples. En muchos casos, las interrupciones vienen de fuera del sistema, donde el diseñador no tiene control ninguno.

Deslices por error de modo

Un error de modo se da cuando un dispositivo ofrece diferentes estados en los que los mismos controles tienen diferentes significados: a esos estados los llamamos «modos». Los errores de modo son inevitables en cualquier cosa que ofrezca más cantidad de acciones posibles que controles o pantallas; esto es, cuando los controles significan cosas distintas en modos distintos. Se trata de una realidad inevitable a medida que vamos incorporando cada vez más funciones a nuestros dispositivos.

¿Alguna vez hemos apagado el dispositivo que no era en nuestro sistema de ocio doméstico? Esto ocurre cuando un mando se utiliza para múltiples finalidades. En el hogar, resulta frustrante y nada más. En la industria, la confusión provocada cuando los operarios creen que el sistema está en un modo y en realidad está en otro ha generado graves accidentes y pérdidas de vidas.

Resulta tentador ahorrar dinero y espacio teniendo un solo control para múltiples finalidades. Supongamos que en un dispositivo hay diez funciones distintas. En vez de usar diez mandos o interruptores independientes (algo que ocuparía un espacio considerable, añadiría costes adicionales y parecería intimidante por lo complejo), ¿por qué no usar solo dos controles, uno para seleccionar la función y el otro para fijar el estado deseado en dicha función? Pese a que el diseño resultante parezca muy sencillo y fácil de utilizar, esa supuesta simplicidad enmascara la complejidad subyacente de su uso. El operario tiene que ser consciente del modo en todo momento, saber constantemente qué función está activa. Por desgracia, la prevalencia de errores de modo demuestra que eso no puede darse por sentado. Vale, si selecciono un modo y de inmediato ajusto los parámetros, seguramente no me confunda con el estado del dispositivo. Pero ¿qué pasa si selecciono el modo y luego me interrumpen otros acontecimientos? ¿O si el modo se mantiene activo durante un periodo de tiempo considerable? ¿O si, como en el caso del accidente del Airbus del que se hablará más adelante, los dos modos que han de seleccionarse son muy similares en cuanto a control y a función, pero tienen diferentes características de funcionamiento, lo que significa que el error de modo resultante es difícil de detectar? A veces, el uso de modos está justificado, como cuando necesitamos integrar muchos controles y pantallas en un espacio reducido y limitado, pero más allá del motivo, los modos son una causa común de confusión y de error.

Los relojes con alarma usan a menudo los mismos controles y pantallas para fijar la hora del día y la hora de la alarma, y por tanto muchos hemos configurado una cuando queríamos definir la otra. De forma similar, cuando se muestra la hora en una escala de doce horas, es fácil querer fijar la alarma para que salte a las siete de la mañana y luego descubrir que en realidad la habíamos puesto a las siete de la tarde. El uso de «a. m.» y «p. m.» para distinguir las horas anteriores y posteriores al mediodía es una fuente común de confusión y de error, de ahí que normalmente se utilice la especificación temporal de veinticuatro horas en la mayor parte del mundo (las principales excepciones son América del Norte, Australia, India y Filipinas). Los relojes con múltiples funciones muestran problemas similares, forzados en su caso por la reducida cantidad de espacio disponible para incluir controles y pantallas. Los modos existen en la mayoría de los programas informáticos, en nuestros teléfonos móviles y en los controles automáticos de los aviones comerciales. En el mundo de la aviación comercial, se han producido varios accidentes graves que pueden atribuirse a errores de modo, sobre todo en aviones con sistemas automáticos (que tienen un gran número de modos complejos). Conforme los automóviles adquieren complejidad, con controles en el salpicadero destinados a la conducción, a la calefacción y al aire acondicionado, al ocio y a la navegación, los modos se hacen cada vez más comunes.

Este problema lo ilustra bien un accidente ocurrido con un avión Airbus.[34] El sistema de control de vuelo (llamado a menudo «piloto automático») tenía dos modos, uno para controlar la velocidad vertical y otro para controlar el ángulo de

descenso de la trayectoria de vuelo. En una ocasión, al tratar de aterrizar, los pilotos pensaron que estaban controlando el ángulo de descenso, pero accidentalmente habían seleccionado el modo que controlaba la velocidad de descenso. El número (−3,3) que se introdujo en el sistema como representación de un ángulo adecuado (−3,3 °) equivalía a un ritmo de descenso demasiado brusco cuando se interpretaba como velocidad vertical (−3.300 pies/minuto: −3,3 ° solo serían −800 pies/minuto). Esta confusión de modo contribuyó al accidente mortal resultante. Tras un estudio detallado del accidente, Airbus cambió la pantalla del equipo para que la velocidad vertical siempre se mostrase en un número de cuatro dígitos y el ángulo en un número de dos dígitos, reduciendo así las posibilidades de confusión.

El error de modo es en realidad un error de diseño. Los errores de modo son especialmente probables cuando el aparato no hace visible el modo, por lo que se espera que el usuario recuerde qué modo se ha fijado, a veces horas antes, un tiempo durante el que pueden haber interferido muchos acontecimientos. Los diseñadores han de intentar evitar los modos, pero si son necesarios, el aparato debe dejar claro qué modo está activado. De nuevo, los diseñadores han de compensar la interferencia de otras actividades.

La clasificación de las equivocaciones

Las equivocaciones se derivan de la elección de objetivos y planes inadecuados o de una comparación fallida entre el resultado y los objetivos durante la evaluación. En las equivocaciones, una persona toma una mala decisión, clasifica mal una situación o no tiene en cuenta todos los factores de relevancia. Muchas equivocaciones surgen por los caprichos del pensamiento humano, a menudo porque la gente tiende a confiar en experiencias recordadas y no en un análisis más sistemático: tomamos decisiones basándonos en lo que tenemos en la memoria. Sin embargo, como se comentó en el capítulo 3, la recuperación de la memoria a largo plazo es en realidad una reconstrucción, más que un registro preciso, y por tanto está sujeta a numerosos sesgos. Entre otras cosas, nuestros recuerdos tienden a estar sesgados hacia la excesiva generalización de los lugares comunes y el excesivo énfasis de la discrepancia.

El ingeniero danés Jens Rasmussen distinguía entre tres modos de comportamiento: basado en capacidades, basado en la norma y basado en el conocimiento. Este sistema de clasificación en tres niveles ofrece una herramienta práctica que ha encontrado una amplia aceptación en áreas aplicadas, como el diseño de muchos sistemas industriales. El comportamiento basado en la aptitud se da cuando los trabajadores son totalmente expertos en sus puestos, por lo que pueden hacer tareas rutinarias y cotidianas sin apenas pensar en ellas o sin prestarles una atención consciente. La forma más común de error con el comportamiento basado en la aptitud son los deslices.

El comportamiento basado en la norma se da cuando ya no se aplica la rutina normal, pero la nueva situación se conoce de antemano, por lo que existe un desarrollo de la acción bien prescrito: una norma. Las normas pueden ser sencillamente comportamientos aprendidos por experiencias previas, pero también procedimientos formales descritos en cursos y manuales, por lo general siguiendo una estructura de «si…, entonces», como en: «Si el motor no arranca, entonces proceda a [acción adecuada]». Los errores con un comportamiento basado en la norma pueden ser equivocaciones o deslices. Si se selecciona la norma errónea, será una equivocación; si el error ocurre durante la ejecución de la norma, seguramente se tratará de un desliz.

Los procedimientos basados en el conocimiento se dan cuando se producen acontecimientos desconocidos en los que no se aplican ni las capacidades ni las normas ya existentes. En esos casos, debe haber un proceso considerable de razonamiento y de resolución de problemas. Es probable que se desarrollen planes que se pongan a prueba y luego se usen o modifiquen. Los modelos conceptuales son esenciales aquí para guiar el desarrollo del plan y la interpretación de la situación.

En situaciones basadas en la norma y en el conocimiento, las equivocaciones más graves se dan cuando hay un mal diagnóstico de la situación. Como resultado, se ejecuta una norma inadecuada o, en el caso de problemas basados en el conocimiento, se dirigen los esfuerzos a resolver el problema erróneo. Asimismo, diagnosticar mal el problema conlleva una mala interpretación del entorno, así como comparaciones deficientes entre el estado actual y las expectativas. Este tipo de equivocaciones puede ser muy difícil de detectar y de corregir.

Equivocaciones basadas en la norma

Cuando hay que apelar a nuevos procedimientos o cuando surgen problemas sencillos, podemos caracterizar las acciones de personas cualificadas como basadas en la norma. Algunas normas proceden de la experiencia; otras son procedimientos formales recogidos en manuales o reglamentos, o incluso en guías menos formales, como libros de cocina para la preparación de alimentos. En cualquier caso, lo que tenemos que hacer es identificar la situación, seleccionar la norma adecuada y luego seguirla.

Al conducir, nuestro comportamiento sigue normas bien aprendidas. ¿Está el semáforo en rojo? Si es así, detenemos el coche. ¿Queremos girar a la izquierda? Indicamos la intención de girar y nos desplazamos lo más a la izquierda que esté legalmente permitido; ralentizamos el vehículo y esperamos a que haya una pausa segura en el tráfico, todo eso mientras seguimos respetando las normas de tráfico, las señales y los semáforos pertinentes.

Las equivocaciones basadas en la norma se dan de múltiples maneras:

→ La situación se interpreta erróneamente, y por tanto se apela al objetivo o al plan equivocados, lo que conduce a seguir una norma inadecuada.
→ Se apela a la norma correcta, pero la propia norma es defectuosa, bien porque se formuló inadecuadamente o porque las condiciones son distintas a las asumidas por la norma, o por un conocimiento incompleto utilizado a la hora de determinar la norma. Todo ello conduce a equivocaciones basadas en la norma.
→ Se apela a la norma correcta, pero el resultado se evalúa de manera incorrecta. Este error de evaluación, normalmente basado en la norma o en el conocimiento, puede conducir a nuevos problemas conforme avance el ciclo de acción.

Ejemplo 1: En 2013, en la discoteca Kiss de Santa Maria, Brasil, un grupo de música utilizó una pirotecnia que provocó un incendio en el que murieron más de doscientas treinta personas.[35] Esta tragedia ilustra varias equivocaciones. El grupo cometió una equivocación basada en el conocimiento al utilizar bengalas para exterior, que prendieron los paneles acústicos del techo. El grupo creyó que las bengalas eran seguras. Muchas personas corrieron a los baños, creyendo equivocadamente que eran salidas: murieron. Los primeros informes sugerían que los porteros, sin ser conscientes del incendio, se equivocaron al principio impidiéndole a la gente abandonar el edificio. ¿Por qué? Porque los que acudían a la discoteca a veces se marchaban sin pagar las consumiciones.
La equivocación consistió en idear una norma que no tenía en cuenta las emergencias. Un análisis de causa raíz revelaría que el objetivo era impedir una salida inadecuada, pero permitir que las puertas pudieran utilizarse en caso de emergencia. Una solución es recurrir a puertas que activen alarmas en caso de uso, lo que disuadirá a la gente de intentar escabullirse pero permitirá la salida cuando sea necesario.
Ejemplo 2: Llevar el termostato de un horno a su temperatura máxima para que alcance más rápido la temperatura adecuada para el cocinado es una equivocación basada en un modelo conceptual falso sobre el funcionamiento de los hornos. Si la persona se aleja y se olvida de volver a comprobar la temperatura del horno tras un periodo razonable de tiempo (un desliz por lapsus de memoria), el valor elevado e inadecuado de la temperatura puede provocar un accidente, quizá un incendio.
Ejemplo 3: Un conductor, nada acostumbrado a los frenos antibloqueo, se encuentra con un objeto inesperado en la carretera un día húmedo y lluvioso. El conductor aplica toda su fuerza a los frenos, pero el coche patina, lo que pone en marcha los frenos antibloqueo, que activan y desactivan rápidamente los frenos cumpliendo así con el objetivo de su diseño. El conductor, al notar las vibraciones, cree que eso indica un mal funcionamiento y por tanto levanta el pie del pedal del freno. En realidad, la vibración es una señal de que los frenos antibloqueo funcionan correctamente. La evaluación errónea del conductor lleva al comportamiento equivocado.

Las equivocaciones basadas en la norma son difíciles de evitar y también difíciles de detectar. Una vez que se ha clasificado la situación, la selección de la norma adecuada suele ser inmediata y directa. Pero ¿y si la clasificación de la situación está equivocada? Eso es complicado descubrirlo, dado que suele haber considerables evidencias que respaldan esa clasificación errónea y la consecuente elección de la norma. En situaciones complejas, el problema está en un exceso de información, que respalda la decisión y que a la vez la contradice. A la vista de la presión temporal para tomar una decisión, es complicado saber qué evidencias tomar en cuenta y cuáles descartar. Para decidir, la gente suele emparejar la situación en cuestión con algo que haya ocurrido antes. Aunque la memoria humana es bastante buena emparejando ejemplos del pasado con situaciones del presente, eso no significa que el emparejamiento sea preciso ni adecuado. El emparejamiento estará sesgado por la cercanía temporal, por la regularidad y por la unicidad. Los acontecimientos recientes se recuerdan mucho mejor que los menos recientes. Los acontecimientos frecuentes se recuerdan por su regularidad, mientras que los acontecimientos únicos se recuerdan por su unicidad. Sin embargo, supongamos que el acontecimiento presente es distinto a todo lo que se haya experimentado hasta ese momento; aun así, la gente sigue tendiendo a buscar alguna coincidencia en su memoria que poder usar como guía. Las mismas facultades que permiten que se nos dé tan bien lidiar con lo común y con lo único nos llevan a cometer errores graves ante acontecimientos nuevos.

¿Qué debería hacer un diseñador? Ofrecer todas las indicaciones posibles para garantizar que el estado de las cosas se muestre en un formato coherente y fácil de interpretar (y preferentemente gráfico). Es un problema complicado. A quienes se ocupan de tomar decisiones de peso les preocupa la complejidad de los hechos del mundo real, donde el problema a menudo es el exceso de información, mucha de ella contradictoria. Con frecuencia, las decisiones hay que tomarlas con rapidez. A veces, ni siquiera está claro que haya habido un incidente o que se haya tomado de verdad una decisión.

Pensémoslo del siguiente modo. En nuestra casa, seguramente haya una serie de elementos rotos o que no funcionan bien. Quizá tengamos alguna bombilla fundida o una luz de lectura (como en mi casa) que funcione solo un rato y luego se apague; habrá que acercarse para darle unos golpecitos al tubito fluorescente. Puede haber un grifo que gotee u otras faltas menores que sabemos que existen pero cuyo remedio posponemos. Imaginemos ahora una gran planta de control de procesos (una refinería de petróleo, una planta química o una central nuclear). Esos sitios tienen miles —quizá decenas de miles— de válvulas y medidores, pantallas y controles, etc. Incluso en las mejores plantas hay siempre algunas piezas defectuosas. Los equipos de mantenimiento disponen en todo momento de una lista de elementos de los que ocuparse. Con todas las alarmas que se activan cuando surge un problema, aunque sea menor, y todos los fallos cotidianos, ¿cómo va a saber alguien lo que puede ser un indicador relevante de un problema mayor? Todos esos problemas suelen tener una explicación sencilla y racional, por lo

que es una decisión sensata no convertirlos en elementos de urgencia. De hecho, el personal de mantenimiento sencillamente los va añadiendo a la lista, y la mayor parte del tiempo hace bien en proceder así. La única vez entre mil (o incluso entre un millón) que esa decisión sea equivocada, se culpará al personal por ello: ¿cómo ha podido pasar por alto señales tan obvias?

La visión *a posteriori* es siempre mejor que la visión previa de los hechos. Cuando la comisión de investigación de un accidente revisa el hecho que ha contribuido al problema, sabe de antemano lo que ha pasado de verdad, así que le resulta fácil seleccionar qué información era relevante y cuál no. Se trata de una toma de decisiones en retrospectiva. No obstante, mientras el incidente estaba teniendo lugar, es probable que la gente se viese abrumada con demasiada información irrelevante y poca información de relevancia. ¿Cómo iba a saber nadie a cuál prestar atención y cuál obviar? La mayoría del tiempo, los operarios con experiencia hacen bien las cosas. La vez que fallan, el análisis en retrospectiva tiende a condenarlos por pasar por alto lo obvio. Pues bien: durante el desarrollo de los hechos nada es obvio. Volveré sobre este tema más adelante en este capítulo.

Al conducir nos enfrentamos con esta cuestión, y también al administrar nuestra economía o mientras afrontamos nuestra vida diaria. En su mayoría, los incidentes inusuales sobre los que leemos carecen de relevancia para nosotros, así que podemos obviarlos sin problemas. ¿A qué cosas habría que prestar atención y a cuáles no? La industria se enfrenta a este problema de manera constante, igual que los Gobiernos. Las comunidades de inteligencia están inundadas de datos. ¿Cómo decidir qué casos son serios? La gente oye hablar de los errores que se cometen, pero no de los casos mucho más frecuentes que se solucionan bien ni de las veces en las que se obvian (correctamente) datos por no ser significativos.

Si hubiese que cuestionar todas las decisiones, nunca llegaría a hacerse nada. Pero si las decisiones no se cuestionan, habrá equivocaciones de peso, que pese a ser escasas supondrán a menudo una penalización sustancial.

El desafío del diseño radica en presentar la información sobre el estado del sistema (un dispositivo, un vehículo, una central o actividades monitorizadas) de una manera que sea fácil de asimilar y de interpretar, así como ofrecer explicaciones e interpretaciones alternativas. Resulta útil cuestionar decisiones, pero es imposible hacerlo si todas las acciones —o inacciones— exigen una atención muy cercana.

Se trata de un problema difícil sin una solución obvia.

Equivocaciones basadas en el conocimiento

El comportamiento basado en el conocimiento tiene lugar cuando una situación es lo bastante novedosa para que no existan aptitudes ni normas previas que la abarquen. En ese caso, hay que idear un nuevo procedimiento. Si bien las aptitudes y las

normas se controlan en el nivel conductual del procesamiento humano, y por tanto son subconscientes y automáticas, el comportamiento basado en el conocimiento se controla en un nivel reflexivo y es lento y consciente.

Con el comportamiento basado en el conocimiento, la gente soluciona problemas de manera consciente. Alguien se encuentra en una situación desconocida y no dispone de aptitudes ni de normas que puedan aplicarse directamente. Cuando una persona está en una situación que no conoce (porque le han pedido que utilice un equipo nuevo, por ejemplo), o incluso cuando al hacer una tarea conocida las cosas salen mal y eso conlleva un estado nuevo e imposible de interpretar, es necesario aplicar un comportamiento basado en el conocimiento.

La mejor solución para situaciones basadas en el conocimiento es tener un buen entendimiento de la situación, lo que la mayoría de las veces se traduce además en un modelo conceptual adecuado. En casos complejos, hará falta ayuda, y ahí es cuando se necesitarán buenas aptitudes y herramientas cooperativas de solución de problemas. En ocasiones, un buen manual de procedimiento (en papel o en versión electrónica) hará ese trabajo, sobre todo si es posible utilizar observaciones críticas para localizar los procedimientos relevantes que deban seguirse. Un enfoque más sólido consiste en desarrollar sistemas informáticos inteligentes, usando buenas técnicas de búsqueda y de razonamiento adecuado (toma de decisiones y resolución de problemas por inteligencia artificial). En ese sentido, las dificultades radican en establecer la interacción de las personas con el elemento automatizado: los equipos humanos y los sistemas automáticos tienen que concebirse como sistemas colaborativos y cooperativos. Por el contrario, a menudo se construyen asignando a las máquinas las tareas que estas pueden hacer y dejando el resto a los humanos. Eso significa normalmente que las máquinas hacen las partes que a la gente le resultan fáciles, pero cuando los problemas pasan a ser complejos, que es precisamente cuando la gente podría buscar ayuda, las máquinas fallan (hablo con profusión sobre este problema en *El diseño de los objetos del futuro*).

Equivocaciones por lapsus de memoria

Los lapsus de memoria pueden llevar a equivocaciones si el fallo de memoria conduce a olvidar el objetivo o el plan de acción. Una causa común para esos lapsus son las interrupciones que provocan el olvido de la evaluación del estado del entorno. Eso conduce a equivocaciones, no a deslices, porque los objetivos y los planes pasan a ser erróneos. Olvidar evaluaciones previas suele implicar que vuelvan a tomarse decisiones, a veces equivocadamente.

Los remedios del diseño para las equivocaciones por lapsus de memoria son los mismos que para los deslices por lapsus de memoria: garantizar que toda la información relevante esté disponible de manera constante. Los objetivos y los planes, así como la evaluación del sistema, son de especial importancia y deberían estar disponibles continuamente. Hay demasiados

diseños que eliminan cualquier indicio de esos elementos en cuanto se han completado o se ha actuado sobre ellos. De nuevo, el diseñador debería dar por hecho que la gente sufrirá interrupciones durante sus actividades y que quizá necesite asistencia para reanudarlas.

Presiones sociales e institucionales

Un asunto sutil que parece estar presente en muchos accidentes es la presión social. Pese a que al principio pueda no parecer relevante para el diseño, tiene una fuerte influencia en el comportamiento cotidiano. En espacios industriales, las presiones sociales pueden conducir a errores de interpretación, a equivocaciones y a accidentes. Para entender el error humano, resulta esencial comprender la presión social.

Cuando alguien se enfrenta a problemas basados en el conocimiento, se necesita un proceso complejo de resolución de problemas. En algunos casos, equipos de varias personas pueden tardar días en comprender qué ocurre y cuáles son las mejores maneras de responder. Esto ocurre sobre todo en situaciones en las que se han cometido equivocaciones a la hora de diagnosticar el problema. Una vez que se ha hecho el diagnóstico erróneo, toda la información se interpretará desde el punto de vista equivocado. Quizá hasta el cambio de turno no se produzca la pertinente reconsideración, cuando otras personas accedan a la situación con un punto de vista fresco, lo que les permitirá generar interpretaciones distintas de los acontecimientos. A veces, pedirles a uno o a varios miembros del equipo que se tomen unas horas de descanso basta para dar pie a ese análisis renovado (si bien, como es comprensible, cuesta convencer a alguien de que pare unas horas cuando está batallando en una situación de emergencia).

En entornos comerciales, la presión para mantener los sistemas en marcha es inmensa. Detener un sistema caro puede suponer la pérdida de una cantidad considerable de dinero. A menudo se presiona a los operarios para que no lo hagan y a veces el resultado es trágico. Así, hay centrales nucleares que se mantienen en funcionamiento mucho más tiempo del límite seguro, y hay aviones que despegan antes de que todo esté listo y de que los pilotos hayan recibido el permiso para hacerlo. Un incidente de este tipo condujo al mayor accidente en la historia de la aviación. Pese a que ocurrió en 1977, hace mucho tiempo, las lecciones aprendidas entonces siguen siendo relevantes hoy en día.

En Tenerife, en las islas Canarias, un Boeing 747 de KLM se estrelló durante el despegue contra un 747 de Pan American que estaba circulando por la misma pista y murieron 583 personas.[36] El avión de KLM no había recibido la autorización para el despegue, pero el clima estaba empezando a empeorar y la tripulación ya llevaba demasiado retraso acumulado (el hecho en sí de estar en las islas Canarias ya suponía un desvío del vuelo programado; el mal tiempo había impedido al avión aterrizar en

su destino previsto). Por su parte, el vuelo de Pan American no debería haber estado en la pista, pero hubo un malentendido considerable entre los pilotos y los controladores aéreos. Además, la niebla era tan densa que nadie de la tripulación de los dos aviones podía ver al otro.

En el desastre de Tenerife, las presiones económicas y temporales se unieron a las condiciones culturales y atmosféricas. Los pilotos de Pan American dudaron de las órdenes que habían recibido de rodar hacia la pista, pero aun así continuaron adelante. El copiloto del vuelo de KLM expresó algunas objeciones menores al comandante y trató de explicarle que aún no habían recibido autorización para el despegue (pero el copiloto tenía mucha menos antigüedad que el comandante, que era uno de los pilotos más respetados de KLM). En definitiva, se produjo una gran tragedia por una mezcla compleja de presiones sociales y explicaciones lógicas ajenas a las observaciones discrepantes.

Seguramente hayamos experimentado presiones similares, por ejemplo cuando hemos postergado el repostaje o la recarga de nuestro coche hasta que ha sido demasiado tarde y nos hemos quedado sin combustible o batería, a veces en lugares de lo más inoportunos (me ha pasado). ¿Cuáles son las presiones sociales para copiar en un examen o para ayudar a otros a copiar? ¿Y para no chivarse de que otros han copiado? Nunca subestimemos el poder de las presiones sociales sobre el comportamiento, que llevan a personas por lo demás sensatas a hacer cosas a sabiendas de que están mal y de que son potencialmente peligrosas.

Cuando estaba formándome para hacer submarinismo, a nuestro instructor le preocupaba tanto este aspecto que nos dijo que recompensaría a quien interrumpiese una inmersión de forma prematura en pos de la seguridad. La gente por lo general flota, así que necesita pesas para permanecer bajo la superficie. Cuando el agua está fría, el problema se intensifica porque los submarinistas deben llevar trajes de neopreno o trajes secos para conservar el calor, y esos trajes añaden flotabilidad. Ajustar la flotabilidad es una parte importante del submarinismo, así que además de las pesas, los submarinistas llevan también chalecos en los que constantemente se introduce o se saca aire, para que el cuerpo se acerque a la flotabilidad neutra (conforme un submarinista se sumerge, el aumento de la presión del agua comprime el aire que lleva en los trajes de protección y en los pulmones, por lo que el cuerpo le pesa más: los submarinistas tienen que añadir aire a los chalecos para compensar eso).

Cuando un submarinista experimenta alguna dificultad y necesita subir rápido a la superficie, o cuando está en la superficie, cerca de la orilla, pero las olas lo lanzan de un lado a otro, hay quien se ahoga por conservar la carga de las pesas. Dado que esas pesas son caras, los submarinistas no quieren soltarlas. Además, si un submarinista suelta las pesas y regresa a salvo a la orilla, nunca podrá demostrar que deshacerse de las pesas fuese necesario, así que se sentirá avergonzado, lo que genera una presión social autoinducida. Nuestro instructor era muy consciente de las reticencias de la gente a dar el paso crucial de soltar las pesas

sin estar del todo segura de que fuese necesario. Para contrarrestar dicha tendencia, nos comunicó que si alguien soltaba las pesas por motivos de seguridad, elogiaría públicamente a ese submarinista y le repondría las pesas sin coste alguno. Fue un intento muy persuasivo de superar las presiones sociales.

Las presiones sociales aparecen de forma permanente. Por lo general, es complicado documentarlas, porque la mayoría de la gente y de las organizaciones es reacia a admitir esos factores, así que aunque se descubran en el proceso de investigación de un accidente, los resultados suelen mantenerse ocultos al escrutinio público. Una gran excepción está en el estudio de los accidentes del transporte público, sector en el que las comisiones evaluadoras de todo el mundo tienden a llevar a cabo investigaciones abiertas. La National Transportation Safety Board (NTSB) de Estados Unidos es un ejemplo excelente de ello, y sus informes los utilizan habitualmente muchos investigadores de accidentes y estudiosos del error humano (yo incluido).

Tenemos un buen ejemplo más de presión social en otro incidente con un avión. En 1982, un vuelo de Air Florida que salía del National Airport de Washington D. C., se estrelló durante el despegue contra el puente de Fourteenth Street, sobre el río Potomac, y murieron setenta y ocho personas, incluidas cuatro que estaban en el puente. El avión no debió haber despegado porque tenía hielo en las alas, pero ya llevaba más de una hora y media de retraso; ese factor y algunos otros, según el informe de la NTSB, «pudieron predisponer a la tripulación a precipitarse».[37] El accidente se produjo pese al intento del copiloto de advertir al comandante, que pilotaba el avión (el comandante y el copiloto normalmente alternan los papeles de pilotaje durante distintos tramos de un viaje). En el informe de la NTSB se cita la grabación de la cabina de la caja negra y se documenta que «aunque el copiloto expresó su preocupación de que "algo no va bien" al comandante en cuatro ocasiones durante el despegue, el comandante no hizo nada para abortar el despegue». La NTSB resumía las causas de este modo:

> *La National Transportation Safety Board determina que la causa probable de este accidente fue el fallo de la tripulación del vuelo a la hora de utilizar el sistema antihielo del motor durante las operaciones en tierra y el despegue, su decisión de despegar con nieve/hielo en las superficies de los alerones de la aeronave y la determinación del comandante de no abortar el despegue durante la fase inicial, cuando le llamaron la atención unas lecturas anómalas de los instrumentos del motor.* (NTSB, 1982).

De nuevo, vemos presiones sociales emparejadas con restricciones económicas y temporales.

Si bien pueden vencerse, las presiones sociales son poderosas y convincentes. Conducimos cuando estamos somnolientos o después de beber alcohol, a sabiendas de los peligros, pero nos convencemos para creer que estamos a salvo. ¿Cómo podemos superar ese tipo de problemas sociales? Un buen diseño por sí solo no basta. Necesitamos una formación distinta; necesitamos recompensar la seguridad y ponerla por encima de las presiones económicas. A eso ayuda que los aparatos puedan hacer visibles y explícitos los peligros potenciales, aunque no siempre es posible hacerlo. Abordar adecuadamente las presiones sociales,

económicas y culturales y mejorar las políticas de empresa son las partes más duras cuando se trata de garantizar un funcionamiento y un comportamiento seguros.

Listas de comprobación

Las listas son herramientas potentes que han demostrado incrementar la precisión del comportamiento y reducir los errores, sobre todo deslices y lapsus de memoria. Tienen una importancia especial en situaciones con múltiples requisitos complejos, e incluso más cuando hay interrupciones. Si hay varias personas implicadas en una tarea, resulta esencial que se expongan claramente las líneas de responsabilidad. Siempre es mejor que dos personas se ocupen a la vez de las listas de comprobación, en equipo: una leerá las instrucciones y la otra las ejecutará. Si por el contrario hay una sola persona ejecutando la lista de comprobación y luego otra que verifica los elementos *a posteriori*, los resultados no son tan sólidos. La persona que vaya siguiendo la lista de comprobación, confiando en que después se detectará cualquier error, quizá dé los pasos demasiado rápido. Sin embargo, el mismo sesgo afectará a quien luego compruebe la lista: esa persona, confiando en la capacidad de la anterior, a menudo hará un trabajo rápido y nada exhaustivo.

Una paradoja de los grupos es que, con bastante frecuencia, agregar a más personas para verificar una tarea reduce las probabilidades de que esta se haga bien. ¿Por qué? Bueno, si somos responsables de comprobar las lecturas correctas en una fila de cincuenta medidores y pantallas, pero sabemos que dos personas las han comprobado ya antes y que una o dos personas más van a revisar nuestro trabajo después, es probable que nos relajemos pensando que no hace falta extremar las precauciones. Al fin y al cabo, con tanta gente mirando, es imposible no detectar un problema existente. Pero si todo el mundo piensa igual, añadir más comprobaciones en realidad aumenta la posibilidad de error. Una lista de comprobación que se siga de forma colaborativa es una manera eficaz de contrarrestar esas tendencias humanas naturales.

En la aviación comercial, las listas de comprobación que se siguen de modo colaborativo tienen una amplia aceptación como herramientas esenciales para la seguridad. De la lista se ocupan dos personas, normalmente los dos pilotos del avión (el comandante y el copiloto). En aviación, las listas de comprobación han demostrado su valía y actualmente se exigen en todos los vuelos comerciales estadounidenses. Sin embargo, pese a las sólidas evidencias que confirman su utilidad, muchas industrias siguen resistiéndose con firmeza a usarlas. Esas listas hacen que la gente sienta que se está cuestionando su competencia. Además, cuando hay dos personas implicadas, la que tiene menos experiencia (en aviación, el copiloto) ha de supervisar las acciones de la persona más experimentada, y en muchas culturas eso supone una infracción grave de las líneas de autoridad.

Los médicos generales y otros profesionales de la medicina se han resistido mucho a utilizar listas de comprobación.[38] Las ven como un insulto a su competencia profesional. «A lo mejor otra gente necesita esas listas, pero yo no», se quejan. Muy mal. Errar es humano: todos somos susceptibles de cometer deslices y equivocaciones cuando estamos estresados, o bajo presiones temporales o sociales, o sometidos a múltiples interrupciones, todas ellas esenciales por derecho propio. Ser humano no es ninguna amenaza para la aptitud profesional. Las críticas legítimas vertidas contra listas de comprobación concretas se utilizan para denunciar el concepto mismo. Por suerte, poco a poco las listas de comprobación están ganando aceptación en entornos médicos. Cuando el personal con experiencia insiste en el uso de estas listas, en realidad eso refuerza su autoridad y su estatus profesional. Pasaron décadas hasta que las listas de comprobación se aceptaron en la aviación comercial; esperemos que la medicina y otras profesiones cambien con mayor rapidez.

Diseñar una lista de comprobación eficaz es complicado. El diseño tiene que ser repetitivo, pulirse constantemente; lo ideal es utilizar los principios del diseño centrado en las personas recogidos en el capítulo 6, y ajustar de manera permanente la lista hasta que cubra los elementos esenciales, sin que resulte pesada de poner en práctica. Muchas personas que se oponen a las listas de comprobación en realidad se están oponiendo a listas muy mal diseñadas: lo mejor para diseñar una lista de comprobación para una tarea compleja es que colaboren diseñadores profesionales y expertos en la materia.

Las listas de comprobación impresas presentan un gran fallo: exigen que los pasos sigan un orden secuencial, incluso allí donde no es necesario o ni siquiera posible hacerlo. En el caso de tareas complejas, el orden en el que se lleven a cabo muchas de las acciones quizá no importe, siempre que se completen del todo. A veces hay elementos en la lista que no pueden hacerse en el momento en el que llega su turno. Por ejemplo, en aviación, uno de los pasos consiste en comprobar la cantidad de combustible del avión. Pero ¿y si aún no se ha completado la tarea del repostaje cuando llega el momento de repasar ese elemento de la lista? Los pilotos se lo saltarán, con intención de volver a él después de que el avión haya repostado. Hay ahí una oportunidad clara para un error por lapsus de memoria.

En general, es un mal diseño imponer una estructura secuencial a la ejecución de tareas, a no ser que la actividad en sí lo requiera. Se trata de uno de los grandes beneficios de las listas de comprobación electrónicas: se puede seguir el rastro de los elementos que se hayan pasado por alto y así garantizar que la lista no se marque como completada hasta que no se hayan revisado todos los elementos.

Informar de errores

Cuando los errores pueden detectarse, a menudo se evitarán muchos de los problemas a los que habrían conducido. Sin embargo, no todos los errores son fáciles de detectar. Además, las presiones sociales dificultan con frecuencia que la gente admita sus propios errores (o que informe sobre errores ajenos). Si una persona informa sobre sus propios errores, quizá reciba una multa o un castigo, y además a lo mejor sus amigos se ríen de ella. Si una persona informa de que alguien ha cometido un error, eso puede conducir a diversas repercusiones personales. Por último, la mayoría de las instituciones prefiere no revelar errores cometidos por su personal. Hospitales, tribunales, cuerpos policiales, empresas de servicios públicos: todos son reacios a admitir ante la opinión pública que sus trabajadores son capaces de errar. Todas estas son actitudes desafortunadas.

La única manera de reducir la incidencia de los errores es admitir su existencia, recopilar información sobre ellos y, de ese modo, ser capaces de introducir los cambios adecuados para disminuir su incidencia. En ausencia de datos, resulta difícil o imposible hacer mejoras. Más que estigmatizar a quienes admiten un error, deberíamos dar las gracias a quienes lo hacen y animar a que se informe al respecto. Necesitamos facilitar la comunicación de los errores, pues el objetivo no es castigar, sino determinar cómo han ocurrido y cambiar las cosas para que no se repitan.

Caso práctico: *jidoka*, o cómo Toyota gestiona los errores

La empresa de automóviles Toyota ha desarrollado un proceso increíblemente eficaz de reducción de los errores durante la fabricación conocido en todas partes como el Sistema de Producción Toyota. Entre sus muchos principios clave está una filosofía llamada *jidoka*, que Toyota afirma que «se traduce aproximadamente como "automatización con un toque humano"». Si un trabajador se percata de que algo está mal, se supone que debe informar de ello, a veces incluso deteniendo toda la línea de montaje si alguna pieza defectuosa está a punto de pasar a la siguiente fase (un cordón especial, llamado *andon*, detiene la línea de montaje y alerta al personal experto). Los expertos se reúnen en la zona del problema para determinar las causas. «¿Por qué ha ocurrido?», «¿Por qué ha sido eso?», «¿Por qué esa es la razón?». La filosofía es preguntar «¿por qué?» todas las veces que sea necesario para llegar a la causa raíz del problema y luego arreglarla de forma que no vuelva a ocurrir.

Como cualquiera imaginará, el proceso puede resultar bastante incómodo para la persona que ha encontrado el error; sin embargo, se espera de ella que lo haga. Cuando se descubre que alguien no ha comunicado un error, esa persona recibe un castigo, y todo ello para intentar que los trabajadores sean sinceros.

***Poka-yoke*: corrección de errores**

El *poka-yoke* es otro método japonés, en este caso inventado por Shigeo Shingo, uno de los ingenieros japoneses que desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo del Sistema de Producción Toyota.[39] El *poka-yoke* se traduce como «comprobación de errores» o «evitación de errores». Una de las técnicas del *poka-yoke* consiste en añadir elementos fijos, gálibos o dispositivos sencillos que limiten las operaciones para que estas sean correctas. Yo lo pongo en práctica en mi propia casa. Un ejemplo trivial es un dispositivo que me ayuda a recordar hacia qué lado girar la llave en las muchas puertas del complejo de apartamentos en el que vivo. Me paseé por ahí con un puñado de circulitos adhesivos verdes y los fui colocando en las puertas, junto a la cerradura; el circulito verde indicaba la dirección hacia la que había que girar la llave, es decir, añadí significantes a las puertas. ¿Era un error importante? No, pero eliminarlo ha demostrado ser práctico (los vecinos han comentado su utilidad y se preguntan quién los ha puesto).

En las plantas de fabricación, el *poka-yoke* puede ser un trozo de madera que ayude a alinear correctamente una pieza, o quizá láminas diseñadas con agujeros asimétricos para los tornillos, de manera que solo puedan encajar en una posición. Tapar los interruptores de emergencia o destinados a situaciones críticas para evitar que se activen accidentalmente es otra técnica *poka-yoke*; obviamente, es una función de forzamiento. Todas las técnicas *poka-yoke* implican una combinación de los principios comentados en este libro: prestaciones, significantes, mapeos y limitaciones, y quizá lo más importante, funciones de forzamiento.

Sistema de comunicación de seguridad aérea de la NASA

La aviación comercial estadounidense cuenta desde hace mucho con un sistema de lo más eficaz para animar a los pilotos a enviar informes de errores. Este programa ha generado numerosas mejoras en materia de seguridad aérea. No fue fácil implantarlo: los pilotos tenían graves presiones sociales autoinducidas en contra de la admisión de errores. Además, ¿a quién se los iban a comunicar? Desde luego, a sus jefes no. Ni siquiera a la Federal Aviation Authority (FAA), pues en ese caso seguramente habrían recibido algún castigo. La solución fue permitir que la National Aeronautics and Space Administration (NASA) estableciese un sistema de comunicación voluntaria de accidentes con el que los pilotos podían enviar informes semianónimos sobre errores que habían cometido u observado en otros. Semianónimos porque los pilotos ponían su nombre e información de contacto en los informes, para que la NASA pudiera llamarlos y solicitarles más información.[40] Una vez que el personal de la NASA había adquirido la información necesaria, se retiraba la información de contacto del informe y este se enviaba de vuelta al piloto. Eso significaba que la NASA ya no sabía quién había comunicado el error, lo que hacía imposible que las aerolíneas o la FAA (que aplicaba sanciones por errores) descubriesen quién había enviado el informe. Si la FAA detectaba el error

de manera independiente y trataba de aplicar una sanción civil o una suspensión del certificado, el comprobante de haber enviado un autoinforme eximía automáticamente al piloto del castigo (en las infracciones menores).

Cuando se había recopilado una cantidad suficiente de errores similares, la NASA los analizaba y emitía informes y recomendaciones a las aerolíneas y a la FAA. Esos informes ayudaban asimismo a los pilotos a percatarse de que sus informes de errores eran herramientas valiosas para aumentar la seguridad. Al igual que ocurre con las listas de comprobación, necesitamos sistemas similares en el ámbito de la medicina, aunque aún no sean una herramienta fácil de implantar. La NASA es un organismo independiente, ocupado de mejorar la seguridad aérea, pero no tiene autoridad supervisora, lo que le permitió ganarse la confianza de los pilotos. No existe una institución comparable en la medicina: los médicos tienen miedo de que los informes de errores propios puedan llevarles a perder la licencia o a recibir demandas. No obstante, no podemos eliminar los errores si no sabemos cuáles son. Aunque el campo de la medicina está empezando a hacer avances, se trata de un problema técnico, político, jurídico y social complicado.

Detectar errores

Los errores no tienen por qué producir daños si se descubren con rapidez. Las distintas categorías de errores presentan diferentes facilidades de detección. Por lo general, los deslices de acción son relativamente fáciles de descubrir; en el caso de las equivocaciones resulta mucho más complicado. Esa detección más o menos fácil de los deslices de acción es posible porque por lo general es fácil ver una discrepancia entre el acto pretendido y el que se ha llevado a cabo. Sin embargo, dicha detección solo puede darse si existe retroalimentación. Si el resultado de la acción no es visible, ¿cómo va a detectarse el error?

Los deslices por lapsus de memoria son complicados de detectar precisamente porque no hay nada visible. Con un desliz de memoria, la acción requerida no se lleva a cabo. Cuando no se hace ninguna acción, no hay nada que detectar. Solo cuando la falta de acción permite que ocurra un acontecimiento no deseado hay esperanza de detectar un desliz por lapsus de memoria.

Las equivocaciones son complicadas de detectar porque raras veces hay algo que pueda indicar un objetivo inadecuado. Y una vez que el objetivo o el plan erróneo están decididos, las acciones resultantes serán coherentes con ese objetivo erróneo, por lo que una supervisión exhaustiva de las acciones no solo no detectará el objetivo erróneo, sino que, dado que las acciones se llevarán a cabo correctamente, podrá reforzar aún más la decisión, aunque no haya sido la adecuada.

Los diagnósticos fallidos de una situación pueden ser sorprendentemente difíciles de detectar. Cualquiera esperaría que si el diagnóstico ha sido erróneo, las acciones se revelaran como ineficaces y el error se descubriese rápidamente. Sin embargo, los malos diagnósticos no son aleatorios. Normalmente, se basan en un conocimiento y en una lógica considerables. El diag-

nóstico fallido suele ser razonable y adecuado para eliminar los síntomas observados. Como resultado, las acciones iniciales tienden a parecer correctas y útiles. Esto hace que el problema de detección sea aún más complicado. El error real quizá no se descubra hasta horas o días después.

Las equivocaciones por lapsus de memoria son especialmente difíciles de detectar. Al igual que ocurre con un desliz por lapsus de memoria, la ausencia de algo que debería haberse hecho siempre es más complicada de detectar que la presencia de algo que no debería haberse hecho. La diferencia entre los deslices y las equivocaciones por lapsus de memoria es que en el primer caso solo se pasa por alto un único componente del plan, mientras que en el segundo se olvida el plan por entero. ¿Qué es más fácil de descubrir? En este punto, debo retomar la respuesta estándar que a la ciencia le encanta dar a preguntas de este tipo: «Depende».

Explicaciones que descartan equivocaciones

Se puede tardar mucho tiempo en descubrir una equivocación. Escuchamos un ruido que parece un disparo y pensamos: «Será el tubo de escape de un coche». Escuchamos a alguien gritar fuera y pensamos: «¿Por qué mis vecinos no pueden ser más silenciosos?». ¿Hacemos bien en descartar estos incidentes? La mayoría de las veces sí, pero cuando no, nuestras explicaciones pueden ser difíciles de justificar.

Explicar un error para descartarlo es un problema común en los accidentes comerciales. Los accidentes van en su mayoría precedidos por señales de alerta: mal funcionamiento del equipo o hechos inusuales. A menudo hay una serie de averías y de errores en apariencia inconexos que culminan en un gran desastre. ¿Por qué nadie se dio cuenta? Porque ninguno de esos incidentes por sí solo parecía grave. Muchas de las veces la gente implicada sí detectó todos los problemas, pero los descartó, dado que encontró una explicación lógica para esa observación por lo demás anormal.

El caso del giro erróneo en un desvío

Al igual que le habrá pasado a la mayoría de los conductores, yo también he malinterpretado señales viales. En una ocasión, iba con mi familia de San Diego a Mammoth Lakes, en California, una zona de esquí situada unos seiscientos cincuenta kilómetros al norte. Conforme avanzábamos, cada vez veíamos más letreros que anunciaban hoteles y casinos de Las Vegas, en Nevada. «Qué raro, Las Vegas siempre se ha publicitado muy lejos de donde está (hay incluso una valla publicitaria en San Diego), pero anunciarse en la carretera de Mammoth parece excesivo», nos dijimos. Hicimos una parada para echar gasolina y seguimos nuestro camino. Más adelante, al intentar buscar un sitio para comer, descubrimos que nos habíamos pasado un desvío hacía

casi dos horas, antes incluso de parar a repostar, y que de hecho estábamos en la carretera de Las Vegas, no en la de Mammoth. Tuvimos que retroceder todo ese tramo de dos horas y perdimos en total cuatro horas de camino. Ahora tiene gracia, pero en su momento no la tuvo.

Cuando la gente encuentra una explicación para una aparente anomalía, tiende a creer que puede descartar dicha anomalía. Sin embargo, las explicaciones se basan en analogías con experiencias pasadas, experiencias que quizá no puedan aplicarse a la situación presente. En la anécdota de la carretera, la presencia de letreros de Las Vegas era un signo al que deberíamos haber hecho caso, pero parecía fácil de explicar. La experiencia que tuvimos es muy típica: algunos de los grandes incidentes industriales se han derivado de explicaciones fallidas para acontecimientos anómalos. De todos modos, cabe destacar que, por lo general, esas anomalías aparentes hay que obviarlas. La mayoría de las veces, la explicación para su presencia es correcta. Distinguir una auténtica anomalía de una anomalía aparente es complicado.

A posteriori, los hechos parecen lógicos

El contraste entre nuestra comprensión antes y después de un hecho puede ser espectacular. El psicólogo Baruch Fischhoff ha estudiado explicaciones dadas *a posteriori*, cuando los acontecimientos parecen totalmente obvios y predecibles después de que haya ocurrido algo, pese a ser totalmente impredecibles de antemano.[41]

Fischhoff le planteó a un grupo una serie de situaciones y le pidió que predijese lo que iba a ocurrir: solo se detectaron aciertos en el nivel de la probabilidad. Sin saber el resultado real, pocos participantes supieron predecir cuál había sido. A continuación, Fischhoff le expuso a otro grupo las mismas situaciones junto a sus auténticos resultados, y les pidió a los participantes que dijeran cómo de probable les parecían los diferentes resultados: sabiendo de antemano cuáles eran los verdaderos resultados, todos parecían plausibles y probables, y los demás se consideraban improbables.

El conocimiento *a posteriori* hace que los acontecimientos parezcan obvios y predecibles. Tener ese conocimiento *a priori* es complicado. Durante un incidente, nunca hay pistas claras. Ocurren muchas cosas a la vez: la carga de trabajo es alta, igual que los niveles de emociones y de estrés. Muchas de las cosas que ocurran resultarán irrelevantes, y cosas que parecen irrelevantes resultarán ser cruciales. Los investigadores de accidentes, al trabajar *a posteriori*, sabiendo todo lo que ha ocurrido de verdad, se centran en la información relevante y obvian la irrelevante. Sin embargo, en el momento en el que ocurrieron los acontecimientos, los operarios no tenían información que les permitiese distinguir una de la otra.

Por este motivo, los mejores análisis de accidentes pueden tardar mucho tiempo en completarse. Los investigadores han de imaginarse a sí mismos en la piel de la gente implicada y tener en cuenta toda la información, toda la formación y lo que el

historial de hechos pasados similares pueda haberles enseñado a esos operarios. Así, la próxima vez que ocurra un accidente de envergadura, deberíamos obviar los informes iniciales de periodistas, políticos y ejecutivos, que carecen de información sustancial pero se sienten obligados a hacer declaraciones. Esperemos a los informes oficiales redactados por fuentes fiables. Por desgracia, estos pueden llegar meses o años después del accidente, y la opinión pública por lo general quiere respuestas inmediatas, aunque esas respuestas estén equivocadas. Además, cuando por fin sale la historia completa, la prensa ya no la considera noticia, así que no informa de ello. Hay que buscar a conciencia el informe oficial. En Estados Unidos, la National Transportation Safety Board (NTSB) es fiable. La NTSB lleva a cabo investigaciones minuciosas de todos los incidentes importantes en el ámbito del transporte, como los de aeronaves, automóviles y camiones, trenes, barcos y tuberías (¿tuberías? Pues claro: las tuberías transportan carbón, gas y petróleo).

Diseñar para el error[42]

Es relativamente fácil diseñar para una situación en la que todo vaya bien, en la que la gente utilice el dispositivo tal y como está pensado y sin que ocurran acontecimientos imprevistos. La parte delicada está en diseñar para cuando las cosas salen mal.

Pensemos en una conversación entre dos personas. ¿Se cometen errores? Sí, pero no se tratan como tales. Si una persona dice algo que no se entiende, le pedimos una aclaración. Si una persona dice algo que creemos que es falso, cuestionamos y debatimos esa afirmación. No emitimos ninguna señal de alarma. No pitamos. No mandamos mensajes de error. Pedimos más información y nos implicamos en un diálogo para llegar a un entendimiento. En las conversaciones normales entre dos amigos, las afirmaciones erróneas se toman como normales, como aproximaciones a lo que se ha querido decir de verdad. Los errores gramaticales, las autocorrecciones y las frases que vuelven a empezarse se obvian. De hecho, por lo general ni siquiera se detectan, porque estamos concentrados en el significado pretendido, no en rasgos superficiales.

Las máquinas no son lo bastante inteligentes para determinar el significado de nuestras acciones, pero aun así son mucho menos inteligentes de lo que podrían serlo. Si hacemos algo inadecuado con nuestros productos, mientras que la acción encaje en el formato adecuado de un comando, el producto la hará, aunque sea extremadamente peligrosa. Eso ha conducido a accidentes trágicos, sobre todo en el ámbito de la atención sanitaria; por ejemplo, un diseño inadecuado de bombas de infusión y de máquinas de rayos X permitió la administración de unas sobredosis exageradas de medicación y de radiación a diversos pacientes a los que provocó la muerte. En instituciones financieras, simples errores de teclado han dado lugar a transacciones económicas enormes, muy por encima de los límites normales. Incluso unas comprobaciones sencillas que evaluasen lo razo-

nable de esas acciones habrían evitado dichos errores (de esto se habla al final del capítulo, bajo el título «Comprobaciones de sensatez»).

Muchos sistemas agravan el problema facilitando el error al tiempo que hacen que su detección o corrección sea complicada o imposible. No debería ser posible que un simple error provocase un daño ampliamente extendido. He aquí lo que habría que hacer:

- → Entender las causas del error y hacer diseños que las minimicen.
- → Hacer comprobaciones de sensatez. ¿La acción pasa la prueba del «sentido común»?
- → Posibilitar que se reviertan —se «deshagan»— las acciones o dificultar la realización de lo que no pueda revertirse.
- → Facilitar que la gente descubra los errores y que sea sencillo corregirlos.
- → No tratar la acción como un error, sino intentar ayudar a la persona para que complete la acción como es debido. Pensar en la acción como en una aproximación a lo deseado.

Tal y como se demuestra en este capítulo, sabemos mucho sobre errores. Por ejemplo, que es más probable que un novato cometa equivocaciones en vez de deslices, y que los expertos es más probable que cometan deslices. Las equivocaciones suelen surgir por una información ambigua o poco clara sobre el estado de un sistema, por la falta de un buen modelo conceptual y por procedimientos inadecuados. Recordemos que la mayoría de las equivocaciones se debe a una elección errónea del objetivo o del plan, o a una evaluación y a una interpretación erróneas. Todo eso deriva de la pobreza de la información facilitada por el sistema sobre la elección de objetivos y sobre los medios para alcanzarlos (planes), y de una retroalimentación de mala calidad sobre lo que ha pasado de verdad.

Una gran fuente de errores, en especial de errores por lapsus de memoria, son las interrupciones. Cuando una actividad se ve interrumpida por otro acontecimiento, el coste de esa interrupción es mucho mayor que la pérdida de tiempo necesaria para abordarla: implica también el coste de reanudar la actividad interrumpida. Para reanudarla, hará falta recordar exactamente el estado previo de la actividad: cuál era el objetivo, dónde estábamos en el ciclo de acción y el estado relevante del sistema. Muchos sistemas complican la reanudación de una actividad tras una interrupción. La mayoría descarta información crucial que el usuario necesita para recordar las numerosas decisiones menores que ya se habían tomado, las cosas que ya estaban en la memoria a corto plazo de la persona y por supuesto el estado del sistema. ¿Qué me quedaba por hacer? ¿Había terminado ya? No es de extrañar que muchos deslices y equivocaciones sean el resultado de interrupciones.

La multitarea (la realización deliberada de varias tareas de forma simultánea) se considera erróneamente una manera eficaz de conseguir acabar muchas cosas.[43] A los adolescentes y a los trabajadores muy ocupados les encanta, pero en realidad todas

las evidencias apuntan a un grave deterioro del rendimiento, a un aumento de los errores y a una falta generalizada de calidad y de eficacia. Hacer dos tareas a la vez conlleva mucho más tiempo que la mera suma de lo que se tardaría en hacer ambas tareas por separado. Incluso una tarea tan simple y común como hablar por el móvil con el manos libres mientras conducimos conlleva un grave menoscabo de las capacidades para conducir. Según un estudio, el uso del móvil mientras caminamos implica unos déficits serios: «Los usuarios de teléfonos móviles caminaban más lento, cambiaban de dirección con mayor frecuencia y mostraban menos probabilidades de reconocer a otras personas que los individuos que caminaban en otro estado. En el segundo estudio, descubrimos que los usuarios de teléfonos móviles mostraban menos probabilidades de percibir una actividad inusual en su ruta a pie (un payaso en un monociclo)» (Hyman, Boss, Wise, McKenzie y Caggiano, 2010).[44]

Un gran porcentaje de errores médicos se debe a interrupciones. En aviación, ámbito en el que también se ha determinado que las interrupciones son un problema importante durante fases cruciales del vuelo (aterrizaje y despegue), la Federal Aviation Authority (FAA) de Estados Unidos exige lo que se denomina una Sterile Cockpit Configuration, o configuración estéril de cabina, por la que los pilotos no tienen permitido debatir sobre ningún tema que no esté directamente relacionado con el control del avión durante esos periodos críticos. Además, los asistentes de vuelo no tienen permitido hablar con los pilotos durante esas fases (algo que a veces ha provocado el error contrario: no informar a los pilotos sobre situaciones de emergencia).

Fijar unos periodos estériles similares supondría un beneficio enorme para muchas profesiones, incluidas la medicina y otras actividades cruciales para la seguridad. Mi mujer y yo seguimos esa convención mientras vamos en el coche: cuando el conductor entra o sale de una autovía de alta velocidad, la conversación cesa hasta que se ha completado la transición. Las interrupciones y las distracciones conducen a errores, ya sean equivocaciones o deslices.

Las señales de alerta no suelen ser la respuesta. Pensemos en la sala de control de una central nuclear, en la cabina de un avión comercial o en la sala de operaciones de un hospital. Todos esos sitios tienen una gran cantidad de instrumentos distintos, medidores y mandos, cada uno de ellos con señales que tienden a sonar parecidas porque usan generadores de tonos sencillos para emitir sus advertencias. No existe ninguna coordinación entre los instrumentos, lo que significa que en caso de grandes emergencias, todos suenan a la vez. La mayoría puede obviarse, porque está advirtiendo al operario de algo que ya sabe. Todos los instrumentos compiten entre sí para que se los oiga, interfiriendo en los esfuerzos por abordar el problema.

En numerosas situaciones saltan alarmas innecesarias y molestas. ¿Cómo les hace frente la gente? Desconectando las señales de alarma, tapando las luces de advertencia (o quitando las bombillas), silenciando timbres y, básicamente, deshaciéndose de todas las advertencias de seguridad. El problema surge tras haber desactivado esas alarmas, bien cuando la gente se olvida de volver a restaurar los sistemas de advertencia (ahí están otra vez esos deslices por lapsus de memoria) o cuando ocurre

un incidente distinto mientras las alarmas están desconectadas. En ese momento, nadie se da cuenta. Las advertencias y los métodos de seguridad deben usarse con cuidado y con inteligencia, teniendo en cuenta la búsqueda de términos medios para la gente afectada.

El diseño de señales de advertencia es sorprendentemente complejo. Tienen que ser lo bastante fuertes en sonido o intensas en color para que se perciban, pero no tanto como para que se conviertan en distracciones molestas. La señal ha de atraer la atención (actuar como significante de información crucial), pero también ofrecer información sobre la naturaleza del acontecimiento que se está indicando. Los diversos instrumentos deben dar una respuesta coordinada, lo que implica la existencia de estándares internacionales y de colaboración entre los muchos equipos de diseño de diferentes empresas, a menudo rivales. Aunque se han llevado a cabo muchas investigaciones en este asunto, incluido el desarrollo de estándares nacionales para los sistemas de gestión de alarmas, el problema sigue vigente en muchas situaciones.

Un número cada vez mayor de nuestras máquinas aporta información hablada. Sin embargo, como todos los enfoques, este tiene sus puntos fuertes y sus puntos débiles. Permite que se transmita información precisa, sobre todo cuando la atención visual de la persona está dirigida a otra parte. Sin embargo, cuando varias advertencias habladas operan al mismo tiempo, o cuando el entorno es ruidoso, dichas advertencias pueden no entenderse. Además, si los usuarios u operarios necesitan mantener conversaciones entre ellos, las advertencias habladas supondrán una interferencia. Las señales de advertencia de voz pueden ser eficaces, pero solo si se usan con inteligencia.

Lecciones de diseño derivadas del estudio de errores

Del estudio de los errores pueden extraerse varias lecciones de diseño, para evitar esos errores antes de que ocurran y también para detectarlos y corregirlos cuando ocurran. En general, las soluciones se derivan directamente de los análisis precedentes.

Añadir limitaciones para bloquear errores

La prevención suele implicar la incorporación de limitaciones concretas a las acciones. En el mundo físico, esto puede hacerse mediante un uso inteligente de la forma y del tamaño. Por ejemplo, en los automóviles, se requieren varios fluidos para que el funcionamiento y el mantenimiento sean seguros: aceite de motor, aceite de transmisión, líquido de frenos, solución acuosa para el parabrisas, refrigerante para el radiador, agua para la batería y gasolina. Poner un fluido en el recipiente erróneo podría provocar un daño grave o incluso un accidente. Los fabricantes de automóviles tratan de minimizar esos errores separando los puntos de llenado, lo que reduce los errores por similitud de descripción. Cuando los puntos de llenado para los fluidos que

deben añadirse solo ocasionalmente o a manos de mecánicos cualificados se ubican a cierta distancia de aquellos destinados a fluidos usados con mayor frecuencia, es improbable que el conductor medio utilice los puntos de llenado incorrectos. Los errores al incorporar fluidos en el recipiente equivocado pueden minimizarse haciendo que las aberturas tengan diferentes tamaños y formas; eso ofrece limitaciones físicas frente a un llenado inadecuado. Los distintos fluidos suelen tener colores diferentes, por lo que son distinguibles. Todas estas son maneras excelentes de minimizar los errores. En hospitales y en industrias se da un uso extendido de técnicas similares. Todas ellas son aplicaciones inteligentes de limitaciones, funciones de forzamiento y *poka-yoke*.

Los sistemas electrónicos muestran una amplia variedad de métodos que podrían utilizarse para reducir errores. Uno es la separación de los controles, de manera que mandos fácilmente confundibles se ubiquen lejos entre sí. Otro es el uso de módulos independientes, de forma que los controles que no sean relevantes para la actividad en curso no estarán visibles en la pantalla y para llegar a ellos se requiera un esfuerzo adicional.

Deshacer

Quizá la herramienta más potente para minimizar el impacto de los errores sea el comando «Deshacer» de los sistemas electrónicos modernos, que revierte las acciones llevadas a cabo por el comando anterior, siempre que sea posible. Los mejores sistemas tienen múltiples niveles de deshacer, de modo que es posible deshacer una secuencia completa de acciones.

Obviamente, deshacer algo no siempre es posible. A veces, solo resulta eficaz si se lleva a cabo inmediatamente después de la acción. Aun así, es una herramienta potente para minimizar el impacto de los errores. Me sigue asombrando que muchos sistemas electrónicos y de base informática no ofrezcan una manera de deshacer ni siquiera cuando resulta claramente posible y deseable.

Mensajes de confirmación y de error

Muchos sistemas intentan evitar errores exigiendo la confirmación antes de ejecutar un comando, sobre todo cuando la acción implica destruir algo de importancia. Sin embargo, esas peticiones suelen ser inoportunas, ya que después de solicitar una acción, la gente por lo general está segura de querer hacerla. De ahí la broma habitual ante esas advertencias:

Persona: Eliminar «mi archivo más importante».
Sistema: ¿Desea eliminar «mi archivo más importante»?

Persona: Sí.
Sistema: ¿Seguro que desea eliminarlo?
Persona: ¡Sí!
Sistema: «Mi archivo más importante» se ha eliminado.
Persona: Ay, joder.

La petición de confirmación parece algo irritante, más que una comprobación de seguridad esencial, porque la persona tiende a centrarse en la acción más que en el objeto sobre el que se está actuando. Sería mejor recurrir a una comprobación mediante el uso de una imagen clara tanto de la acción que pretende hacerse como del objeto, quizá con las opciones de «Cancelar» o «Aceptar». Lo importante es resaltar las implicaciones de esa acción. Por supuesto, es por errores de este tipo por lo que es tan importante el comando «Deshacer». En el caso de las interfaces gráficas de usuario tradicionales que incluyen los ordenadores, «Deshacer» no es solo un comando estándar, sino que cuando los archivos se «eliminan» en realidad sencillamente se quitan de la vista y se almacenan en una carpeta llamada «Papelera», de forma que, siguiendo el ejemplo anterior, la persona podría abrir la Papelera y recuperar el archivo eliminado erróneamente.

Las confirmaciones tienen implicaciones distintas para los deslices y para las equivocaciones. Para escribir, utilizo dos pantallas muy grandes con un ordenador potente. A veces tengo entre siete y diez aplicaciones activas al mismo tiempo, y he llegado a tener hasta cuarenta ventanas abiertas. Supongamos que activo el comando que cierra una de las ventanas y eso desencadena un mensaje de confirmación: ¿quiero cerrar esa ventana? La manera en la que yo afronte eso dependerá de por qué haya solicitado el cierre de la ventana. Si ha sido un desliz, la confirmación requerida será útil. Si ha sido un error, tenderé a obviar el mensaje. Veamos estos dos ejemplos:

Un desliz me lleva a cerrar la ventana equivocada.

Supongamos que he intentado teclear la palabra «Waterloo», pero en vez de pulsar la tecla de mayúsculas + W para escribir el primer carácter, he pulsado Comando + W (o Control + W), el atajo de teclado en Windows para cerrar una ventana. Dado que esperaba que la pantalla mostrase una W mayúscula, cuando aparezca un cuadro de diálogo preguntándome si de verdad quiero cerrar la ventana me quedaré sorprendido, y eso de inmediato me alertará del desliz. Cancelaré la acción (una alternativa muy considerada que me ofrece el mismo cuadro de diálogo) y volveré a teclear Mayúsculas + W, esta vez con cuidado.

Una equivocación me lleva a cerrar la ventana equivocada.

> Supongamos ahora que de verdad pretendía cerrar una ventana. A menudo utilizo un archivo temporal en una ventana para tomar notas sobre el capítulo en el que estoy trabajando. Cuando acabo con ese archivo, lo cierro sin guardar el contenido, porque, después de todo, he acabado. Sin embargo, dado que normalmente tengo múltiples ventanas abiertas, es muy fácil cerrar la que no es. El ordenador da por hecho que todos los comandos se aplican a la ventana activa, es decir, la ventana en la que se han llevado a cabo las últimas acciones (y en la que está el cursor). Sin embargo, si he revisado la ventana del archivo temporal antes de cerrarla, mi atención visual estará centrada en ella, y cuando decido cerrarla me olvido de que esa no es la ventana activa desde el punto de vista del ordenador. Así que emito el comando de cerrar la ventana, el ordenador me ofrece un cuadro de diálogo pidiendo la confirmación y yo lo acepto, eligiendo la opción de no guardar mi trabajo. Dado que el cuadro de diálogo era la acción esperada, no me molesto en leerlo. Como resultado, cierro la ventana equivocada y, lo que es peor, no guardo nada de lo que he escrito, por lo que seguramente pierda una cantidad de trabajo considerable. Los mensajes de advertencia son sorprendentemente ineficaces contra las equivocaciones (incluso en el caso de peticiones amables como la que se muestra en el capítulo 4, figura 4.6, página 188).

¿Lo que hemos visto en este último ejemplo es una equivocación o un desliz? Ambas cosas. Emitir el comando «Cerrar» mientras estaba activa la ventana equivocada es un desliz por lapsus de memoria; pero decidir no leer el cuadro de diálogo y aceptarlo sin guardar el contenido es una equivocación (dos equivocaciones, de hecho).

¿Qué puede hacer un diseñador? Varias cosas:

- **Hacer que el elemento sobre el que se actúa resalte más que el resto.** Esto es, cambiar la apariencia del objeto sobre el que se actúa para que sea más visible: ampliarlo o quizá modificar el color.
- **Hacer la acción reversible.** Si la persona guarda el contenido, no se genera ningún daño, salvo la molestia de tener que volver a abrir el archivo. Si la persona selecciona «No guardar», el sistema podría guardar en secreto el contenido, y la siguiente vez que la persona abriese el archivo podría preguntarle si debe restaurarlo a su estado más reciente.

Comprobaciones de sensatez

Los sistemas electrónicos tienen otra ventaja sobre los mecánicos: pueden hacer comprobaciones para asegurarse de que la operación solicitada es sensata.

Resulta asombroso que en el mundo actual el personal médico pueda solicitar por accidente una dosis de radiación mil veces superior a la normal y que la maquinaria cumpla sumisamente esa orden. En algunos casos, ni siquiera existe la posibilidad de que el operario se percate del error.

> Supongamos ahora que de verdad pretendía cerrar una ventana. A menudo utilizo un archivo temporal en una ventana para tomar notas sobre el capítulo en el que estoy trabajando. Cuando acabo con ese archivo, lo cierro sin guardar el contenido, porque, después de todo, he acabado. Sin embargo, dado que normalmente tengo múltiples ventanas abiertas, es muy fácil cerrar la que no es. El ordenador da por hecho que todos los comandos se aplican a la ventana activa, es decir, la ventana en la que se han llevado a cabo las últimas acciones (y en la que está el cursor). Sin embargo, si he revisado la ventana del archivo temporal antes de cerrarla, mi atención visual estará centrada en ella, y cuando decido cerrarla me olvido de que esa no es la ventana activa desde el punto de vista del ordenador. Así que emito el comando de cerrar la ventana, el ordenador me ofrece un cuadro de diálogo pidiendo la confirmación y yo lo acepto, eligiendo la opción de no guardar mi trabajo. Dado que el cuadro de diálogo era la acción esperada, no me molesto en leerlo. Como resultado, cierro la ventana equivocada y, lo que es peor, no guardo nada de lo que he escrito, por lo que seguramente pierda una cantidad de trabajo considerable. Los mensajes de advertencia son sorprendentemente ineficaces contra las equivocaciones (incluso en el caso de peticiones amables como la que se muestra en el capítulo 4, figura 4.6, página 188).

¿Lo que hemos visto en este último ejemplo es una equivocación o un desliz? Ambas cosas. Emitir el comando «Cerrar» mientras estaba activa la ventana equivocada es un desliz por lapsus de memoria; pero decidir no leer el cuadro de diálogo y aceptarlo sin guardar el contenido es una equivocación (dos equivocaciones, de hecho).

¿Qué puede hacer un diseñador? Varias cosas:

- **Hacer que el elemento sobre el que se actúa resalte más que el resto.** Esto es, cambiar la apariencia del objeto sobre el que se actúa para que sea más visible: ampliarlo o quizá modificar el color.
- **Hacer la acción reversible.** Si la persona guarda el contenido, no se genera ningún daño, salvo la molestia de tener que volver a abrir el archivo. Si la persona selecciona «No guardar», el sistema podría guardar en secreto el contenido, y la siguiente vez que la persona abriese el archivo podría preguntarle si debe restaurarlo a su estado más reciente.

Comprobaciones de sensatez

Los sistemas electrónicos tienen otra ventaja sobre los mecánicos: pueden hacer comprobaciones para asegurarse de que la operación solicitada es sensata.

Resulta asombroso que en el mundo actual el personal médico pueda solicitar por accidente una dosis de radiación mil veces superior a la normal y que la maquinaria cumpla sumisamente esa orden. En algunos casos, ni siquiera existe la posibilidad de que el operario se percate del error.

De manera similar, los errores al especificar sumas dinerarias pueden provocar resultados desastrosos, incluso aunque un rápido vistazo a la cantidad podría indicar que hay un fallo terrible. Por ejemplo, unos mil wones coreanos equivalen a un dólar estadounidense. Supongamos que quiero transferir mil dólares a una cuenta bancaria coreana en wones (mil dólares son un millón de wones aproximadamente). Pero supongamos también que introduzco la cantidad coreana en el campo correspondiente a los dólares. Uuups: estaré tratando de transferir un millón de dólares. Los sistemas inteligentes tomarían nota del volumen normal de mis transacciones y preguntarían en caso de que la cantidad fuese considerablemente superior a las cuantías normales. En mi caso, pondrían en duda esa petición del millón de dólares. Sistemas menos inteligentes seguirían las instrucciones a ciegas, incluso aunque yo no tuviese un millón de dólares en mi cuenta (de hecho, seguramente me cobrarían alguna comisión por entrar en descubierto).

Minimizar deslices

Los deslices ocurren con más frecuencia cuando la mente consciente está distraída, ya sea por otros acontecimientos o sencillamente porque la acción que se está llevando a cabo se conoce tan bien que puede hacerse de manera automática, sin prestarle una atención consciente. Como resultado, la persona no atiende lo suficiente a la acción ni a sus consecuencias. Por tanto, podría parecer que una manera de minimizar los deslices es asegurarse de que la gente preste siempre una atención consciente y cercana a las acciones que se están desarrollando.

Mala idea. El comportamiento experto es subconsciente, lo que significa que es rápido, cómodo y normalmente preciso. Dado que es tan automático, podemos teclear a velocidades elevadas incluso cuando la mente consciente está ocupada componiendo las palabras. Por eso es por lo que podemos hablar y caminar mientras vamos sorteando el tráfico y los obstáculos. Si tuviésemos que prestar atención consciente a todas las mínimas acciones que hacemos, haríamos muchas menos cosas en nuestra vida. Las estructuras de procesamiento de información del cerebro regulan automáticamente cuánta atención consciente se presta a una tarea: las conversaciones se pausan de forma automática al cruzar la calle en mitad de un tráfico denso; aunque tampoco podemos contar siempre con ello: si estamos prestando demasiada atención a otra cosa, el hecho de que el tráfico empiece a ser peligroso quizá pase desapercibido.

Muchos deslices pueden minimizarse garantizando que las acciones y sus controles sean lo menos similares posible, o que al menos estén lo bastante apartados físicamente. Los errores de modo se eliminan mediante el sencillo recurso de suprimir la mayoría de los modos o, si eso no es posible, haciendo los modos muy visibles y distintos entre sí.

La mejor manera de reducir deslices es ofrecer una retroalimentación perceptible sobre la naturaleza de la acción que se está desarrollando, y luego una retroalimentación muy perceptible que describa el nuevo estado resultante, acompañada por un mecanismo que permita deshacer el error. Por ejemplo, el uso de códigos con lectura mecánica ha llevado a una reducción drástica del suministro de medicamentos equivocados a pacientes. Las recetas enviadas a las farmacias son códigos electrónicos estipulados, así que el farmacéutico puede escanear la receta y la medicación resultante para asegurarse de que coincidan. Por su parte, el personal de enfermería del hospital escaneará la etiqueta de la medicación y la etiqueta que lleva el paciente en la muñeca para asegurarse de que la medicación se le dé a la persona correcta. Además, el sistema informático puede comunicar la administración repetida del mismo fármaco. Esos escaneos aumentan la carga de trabajo, sí, pero solo ligeramente. Aunque sigue siendo posible que se den errores de otro tipo, estos pasos sencillos han demostrado valer la pena.

Hay prácticas comunes en ingeniería y en diseño que parecen intentar provocar deslices deliberadamente. Las hileras de controles o de medidores idénticos son una receta segura para generar errores por similitud de descripción. Los modos internos que no están marcados muy visiblemente son un claro desencadenante de errores de modo. Las situaciones con numerosas interrupciones, allí donde el diseño presupone una atención unívoca, facilitan claramente los lapsus de memoria, y casi ninguna maquinaria está actualmente diseñada para soportar las múltiples interrupciones que implican tantas situaciones. La falta de ayuda y de recordatorios visibles para llevar a cabo procedimientos poco frecuentes similares a otros mucho más frecuentes conduce a errores por captura, en los que se llevan a cabo las acciones más frecuentes en vez de las correctas para esa situación. Los procedimientos deberían diseñarse de forma que los pasos iniciales fueran lo más diferentes posible.

El mensaje crucial es que el buen diseño puede evitar deslices y equivocaciones. El diseño puede salvar vidas.

El modelo del queso suizo sobre cómo los errores conducen a accidentes

Por suerte, la mayoría de los errores no deriva en accidentes. Los accidentes a menudo tienen numerosas causas responsables y ninguna de ellas por sí sola es la causa raíz.

A James Reason le gusta explicar esto aludiendo a la metáfora de múltiples lonchas de queso suizo, ese queso famoso por estar plagado de boquetitos (figura 5.3).[45] Si cada una de las lonchas de queso representa una situación de la tarea que se está llevando a cabo, solo puede ocurrir un accidente cuando los agujeros de las cuatro lonchas de queso estén perfectamente alineados. En un sistema bien diseñado, podrán darse muchos fallos de maquinaria, muchos errores, pero no conducirán a ningún accidente a no ser que todos esos errores se alineen con precisión. Cualquier fuga (un paso abierto a través de uno de esos agujeros) quedará con toda probabilidad bloqueada en el siguiente nivel. Los sistemas bien diseñados resisten ante los fallos,

por eso el intento de hallar la causa única de un accidente suele estar condenado al fracaso. A los investigadores de accidentes, a la prensa, a los funcionarios del Gobierno y a los ciudadanos de a pie les gusta buscar explicaciones simples para la causa de un accidente. «¿Ves? Si el agujero de la loncha A hubiera estado un poco más arriba, no habría ocurrido ese accidente. Así que tira la loncha A y sustitúyela por otra». Por supuesto, lo mismo podría decirse de las lonchas B, C y D (y, en los accidentes reales, el número de lonchas de queso a veces se cuenta en decenas o en centenares). Es relativamente fácil encontrar alguna acción o decisión que, de haber sido distinta, habría evitado el accidente. No obstante, eso no significa que dicha acción o decisión fuera la causa del accidente. Solo es una de las muchas causas: todos los elementos tienen que alinearse.

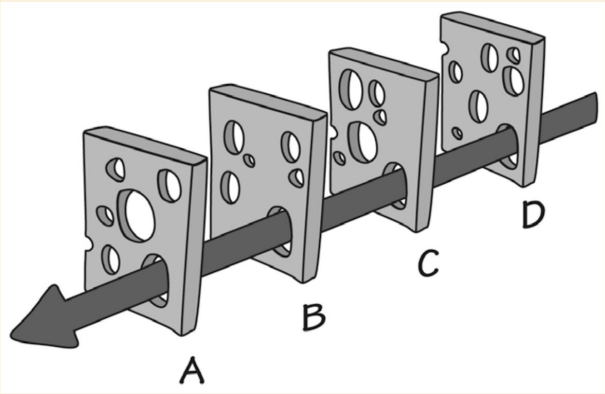


FIGURA 5.3. Modelo del queso suizo de Reason para los accidentes. Por lo general, los accidentes tienen múltiples causas, y si una sola de esas causas no hubiese ocurrido, el accidente nunca habría tenido lugar. El investigador británico en materia de accidentes James Reason describe esto mediante la metáfora de unas lonchas de queso suizo: a no ser que los agujeros estén todos alineados a la perfección, no habrá accidente. Esta metáfora nos da dos lecciones: en primer lugar, que no intentemos buscar

la causa única de un accidente; en segundo lugar, que podemos disminuir los accidentes y hacer los sistemas más resistentes diseñándolos para que ofrezcan precauciones adicionales contra los errores (más lonchas de queso), menos oportunidades para los deslices, equivocaciones o fallos de equipos (menos agujeros) y mecanismos muy distintos en las diferentes subpartes del sistema (intentar garantizar que los agujeros no se alineen). (Dibujo basado en uno de Reason, 1990).

Esto puede comprobarse en la mayoría de los accidentes mediante enunciados de «si…»: «Si no hubiese decidido tomar un atajo, no habría tenido el accidente», «Si no hubiese estado lloviendo, me habrían funcionado los frenos», «Si hubiese mirado a la izquierda, habría visto el coche antes». Sí, todos esos enunciados son ciertos, pero ninguno de ellos es la causa única del accidente. Por lo general, no hay una causa aislada. A los periodistas y a los abogados, así como a la opinión pública, les gusta saber la causa para poder culpar o castigar a alguien. Pero las agencias reputadas de investigación saben que no existe una única causa y por eso sus investigaciones llevan tanto tiempo. Su responsabilidad es comprender el sistema y hacer cambios que reduzcan la posibilidad de que se repita la misma secuencia de acontecimientos que conduzcan a un futuro accidente.

La metáfora del queso suizo sugiere varias maneras de reducir los accidentes:

- → Añadir más lonchas de queso.
- → Reducir el número de agujeros (o hacer que los existentes sean más pequeños).
- → Alertar a los operarios humanos cuando se hayan alineado varios agujeros.

Todas ellas tienen sus implicaciones operativas. Más lonchas de queso suponen más líneas de defensa, como el requisito en aviación y en otras industrias de usar listas de comprobación en las que una persona va leyendo los elementos, otra hace las acciones y, finalmente, la primera las comprueba para confirmar que se han hecho como es debido.

Rebajar el número de puntos de seguridad críticos en los que pueden darse errores es como reducir el número o el tamaño de los agujeros del queso suizo. Un equipo adecuadamente diseñado reducirá las oportunidades de que se produzcan deslices y equivocaciones, lo que se asemeja a disminuir el número de agujeros y el tamaño de los que queden. Así es como se ha mejorado drásticamente el nivel de seguridad en la aviación comercial. Deborah Hersman, presidenta de la National Transportation Safety Board, describía esa filosofía de diseño como sigue:

> *Las aerolíneas estadounidenses transportan de manera segura a unos dos millones de personas por los cielos a diario, cosa que se ha logrado en gran medida gracias a una redundancia en el diseño y a capas y capas de defensa.*[46]

Redundancia en el diseño y capas y capas de defensa: eso es el queso suizo. La metáfora ilustra la futilidad de tratar de encontrar la causa única subyacente a un accidente (por lo general, una persona) y de castigar al culpable. En vez de eso, necesitamos pensar en los sistemas, en los factores que interactúan y conducen al error humano y luego a los accidentes, e idear maneras de hacer que los sistemas, en su conjunto, sean más fiables.

Cuando el buen diseño no basta

Cuando la gente sí tiene la culpa

A veces me preguntan si de verdad está bien decir que la gente nunca tiene la culpa, que el motivo es siempre un mal diseño. Es una cuestión delicada. Y sí, claro, a veces la culpa es de una persona.

Incluso gente competente puede perder capacidades cuando está privada de sueño, fatigada o bajo la influencia de las drogas. Por ese motivo tenemos leyes que prohíben a los pilotos volar si han bebido alcohol dentro de un periodo especificado y limitamos el número de horas que pueden volar sin descansar. En la mayoría de las profesiones que implican riesgo de muerte o de lesiones se aplican normativas similares sobre el alcohol, el sueño y las drogas. Sin embargo, los trabajos cotidianos no cuentan con esas restricciones. Los hospitales a menudo le exigen a su personal que trabaje sin dormir durante periodos que exceden ampliamente los requisitos de seguridad de las aerolíneas. ¿Por qué? ¿Alguien se alegraría de que lo operase un médico privado de sueño? ¿Por qué la falta de sueño se considera peligrosa en una situación y se obvia en otra?

Algunas actividades tienen limitaciones de peso, de edad o de fuerza. Otras exigen una cantidad considerable de habilidades o de conocimiento técnico, y la gente que no esté formada o que no sea competente no debe hacerlas. Por eso muchas actividades requieren de una formación y de una concesión de licencias autorizadas por el Gobierno. Algunos ejemplos son la conducción de automóviles, el pilotaje de aviones y la práctica médica. Todas exigen pasar por cursos de instrucción y por pruebas. En la aviación, no basta con tener formación: los pilotos deben seguir cubriendo la parte práctica y hacer un mínimo de horas de vuelo al mes.

Conducir borracho sigue siendo una de las principales causas de los accidentes de coche: eso es claramente culpa del bebedor. La falta de sueño es otro gran culpable de los accidentes automovilísticos. Sin embargo, el hecho de que la gente ocasionalmente tenga la culpa no justifica la actitud de dar por sentado que siempre es así. El porcentaje más amplio de accidentes es resultado de un mal diseño, ya sea de la maquinaria o, como suele ocurrir en el caso de los accidentes industriales, de los procedimientos que deben seguirse.

Tal y como se señaló antes en este capítulo al hablar sobre las infracciones deliberadas (página 217), a veces la gente viola deliberadamente procedimientos y normas, quizá porque de otro modo no podría acabar su trabajo o porque considera que existen circunstancias atenuantes, y en algunas ocasiones porque da por sentado que en su caso la relativamente baja probabilidad de fracaso no se aplica. Por desgracia, si alguien hace una actividad peligrosa que solo provoca lesiones o muertes una vez entre un millón, eso equivale a cientos de muertes al año en todo el mundo, con sus 7.000 millones de personas. Uno de mis ejemplos favoritos en aviación es el de un piloto que, tras atestiguar una serie de lecturas bajas en la presión del aceite en los tres motores, afirmó que debía de ser un fallo del instrumento porque había una probabilidad entre un millón de que esas lecturas fuesen ciertas. Pese a que tenía razón en su evaluación, tristemente le había tocado a él. Tan solo en Estados Unidos hubo unos nueve millones de vuelos en 2012, así que una probabilidad entre un millón podría traducirse en nueve incidentes.

A veces, la gente tiene de verdad la culpa.

Ingeniería de la resiliencia

En ámbitos industriales, los accidentes en sistemas grandes y complejos como pozos petrolíferos, refinerías de petróleo, plantas químicas, sistemas de energía eléctrica, transporte y servicios médicos pueden tener grandes impactos en la empresa y en la comunidad circundante. A veces, esos problemas no surgen en la organización misma sino fuera de ella, como cuando una tormenta feroz, un terremoto o un maremoto destruyen partes considerables de la infraestructura existente. En cualquier caso, la clave está en cómo diseñar y gestionar esos sistemas de manera que pueda restaurarse el servicio sufriendo las mínimas alteraciones y daños. Un enfoque importante es la «ingeniería de la resiliencia», que tiene como objetivo diseñar sistemas, procedimientos, vías de gestión y de formación de personal de tal manera que sea posible responder a los problemas conforme surjan. Se aspira a garantizar que el diseño de todas esas cosas (la maquinaria, los procedimientos y la comunicación entre los trabajadores y con el exterior, con la dirección y con la opinión pública) esté bajo un proceso constante de evaluación, de prueba y de mejora.

Así, los grandes proveedores informáticos provocan a veces errores deliberados en sus sistemas para probar cómo de bien responde una empresa en cuestión. Esto se hace anulando deliberadamente instalaciones cruciales para garantizar que funcionen de verdad los sistemas de respaldo y las redundancias. Pese a que pueda parecer peligroso hacerlo mientras los sistemas están en línea, prestando servicio a clientes reales, es la única manera de evaluar esos sistemas grandes y complejos. Las pruebas y las simulaciones menores no implican la complejidad, los niveles de estrés ni los acontecimientos inesperados que caracterizan a los fallos reales de un sistema.

Tal y como han resumido con mucha pericia Erik Hollnagel, David Woods y Nancy Leveson, autores de una influyente y precoz serie de libros sobre este tema:

> *La ingeniería de la resiliencia es un paradigma para la gestión de la seguridad que se centra en cómo ayudar a la gente a afrontar la complejidad bajo presión para alcanzar el éxito. Supone un fuerte contraste con la práctica típica de hoy en día: el paradigma de tabular los errores como si fuesen cosas, con intervenciones posteriores para reducir su recuento. Una organización resiliente trata la seguridad como un valor central, no como una mercancía que puede contabilizarse. De hecho, la seguridad solo se demuestra mediante los acontecimientos que no ocurren. Más que ver los éxitos pasados como un motivo para disminuir la inversión en seguridad, esas organizaciones siguen invirtiendo en anticipar la naturaleza cambiante de los posibles fallos, ya que entienden que su conocimiento de las brechas es imperfecto y que su entorno se modifica constantemente. Por tanto, una unidad para medir la resiliencia es la capacidad para generar previsión: anticipar la forma cambiante del riesgo, antes de que se produzcan el fallo y el daño.*[47]

La paradoja de la automatización

Las máquinas cada vez son más inteligentes. Cada vez más tareas se automatizan por completo. Mientras tanto, existe la tendencia de creer que muchas de las dificultades ligadas al control humano van a desaparecer. Por todo el mundo, decenas de millones de personas mueren o se lesionan en accidentes de coche. Cuando por fin se haya extendido el uso de coches autónomos, el índice de accidentes y de víctimas probablemente se reducirá de manera drástica, al igual que la automatización en las fábricas y en la aviación ha aumentado la eficacia y al mismo tiempo ha reducido tanto el error como el índice de lesiones.

Si funciona bien, la automatización es algo maravilloso, pero cuando falla el impacto resultante suele ser inesperado y, en consecuencia, peligroso.[48] Actualmente, la automatización y los sistemas de generación eléctrica en red han reducido de manera drástica la cantidad de tiempo que los hogares y los negocios se quedan sin suministro eléctrico. Sin embargo, cuando la red eléctrica se cae, puede afectar a amplias secciones de un país y tardar mucho en recuperarse. Con los coches autónomos, mi predicción es que tendremos menos accidentes y lesiones, pero que cuando haya un accidente, este será enorme.

La automatización muestra cada vez más capacidades. Los sistemas automáticos pueden asumir tareas que solía hacer la gente, ya sea conservar una temperatura adecuada, mantener automáticamente un automóvil dentro del carril asignado y a la distancia correcta del coche de delante, permitir a los aviones volar solos desde el despegue hasta el aterrizaje o permitir a los barcos navegar por sí solos. Cuando la automatización funciona, las tareas suelen hacerse tan bien como las hace la gente, o mejor. Además, las personas se ahorran esas tareas rutinarias, aburridas y monótonas, lo que permite un aprovechamiento más útil y productivo del tiempo y reduce la fatiga y los errores. Sin embargo, si la tarea es demasiado compleja, la automatiza-

ción tiende a rendirse. Por supuesto, eso ocurre precisamente cuando más se la necesita. La paradoja es que la automatización puede asumir las tareas aburridas y monótonas, pero falla con las tareas complejas.

Cuando la automatización falla, a menudo lo hace sin avisar. Se trata de una situación que he documentado muy exhaustivamente en mis otros libros y en muchos de mis artículos, como lo ha hecho mucha otra gente en el ámbito de la seguridad y de la automatización. En el momento del fallo, el humano está «fuera de onda». Eso significa que la persona no ha estado prestando mucha atención a la actividad y que pasa un tiempo hasta que el fallo se detecta, se evalúa y se decide cómo responder.

En un avión, cuando la automatización falla, los pilotos suelen disponer de una cantidad considerable de tiempo para entender la situación y responder. Los aviones vuelan a bastante altura: más de diez kilómetros (seis millas) por encima de la tierra, así que aunque el avión empiece a caer, los pilotos tendrán varios minutos para reaccionar. Además, los pilotos cuentan con una formación increíblemente buena. Cuando la automatización falla en un automóvil, la persona quizá solo disponga de una fracción de segundo para evitar el accidente. Eso sería algo dificilísimo de conseguir incluso para el conductor más experto, y la mayoría de los conductores no cuenta con una buena formación.

En otras circunstancias, como en un barco, puede haber más tiempo para responder, aunque solo si se detecta el fallo en la automatización. En un caso dramático, el encallamiento del crucero Royal Majesty en 1997, el fallo duró varios días y no se detectó hasta la investigación posterior al accidente, después de que el barco hubiese encallado y se generasen unos daños por valor de millones de dólares.[49] ¿Qué ocurrió? La ubicación de un barco la determina normalmente el sistema de posicionamiento global (GPS), pero el cable que conectaba la antena del satélite con ese sistema de navegación se había desconectado de algún modo (nadie descubrió nunca cómo). Como resultado, el sistema de navegación había pasado de usar las señales del GPS a utilizar la «navegación por estima», esto es, calcular aproximadamente la ubicación del barco según la velocidad y la dirección del rumbo, pero el diseño del sistema de navegación no mostró visiblemente dicho cambio. En consecuencia, en su viaje desde las Bermudas hasta su destino, Boston, el barco viró demasiado al sur y quedó encallado en Cape Cod, una península que sobresale en el mar al sur de Boston. La automatización había funcionado sin fallos durante años, lo que aumentó la confianza en ella por parte de la gente y también su dependencia, y por eso nadie se ocupó de hacer ni una comprobación manual de la ubicación ni una lectura atenta de la pantalla (para detectar así que las diminutas letras «dr» indicaban el modo de navegación por estima o «dead reckoning», en inglés). Fue un fallo enorme por error de modo.

Principios del diseño para afrontar errores

La gente es flexible, versátil y creativa. Las máquinas son rígidas, precisas y relativamente inamovibles en su funcionamiento. Hay una disparidad entre ambas, algo que, si se utiliza del modo adecuado, puede multiplicar las capacidades. Pensemos en una calculadora electrónica: no desarrolla las matemáticas como una persona, pero sí soluciona problemas que la gente no sabe resolver. Además, las calculadoras no cometen errores. Así, el ser humano unido a la calculadora supone una colaboración perfecta: los seres humanos averiguamos cuáles son los problemas importantes y cómo plantearlos, y luego usamos las calculadoras para llegar a las soluciones.

Las dificultades surgen cuando no pensamos en la gente y las máquinas como sistemas colaborativos, sino que asignamos las tareas que puedan automatizarse a las máquinas y dejamos el resto a la gente. Esto acaba exigiendo a las personas comportarse como máquinas, de maneras que difieren mucho de las capacidades humanas. Esperamos que la gente supervise a las máquinas, lo que implica mantenerse alerta durante periodos largos de tiempo, y eso se nos da mal. Le exigimos a la gente que haga acciones repetidas con la precisión y la exactitud extremas que requieren las máquinas, de nuevo otra cosa que no se nos da bien. Cuando dividimos así los elementos mecánicos y humanos de una tarea, no estamos aprovechando bien los puntos fuertes ni las capacidades de los seres humanos, sino que pasamos a depender de áreas en las que somos genética y biológicamente unos inadaptados. Y pese a todo, cuando la gente falla, se la hace responsable.

Lo que llamamos «error humano» suele ser sencillamente una acción humana inadecuada para las necesidades de la tecnología. Como resultado, indica un déficit en nuestra tecnología. No debería concebirse como un error. Deberíamos eliminar el concepto de *error*: en su lugar, tendríamos que entender que la gente puede utilizar ayuda para traducir sus objetivos y planes a la forma adecuada para la tecnología.

Dada la disparidad entre competencias humanas y requisitos tecnológicos, los errores son inevitables. Por tanto, los mejores diseños dan este hecho por sentado y buscan minimizar las oportunidades para el error al tiempo que mitigan las consecuencias. Asumamos que van a darse todos los contratiempos posibles, y en consecuencia protejámonos frente a ellos. Permitamos que las acciones sean reversibles, hagamos que los errores sean menos costosos. A continuación, unos principios clave para el diseño:

→ Situar en el mundo el conocimiento necesario para manejar la tecnología. No exigir que todo el conocimiento esté en la cabeza. Permitir un funcionamiento eficaz cuando la gente se haya aprendido todos los requisitos y sean personas expertas que puedan actuar sin el conocimiento presente en el mundo. Al mismo tiempo, facilitar a las personas no expertas el uso de ese conocimiento presente en el mundo. Esto ayudará también a los expertos que necesiten llevar a cabo una acción extraña o poco frecuente o que deban recurrir a la tecnología tras una ausencia prolongada.

- → Utilizar el poder de las limitaciones naturales y artificiales: físicas, lógicas, semánticas y culturales. Explotar el poder de las funciones de forzamiento y de los mapeos naturales.
- → Tender puentes sobre los dos abismos, el de ejecución y el de evaluación. Hacer las cosas visibles, tanto para la ejecución como para la evaluación. En el lado de la ejecución, ofrecer información de prealimentación: hacer que las opciones estén disponibles de manera inmediata. En el lado de la evaluación, ofrecer retroalimentación: hacer visibles los resultados de todas las acciones. Permitir determinar de un modo inmediato, fácil y preciso el estado del sistema, un modo que además sea coherente con los objetivos, con los planes y con las expectativas de la persona.

Deberíamos afrontar los errores asumiéndolos, buscando entender las causas y garantizando que no vuelvan a ocurrir. Tenemos que servir de ayuda, más que imponer castigos o reprimendas.

---

[31] El análisis del accidente del F-22 de la Fuerza Aérea se ha extraído de un informe gubernamental (Inspector General United States Department of Defense, 2013; este informe incluye asimismo el informe original de la Fuerza Aérea en el anexo C).

[32] El llamado accidente del Gimli Glider ocurrió cuando un Boeing 767 de Air Canada se quedó sin combustible y tuvo que volar sin motor hasta aterrizar en Gimli, una base desmantelada de la Fuerza Aérea de Canadá. Hubo numerosas equivocaciones. Para saber más, se puede buscar «accidente Gimli Glider» (recomiendo el artículo en inglés de la Wikipedia).

[33] La categoría «error por captura» la inventó James Reason (1979).

[34] Las dificultades con el Airbus y sus modos se describen en varios documentos (Aviation Safety Network, 1992; colaboradores de Wikipedia, 2013a). Para consultar una descripción perturbadora de otro problema de diseño con el Airbus (que los dos pilotos —comandante y copiloto— pueden controlar las palancas de mando, pero no hay retroalimentación, así que un piloto no sabe lo que está haciendo el otro), véase el artículo en el periódico británico *The Telegraph* (Ross y Tweedie, 2012).

[35] Se describe en numerosos periódicos brasileños y estadounidenses (basta con buscar en la web «discoteca Kiss incendio»). Yo me enteré de este hecho por *The New York Times* (Romero, 2013).

[36] Mi fuente de información sobre el accidente de Tenerife es un informe redactado por Roitsch, Babcock y Edmunds, y publicado por la American Airline Pilots Association (Roitsch, Babcock y Edmunds, s. f.). Quizá no sorprenda demasiado que la interpretación de ese informe difiera del informe emitido por el Gobierno español (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de España, 1978), que a su vez difiere del informe emitido por la Dutch Aircraft Accident Inquiry Board. Patrick Smith escribió en 2007 un buen artículo sobre el accidente de Tenerife de 1977 que demuestra su perdurable importancia y que se encuentra en el sitio web Salon.com (Smith, 2007, viernes, 6 de abril, 04:00, hora del Pacífico).

[37] La información y las citas sobre el accidente del Air Florida están sacadas del informe de la National Transportation Safety Board (1982). Véanse también los dos libros titulados *Pilot Error* (Error de piloto; Hurst, 1976; Hurst, R. y L. R. Hurst, 1982). Se trata de dos obras muy distintas. La segunda es mejor que la primera, en parte porque en el momento en el que se escribió el primer libro no se disponía de mucha evidencia científica.

[38] Pueden consultarse ejemplos de equivocaciones basadas en el conocimiento recopiladas por la Universidad de Duke en el Duke University Medical Center (2013). Un resumen excelente del uso de listas de comprobación en medicina —y de las muchas presiones sociales que han ralentizado su adopción— lo ofrece Atul Gawande (2009).

[39] Las citas de Toyota sobre la *jidoka* y el Sistema de Producción de Toyota se han extraído del sitio web de este fabricante de automóviles (Toyota Motor Europe Corporate Site, 2013). El *poka-yoke* se describe en muchos libros y sitios web. Creo que los dos libros escritos por su creador (o con su ayuda), Shigeo Shingo, ofrecen una perspectiva muy valiosa (Nikkan Kogyo Shimbun, 1988; Shingo, 1986).

[40] En el sitio web del Aviation Safety Reporting System de la NASA se ofrecen detalles de este sistema, junto con un historial de informes (NASA, 2013).

[41] El estudio de Baruch Fischhoff se titula «Hindsight ≠ Foresight: The Effect of Outcome Knowledge on Judgment Under Uncertainty» (*A posteriori ≠ a priori*. El efecto del conocimiento del resultado sobre la evaluación en caso de incertidumbre; 1975). Y ya que se consulta ese texto, conviene mirar sus trabajos más recientes (Fischhoff, 2012; Fischhoff y Kadvany, 2011).

[42] Comento la idea de diseñar para el error en un artículo recogido en *Communications of the ACM* (Comunicaciones para la Association for Computing Machinery), en el que analizo una serie de deslices cometidos por la gente al utilizar sistemas informáticos y sugiero algunos principios para diseñar sistemas que podrían minimizar esos errores (Norman, 1983). Esta filosofía prevalece asimismo en el libro de nuestro equipo de investigación, *User Centered System Design* (Diseño de sistemas con enfoque de usuario; Norman y Draper, 1986); dos capítulos son de especial relevancia para los debates aquí planteados: uno mío, «Cognitive Engineering» (Ingeniería cognitiva), y el otro escrito junto a Clayton Lewis, «Designing for Error» (Diseñar para el error).

[43] Existen muchos estudios sobre los peligros e ineficacias de la multitarea. Spink, Cole y Waller (2008) aportan un análisis parcial. David L. Strayer y sus colegas de la Universidad de Utah han llevado a cabo numerosos estudios que demuestran una deficiencia grave en el comportamiento durante la conducción al utilizar teléfonos móviles (Strayer y Drews, 2007; Strayer, Drews y Crouch, 2006). Incluso los peatones se distraen con el uso del móvil, como demostró un equipo de investigadores de la Universidad de West Washington (Hyman, Boss, Wise, McKenzie y Caggiano, 2010).

[44] El astuto estudio del payaso invisible que maneja un monociclo, «Did you see the unicycling clown? Inattentional blindness while walking and talking on a cell phone» (¿Has visto al payaso en monociclo? Ceguera por falta de atención al caminar hablando por el móvil), lo llevaron a cabo Hyman, Boss, Wise, McKenzie y Caggiano (2010).

[45] James Reason presentó su influyente modelo del queso suizo en 1990 (Reason, J., 1990; Reason, J. T., 1997).

[46] La descripción de Deborah Hersman sobre la filosofía de diseño para las aeronaves se ha extraído de su charla del 7 de febrero de 2013, en la que habló sobre los intentos de la NTSB de entender el motivo de los incendios que ocurrían en los compartimentos de las baterías de las aeronaves Boeing 787. Aunque los incendios habían provocado aterrizajes de emergencia, ningún pasajero ni miembro de la tripulación había resultado herido: múltiples capas de protección redundante mantuvieron la seguridad. En cualquier caso, los incendios y los daños resultantes eran inesperados y lo bastante graves para que todos los aparatos Boeing 787 permaneciesen en tierra hasta que todas las partes implicadas llevaron a cabo una investigación exhaustiva de las causas de los incidentes y luego pasaron por un nuevo proceso de certificación a través de la Federal Aviation Agency (en el caso de Estados Unidos, y mediante las correspondientes agencias en otros países). Pese a que fue un proceso caro y muy incómodo, se trata de un ejemplo de buenas prácticas proactivas: tomar medidas antes de que los accidentes conlleven lesiones y muertes (National Transportation Safety Board, 2013).

[47] El extracto del prólogo del libro *Ingeniería de la resiliencia* se reproduce con permiso de los editores (Hollnagel, Woods y Leveson, 2006).

[48] He abordado cuestiones de automatización en buena parte de mi investigación y de mis textos. En un artículo muy temprano, «Coffee Cups in the Cockpit» (Tazas de café en la cabina de mando), trato este problema, así como el hecho de que cuando hablamos de incidentes en un país grande (o en todo el mundo), una «probabilidad de una entre un millón» no es lo bastante buena (Norman, 1992). Mi libro *El diseño de los objetos del futuro* aborda ampliamente este tema (Norman, 2007).

[49] Un análisis excelente del accidente por error de modo del crucero Royal Majesty se recoge en el libro de Asaf Degani sobre automatización *Taming HAL: Designing Interfaces Beyond 2001* (Domesticar a HAL. Diseño de interfaces más allá de 2001; Degani, 2004), así como en los estudios de Lützhöft y Dekker, y en el informe oficial de la NTSB (Lützhöft y Dekker, 2002; National Transportation Safety Board, 1997).

06

Pensamiento de diseño

Una de mis normas como asesor es muy sencilla: no solucionar nunca el problema que me han pedido que solucione. ¿Por qué una norma tan contraintuitiva? Porque el problema que me piden que resuelva nunca es el problema real, básico y de raíz, sino que suele ser un síntoma. Al igual que en el capítulo 5, donde la solución a los accidentes y a los errores consistía en determinar la causa real subyacente de los acontecimientos, en el diseño, el secreto del éxito radica en entender cuál es el problema real.

Resulta sorprendente la frecuencia con que la gente soluciona el problema que tiene delante sin molestarse en cuestionarlo. En mis clases a estudiantes de posgrado de Ingeniería y Comercio, me gusta plantearles un problema el primer día de clase para que lo resuelvan y luego escuchar a la semana siguiente sus magníficas soluciones. Hacen siempre unos análisis, dibujos e ilustraciones magistrales. Los estudiantes de máster en Administración de Empresas traen hojas de cálculo en las que analizan el componente demográfico de la potencial base de clientes. Exponen un montón de números: costes, ventas, márgenes y beneficios. Los ingenieros traen unos dibujos y unas especificaciones con todo lujo de detalles. Todo está muy bien hecho y presentado de manera brillante.

Cuando acaban las presentaciones, los felicito. Y entonces les pregunto: «¿Cómo sabéis que habéis resuelto el problema correcto?». Se quedan perplejos. Los ingenieros y la gente del mundo empresarial están formados para solucionar problemas. ¿Por qué alguien iba a exponerles el problema equivocado? «¿De dónde creéis que surgen los problemas?», les pregunto. El mundo real no es como la universidad. En la universidad, los profesores inventan problemas artificiales. En el mundo real, los problemas no se presentan bien envueltos y bonitos: hay que descubrirlos. Es demasiado fácil ver solo los problemas de la superficie y nunca ahondar para abordar las cuestiones reales.

Solucionar el problema correcto

Los ingenieros y la gente del mundo empresarial se forman para solucionar problemas. Los diseñadores se forman para descubrir los problemas reales. Una solución brillante para el problema equivocado puede ser peor que no aplicar ninguna solución: hay que solucionar el problema correcto.

Los buenos diseñadores nunca empiezan por intentar solucionar el problema que se les plantea, sino por intentar entender cuáles son los problemas de verdad. Como resultado, más que converger hacia una solución, divergen y se ponen a estudiar a las personas y lo que intentan conseguir, generando una idea tras otra. A los directores eso les vuelve locos. Los directores quieren ver avances; los diseñadores parecen emprender un camino de retroceso cuando se les expone un problema concreto, y en vez de ponerse a trabajar, obvian ese problema y generan asuntos nuevos que hay que tener en cuenta, nuevas vías que hay que explorar. Y no solo una, sino muchas. ¿Qué está pasando?

En este libro se pretende poner el énfasis principal en la importancia de desarrollar productos que se ajusten a las necesidades y las capacidades de las personas. El diseño puede guiarse por muchas preocupaciones distintas. A veces se guía por la tecnología, y otras por presiones rivales o por la estética. Algunos diseños exploran los límites de las posibilidades tecnológicas; otros exploran el alcance de la imaginación, de la sociedad, del arte o de la moda. El diseño de ingeniería tiende a subrayar la fiabilidad, el coste y la eficacia. El objetivo de este libro, y de la disciplina denominada diseño centrado en las personas, es garantizar que el resultado se ajuste a los deseos, las necesidades y las capacidades del ser humano. Después de todo, ¿por qué fabricamos productos? Los fabricamos para que la gente los use.

Los diseñadores han desarrollado una serie de técnicas para evitar dejarse atrapar por una solución demasiado fácil. Se plantean el problema original como una sugerencia, no como un enunciado definitivo, y entonces abren la mente para pensar cuáles podrían ser en realidad las cuestiones subyacentes al enunciado de ese problema (tal y como se hizo con el enfoque de los «cinco porqués» para llegar a la causa raíz descrito en el capítulo 5). Lo más importante de todo es que el proceso sea iterativo e integral. Los diseñadores se resisten a la tentación de abalanzarse sobre una posible solución para el problema enunciado. En vez de eso, invierten primero el tiempo en determinar cuáles son los asuntos básicos y fundamentales (de raíz) que hay que abordar. No intentan buscar una solución hasta que no han determinado el problema real, e incluso entonces, en vez de resolver ese problema, se detienen a considerar una amplia gama de posibles soluciones. Solo en ese momento por fin convergerán sobre su propuesta. Este proceso se denomina «pensamiento de diseño».

El pensamiento de diseño no es propiedad exclusiva de los diseñadores: todos los grandes innovadores lo han practicado, incluso sin ser conscientes, independientemente de si eran artistas o poetas, escritores o científicos, ingenieros o empresarios.

Pero dado que los diseñadores se enorgullecen de su capacidad para innovar, para encontrar soluciones creativas a problemas fundamentales, el pensamiento de diseño se ha convertido en el sello distintivo de la empresa de diseño moderna. Dos de las poderosas herramientas del pensamiento de diseño son el diseño centrado en las personas y el modelo de diseño de doble diamante divergente-convergente.

El diseño centrado en las personas (DCP) es el proceso de garantizar que se cubran las necesidades de la gente, que el producto resultante sea entendible y usable, que se completen las tareas deseadas y que la experiencia de uso sea positiva y disfrutable. Un diseño eficaz tiene que satisfacer un gran número de limitaciones e intereses, entre los que están el modelo y la forma, el coste y la eficacia, la fiabilidad y la efectividad, la comprensión y la usabilidad, el placer del aspecto, el orgullo de la posesión y el disfrute del uso real. El DCP es un procedimiento para abordar todos estos requisitos, pero poniendo el énfasis en dos cosas: resolver el problema adecuado y hacerlo de manera que se cubran las necesidades y las capacidades del ser humano.

Con el paso del tiempo, las distintas personas e industrias que se han visto implicadas en temas de diseño han establecido un conjunto común de métodos para desarrollar el DCP. Cada cual tiene su método favorito, pero a su vez todos ellos son variantes de una base común: la repetición de las cuatro fases de observación, generación, prototipado y pruebas. No obstante, antes incluso de todo eso, existe un principio predominante: solucionar el problema adecuado.

Esos dos componentes del diseño —encontrar el problema adecuado y cubrir las necesidades y las capacidades del ser humano— dan lugar a dos fases en el proceso de diseño. La primera fase radica en encontrar el problema correcto y la segunda consiste en encontrar la solución adecuada. Ambas fases utilizan el proceso del DCP. Este enfoque de dos fases en el diseño llevó al British Design Council a hablar de «dos diamantes». Y ahí es donde empieza la historia.

El modelo de diseño de doble diamante

Los diseñadores a menudo comienzan por cuestionar el problema que se les presenta: amplían el alcance de ese problema y divergen para examinar todos los asuntos fundamentales que subyacen a él. Luego convergen en un enunciado único del problema. Durante la fase de solución de sus análisis, primero expanden el espacio de posibles soluciones: la fase de divergencia. Por último, convergen sobre una solución propuesta (figura 6.1). Este patrón doble de divergencia-convergencia lo introdujo por primera vez en 2005 el British Design Council, que lo llamó «modelo de proceso de diseño de doble diamante».[50] El British Design Council dividía el proceso de diseño en cuatro fases: «descubrir» y «definir», para las fases de divergencia y convergencia centradas en buscar el problema correcto; y «desarrollar» y «distribuir», para las fases de divergencia y convergencia centradas en buscar la solución correcta.

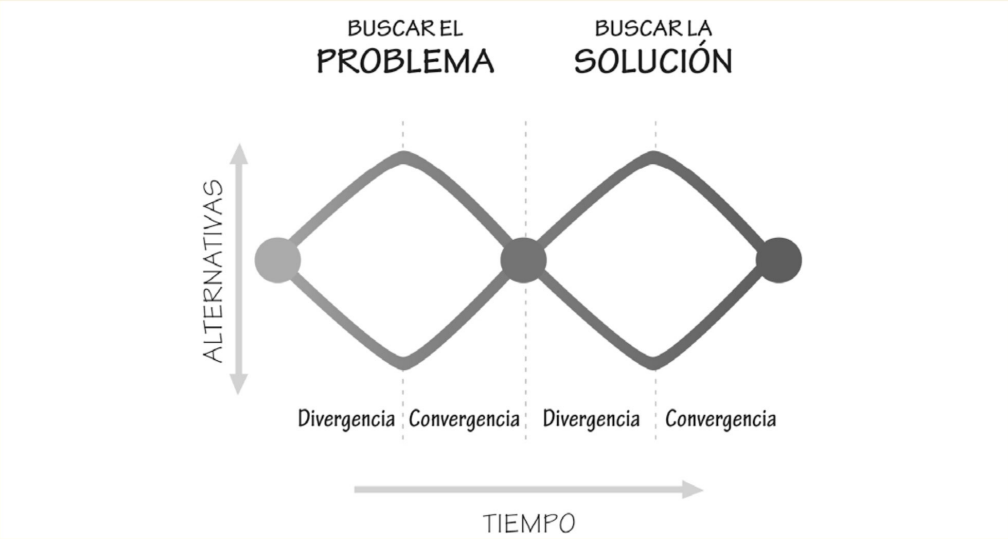


FIGURA 6.1. El modelo de diseño de doble diamante. Se parte de una idea y, mediante la investigación inicial del diseño, se expande el proceso de pensamiento para explorar las cuestiones fundamentales. Solo entonces es momento de converger en el problema real subyacente. De manera similar, se usan las herramientas de investigación de diseño para explorar una amplia variedad de soluciones antes de converger en una. (Ligeramente modificado a partir del trabajo del British Design Council, 2005).

El proceso doble de divergencia-convergencia es bastante eficaz a la hora de liberar a los diseñadores de restricciones innecesarias en los entornos del problema y de la solución. No obstante, es fácil empatizar con un director de producto que tras mostrarles a los diseñadores un problema que solucionar, se los encuentre cuestionando el encargo e insistiendo en viajar por el mundo entero para intentar saber más. Ni siquiera cuando los diseñadores empiecen a centrarse en el problema dará la impresión de que estén haciendo avances, sino desarrollando una amplia variedad de ideas y de pensamientos, muchos de ellos a medio formar y otros muchos claramente irrealizables. Todo eso puede resultar bastante inquietante para el director de producto, que, preocupado por ajustarse al calendario, querrá ver una convergencia inmediata. Para ahondar más en su frustración, cuando los diseñadores empiecen a converger en una solución, quizá descubran que han formulado incorrectamente el problema, por lo que habrá que repetir todo el proceso (aunque en esta ocasión podrán ir más rápido).

Esta divergencia-convergencia repetida es importante a la hora de determinar de forma adecuada el problema correcto que debe resolverse y luego la mejor manera de solucionarlo. Parece caótico y mal estructurado, pero en realidad sigue principios y procedimientos bien estipulados. ¿Cómo consigue el director de producto que todo el equipo cumpla el calendario pese a los métodos aparentemente aleatorios y divergentes de los diseñadores? Alentando su libertad de exploración, pero sin permitir que se alejen de las limitaciones del calendario (ni del presupuesto). No hay nada como un plazo firme para que las mentes creativas lleguen a una convergencia.

El proceso de diseño centrado en las personas[51]

Los dos diamantes describen las dos fases del diseño: buscar el problema correcto y cubrir las necesidades humanas. Pero ¿cómo se hace eso en realidad? Ahí es donde entra en juego el proceso de diseño centrado en las personas: tiene lugar dentro del proceso divergente-convergente de doble diamante.

Existen cuatro actividades distintas en el proceso de diseño centrado en las personas (figura 6.2):

1. Observación
2. Generación de ideas (ideación)
3. Prototipado
4. Pruebas

Estas cuatro actividades son iterativas, es decir, se repiten una y otra vez, y en cada ciclo se va generando más información y va estando más cerca la solución deseada. Ahora, examinemos cada actividad por separado.

FIGURA 6.2. El ciclo iterativo del diseño centrado en las personas. Hacer observaciones de la población destinataria, generar ideas, producir prototipos y ponerlos a prueba. Repetir hasta alcanzar un resultado satisfactorio. A menudo se denomina el «método espiral» (es más una espiral que el círculo aquí representado), para subrayar que cada iteración de las fases supone un avance.

Observación

La investigación inicial para entender la naturaleza del problema en sí forma parte de la disciplina de la investigación del diseño. Cabe destacar que se trata de una investigación que gira en torno al cliente y a la gente que usará los productos en estudio. No se trata del tipo de investigación que hacen los científicos en sus laboratorios cuando intentan descubrir nuevas leyes de la naturaleza. El investigador en diseño acudirá a los clientes potenciales, observará sus actividades e intentará entender sus intereses, sus motivaciones y sus necesidades reales. La definición del problema en el caso del diseño de productos vendrá

de ese profundo conocimiento de los objetivos que la gente intenta alcanzar y de los impedimentos que se encuentra para ello. Una de sus técnicas fundamentales consiste en observar a los posibles clientes en su entorno natural, en su vida normal, allí donde el producto o servicio que se está diseñando se utilizará de verdad. Hay que observarlos en sus casas, en la escuela, en los despachos. Hay que observarlos ir y venir del trabajo, en fiestas, a la hora de comer y estando con amigos en el bar del barrio. Hay que seguirlos hasta la ducha, si es necesario, dado que resulta esencial entender las situaciones reales con las que se topan, no limitarse solo a una experiencia pura y aislada. Esta técnica se llama «etnografía aplicada», un método adaptado del campo de la antropología. La etnografía aplicada difiere de la práctica más lenta, más metódica y más enfocada a la investigación que utilizan los antropólogos académicos, pues los objetivos son distintos. Por un lado, los investigadores en diseño tienen el objetivo de determinar las necesidades humanas que pueden abordarse con productos nuevos. Por el otro, los ciclos de los productos están fijados por un calendario y por un presupuesto, y ambos requieren una evaluación más rápida que la típica de los estudios académicos, que puede alargarse durante años.

Es importante que la gente observada coincida con el público objetivo. Cabe destacar que criterios tradicionales como la edad, la educación y los ingresos no siempre tienen relevancia: lo que importa son las actividades que vayan a desarrollarse. Incluso cuando observamos culturas muy distintas, las actividades son a menudo sorprendentemente similares. Como resultado, los estudios pueden centrarse en las actividades y en cómo se llevan a cabo, al tiempo que tienen en cuenta cómo el entorno y la cultura locales pueden modificar esas actividades. En algunos casos, como en los productos ampliamente utilizados por las empresas, la actividad predomina. Así, los automóviles, los ordenadores y los teléfonos están muy estandarizados en todo el mundo porque sus diseños reflejan las actividades a las que dan soporte.

En algunos casos, se necesitan análisis detallados del grupo destinatario. Las adolescentes japonesas son muy diferentes de las mujeres japonesas, y muy distintas también de las adolescentes alemanas. Si un producto está destinado a subculturas así, habrá que estudiar la población exacta. Otra manera de expresarlo es que los distintos productos cubren necesidades distintas. Algunos productos son además símbolos de estatus o de pertenencia a un grupo. En ese caso, aunque tengan funciones útiles, también serán símbolos de moda. Ahí es donde los adolescentes de una cultura difieren de los de otra, e incluso de los niños más pequeños y de los adultos mayores de su misma cultura. Los investigadores en diseño han de ajustar cuidadosamente el enfoque de sus observaciones al mercado deseado y a la gente a la que va destinado el producto.

¿Se usará el producto en un país distinto al país en el que se está diseñando? Solo hay una manera de descubrirlo: ir allí (e incluir siempre a nativos en el equipo). No sirve tomar un atajo y quedarse en casa hablando con estudiantes o con visitantes de ese otro país sin salir del nuestro: lo que aprendamos así raras veces será un reflejo preciso de la población objetivo o de las

formas en las que el producto planteado vaya a usarse de verdad. No existe un sustituto para la observación directa de la gente que utilizará el producto ni para la interacción con esas personas.

La investigación del diseño respalda los dos diamantes del proceso de diseño. El primer diamante, buscar el problema correcto, requiere de un conocimiento profundo de las auténticas necesidades de la gente. Una vez que el problema está definido, buscar una solución adecuada requiere de un profundo conocimiento de la población objetivo, de cómo esas personas hacen sus actividades, de sus capacidades y de su experiencia previa, así como de las cuestiones culturales que puedan entrar en juego.

Investigación de diseño frente a investigación de mercado

El diseño y el *marketing* son dos partes importantes del grupo de desarrollo del producto. Se trata de dos campos complementarios, aunque con diferentes puntos de enfoque. El diseño quiere saber lo que necesita de verdad la gente y cómo se usarán en realidad el producto o servicio en estudio. El *marketing* quiere saber lo que comprará la gente, y eso incluye saber cómo se toman las decisiones de compra. Esos objetivos diferentes llevan a los dos grupos a desarrollar métodos distintos de investigación. Los diseñadores tienden a usar métodos de observación cualitativos con los que pueden estudiar a la gente en profundidad, para entender así cómo hacen sus actividades y los factores ambientales que entran en juego. Estos métodos implican mucho tiempo, así que los diseñadores por lo general solo examinan a un número reducido de personas, a menudo unas decenas.

Al *marketing* le preocupan los clientes. ¿Quién adquirirá el producto? ¿Qué factores incitarán a la gente a plantearse comprar el producto y finalmente hacerlo? El *marketing* ha utilizado tradicionalmente estudios cuantitativos a gran escala, basándose sobre todo en grupos de sondeo, encuestas y cuestionarios. En el *marketing*, es muy frecuente conversar con cientos de personas en grupos de sondeo y preguntar a decenas de miles mediante cuestionarios y encuestas.

La llegada de Internet y la capacidad para evaluar grandes cantidades de datos ha dado lugar a nuevos métodos de análisis formal y cuantitativo del mercado. Es lo que se llama «macrodatos» o *big data*, o a veces «análisis de mercado». En sitios web populares, pueden hacerse pruebas A/B en las que se evalúan dos posibles variantes de una oferta: se facilita un conjunto de páginas web (el conjunto A) a una fracción de visitantes seleccionados de forma aleatoria (quizá el 10 por ciento), y a otro conjunto de visitantes, también aleatorio, se le da la otra alternativa (el conjunto B). A las pocas horas, cientos de miles de visitantes pueden haber quedado expuestos a ambos conjuntos de prueba, lo que permitirá ver cuál da los mejores resultados. Además, el sitio web puede capturar una inmensa cantidad de información sobre las personas y su comportamiento: edad,

ingresos, dirección de residencia y de trabajo, compras previas y otros sitios web visitados. Las virtudes de la utilización de macrodatos para la investigación de mercado suele pregonarse a los cuatro vientos, mientras que raras veces se señalan sus deficiencias, más allá de la preocupación por la invasión de la privacidad. Además de esas cuestiones de privacidad, el auténtico problema es que las correlaciones numéricas no dicen nada sobre las necesidades reales de la gente, sobre sus deseos ni sobre los motivos de sus actividades. Como resultado, esos datos numéricos pueden dar una falsa impresión de la gente. Sin embargo, el uso de macrodatos y del análisis de mercado es seductor: no hay que viajar, es poco costoso y se obtienen números enormes, gráficos atractivos y estadísticas impresionantes, todo muy convincente para el equipo ejecutivo que está tratando de decidir qué nuevo producto desarrollar. Al fin y al cabo, ¿de qué nos fiaríamos más? ¿De una presentación cuidadísima con gráficos coloridos, estadísticas y niveles de importancia basados en millones de observaciones, o de las impresiones subjetivas de un grupo heterogéneo de investigadores de diseño que han trabajado, dormido y comido en aldeas remotas, con unas instalaciones sanitarias mínimas y una infraestructura muy precaria?

Los distintos métodos tienen diferentes objetivos y generan resultados muy diversos. Los diseñadores se quejan de que los métodos utilizados por el *marketing* no llegan al comportamiento real: lo que la gente dice que hace y que quiere no se corresponde con sus comportamientos ni con sus deseos reales. La gente de *marketing* se queja de que, aunque los métodos de investigación del diseño aportan información de más calado, la cantidad tan reducida de personas observadas supone un problema. Los diseñadores contraatacan diciendo que los métodos tradicionales del *marketing* ofrecen solo datos superficiales de una gran cantidad de gente.

La discusión no es útil. Todos los grupos son necesarios. La investigación de clientes es una solución intermedia: información profunda sobre necesidades reales de un número mínimo de personas frente a datos amplios y fiables sobre compras de una gran y numerosa variedad de personas. Necesitamos ambas cosas. Los diseñadores saben lo que la gente necesita de verdad. El *marketing* sabe lo que la gente compra de verdad. Son cosas distintas, y por eso se necesitan los dos enfoques: los investigadores de *marketing* y de diseño deberían trabajar juntos en equipos complementarios.

¿Cuáles son los requisitos para un producto de éxito? En primer lugar, si nadie compra el producto, todo lo demás es irrelevante. El diseño de productos ha de apuntalar todos los factores que la gente tiene en cuenta al tomar decisiones de compra. En segundo lugar, una vez que se ha adquirido el producto y se ha puesto en uso, este ha de cubrir las necesidades reales para que la gente lo use, lo entienda y obtenga placer de ello. Las especificaciones del diseño han de incluir ambos factores: *marketing* y diseño, compra y uso.

Generación de ideas

Una vez que se han determinado los requisitos del diseño, el siguiente paso para el equipo de diseño es generar posibles soluciones. Este proceso se denomina «generación de ideas» o «ideación». El mismo ejercicio puede hacerse para los dos diamantes: durante la fase de búsqueda del problema correcto y luego en la fase de solución del problema.

Esta es la parte divertida del diseño, donde la creatividad resulta crucial. Hay muchas maneras de generar ideas: muchos de esos métodos se engloban en la categoría de «lluvia de ideas». Se use el método que se use, suelen seguirse dos normas principales:

- → **Generar numerosas ideas.** Es peligroso obcecarse con un par de ideas demasiado pronto en el proceso.
- → **Ser creativo sin importar las limitaciones.** Evitemos criticar ideas, sean nuestras o de otra gente. Incluso las ideas locas, a menudo obviamente equivocadas, pueden incluir contenido creativo que luego pueda extraerse y aprovecharse en la selección de la idea final. Evitemos descartar ideas de forma prematura.

A mí me gusta añadir una tercera:

- → **Cuestionarlo todo.** Soy muy dado a las preguntas «tontas». Una pregunta tonta cuestiona cosas tan fundamentales que todo el mundo da por sentado que la respuesta es obvia. Sin embargo, si nos tomamos esa pregunta en serio, a menudo resulta muy profunda: lo obvio, con frecuencia, no es nada obvio. Lo que damos por sentado por obvio no es más que la forma en la que siempre se han hecho las cosas, pero en cuanto la cuestionamos no sabemos decir los motivos. Muy a menudo, la solución a los problemas se descubre mediante preguntas tontas, cuestionando lo obvio.

Prototipado[52]

La única manera de saber de verdad si una idea es razonable es ponerla a prueba: construir rápidamente un prototipo o un modelo a escala de cada una de las posibles soluciones. En las primeras fases de este proceso, los modelos a escala pueden ser bocetos a lápiz, maquetas en gomaespuma y cartón o simples imágenes hechas con herramientas de dibujo sencillas. Yo he hecho modelos a escala con hojas de cálculo, diapositivas de PowerPoint y bocetos dibujados en fichas o notas adhesivas. A veces, las ideas se transmiten mejor con *sketches*, sobre todo si estamos desarrollando servicios o sistemas automatizados que sean difíciles de prototipar.

Existe una técnica popular de prototipado llamada «Mago de Oz», por el mago del clásico de L. Frank Baum *El maravilloso mago de Oz* (y de la película, también clásica). Ese mago era en realidad una persona normal, pero mediante el uso de humo y

de espejos conseguía adquirir un aspecto misterioso y omnipotente. En otras palabras: era todo falso y el mago no tenía poderes especiales.

El método Mago de Oz puede usarse para imitar un sistema enorme y potente mucho antes de que sea viable construirlo, y es increíblemente eficaz durante las primeras fases de desarrollo de un producto. Una vez utilicé este método para probar un sistema de reservas de vuelos que había diseñado un grupo de investigación del Xerox Corporation's Palo Alto Research Center (hoy solo Palo Alto Research Center o PARC). Llevamos a toda la gente a mi laboratorio de San Diego, la metimos en una habitación pequeña y aislada y la pusimos a introducir sus requisitos de viaje en un ordenador. Todo el mundo pensaba que estaba interactuando con un programa automatizado de asistencia de viajes, pero en realidad era uno de mis estudiantes de posgrado, sentado en una habitación contigua, leyendo las peticiones y escribiendo las respuestas (y buscando planes de viaje reales cuando era pertinente).[53] Esta simulación nos enseñó mucho sobre los requisitos de un sistema como aquel. Aprendimos, por ejemplo, que las frases usadas por la gente diferían mucho de las que habíamos diseñado para que gestionase el sistema. Ejemplo: una de las personas que participaron en la prueba solicitó un billete de ida y vuelta entre San Diego y San Francisco. Una vez que el sistema encontró el vuelo deseado a San Francisco, le preguntó: «¿Cuándo querría volver?». La persona respondió: «Me gustaría salir el martes siguiente, pero tengo que estar de vuelta antes de mi clase de las 9.00». Pronto aprendimos que no bastaba con entender las frases: teníamos que aplicar además un método de resolución de problemas, usando una cantidad considerable de conocimiento sobre asuntos como ubicaciones de aeropuertos y de centros de reuniones, patrones del tráfico, retrasos en la recogida de equipaje y el alquiler de coches, y por supuesto el aparcamiento. Todo eso superaba con mucho las capacidades de nuestro sistema. Nuestro objetivo inicial era entender el lenguaje, y los estudios demostraron que ese objetivo era demasiado limitado: necesitábamos entender las actividades humanas.

El prototipado durante la fase de especificación de problemas se hace sobre todo para garantizar que el problema se entienda bien. Si la población objetivo ya está usando algo relacionado con el producto nuevo, eso mismo puede considerarse un prototipo. Durante la fase de solución de problemas en el diseño, se aplican prototipos reales de la solución propuesta.

Pruebas

Primero, hay que reunir a un grupo reducido de personas que coincida lo más fielmente posible con la población objetivo (aquella a la que va dirigido el producto). Luego, se les pide a esas personas que utilicen los prototipos del modo más semejante posible a como de verdad tendrían que utilizarlos. Si el dispositivo va a utilizarse habitualmente de forma individual, la prueba se le hará a una sola persona cada vez. Si el dispositivo lo va a usar normalmente un grupo, la prueba se hará con un grupo.

La única excepción se da cuando, aunque el uso normal vaya a ser personal, resulte útil pedirles a dos personas que utilicen el prototipo al mismo tiempo: una persona usará el prototipo y la otra irá guiando las acciones e interpretando los resultados (en voz alta). Recurrir a parejas permite que la gente comente ideas, hipótesis y frustraciones abiertamente y con naturalidad. El equipo de investigación deberá estar observando, bien sentado detrás de las personas sometidas a la prueba (para no distraerlas) o en otra habitación, viéndolas en vídeo (aunque con la cámara de vídeo visible y después de describir bien el procedimiento). Las grabaciones en vídeo de las pruebas suelen ser bastante valiosas, tanto para mostrárselas luego a miembros del equipo que no hayan podido estar presentes como para volver a repasarlas.

Cuando el estudio ha acabado, hay que recopilar información más detallada sobre los procesos mentales de la gente: habrá que revisar los pasos que han dado los participantes, recordarles sus acciones y hacerles preguntas. A veces, ayuda enseñarles las grabaciones en vídeo de sus actividades como recordatorio.

¿Cuánta gente debería participar en el estudio? Las opiniones varían, pero mi socio, Jakob Nielsen, siempre ha abogado por el número cinco: cinco personas analizadas de forma individual.[54] Tras estudiar y pulir los resultados, se hace otra iteración, sometiendo a otras cinco personas a la misma prueba. Cinco usuarios suelen ser suficientes para obtener hallazgos importantes. Y si se quiere llevar a cabo la prueba con muchas más personas, es mucho más eficaz hacer una prueba de cinco, utilizar los resultados para mejorar el sistema y, posteriormente, seguir repitiendo el ciclo de diseño de prueba hasta haber recurrido a la cantidad de gente deseada. De esta manera se obtienen múltiples repeticiones de mejora, no solo una.

Al igual que el prototipado, las pruebas se hacen durante la fase de especificación del problema para garantizar que este se entienda bien, y luego vuelven a hacerse en la fase de solución del problema, para garantizar que el nuevo diseño cubra las necesidades y las capacidades de quienes lo usarán.

Iteración

El papel de la iteración en el diseño centrado en las personas es facilitar el perfeccionamiento y la mejora constantes. El objetivo es un rápido proceso de prototipado y de pruebas, o en palabras de David Kelly, profesor de Stanford y cofundador de la empresa de diseño IDEO: «Fracasa mucho, fracasa rápido».

Hay muchos ejecutivos racionales (y funcionarios del Gobierno) que no llegan a entender del todo este aspecto del proceso de diseño. ¿Por qué íbamos a querer fracasar? Parece que creen que basta con determinar los requisitos y luego construir según esos requisitos. Las pruebas, en su opinión, solo son necesarias para garantizar que se hayan cumplido los requisitos. Es esta filosofía la que genera tantos sistemas imposibles de usar. Las pruebas y las modificaciones deliberadas mejoran las cosas. Hay

que alentar el fracaso; en realidad, no habría que hablar de fracaso: deberían concebirse como experiencias de aprendizaje. Si todo funciona a la perfección, se aprende muy poco. El aprendizaje se da cuando hay dificultades.

La parte más complicada del diseño radica en entender bien los requisitos, lo que significa que se solucionará el problema correcto y que la solución será la apropiada. Los requisitos fabricados en abstracto siempre son erróneos. Los requisitos generados tras preguntarle a la gente lo que necesita siempre son erróneos. Los requisitos se desarrollan observando a la gente en su entorno natural.

Cuando le preguntamos a alguien qué necesita, esa persona pensará principalmente en los problemas cotidianos a los que se enfrenta y raras veces se percatará de fallos más grandes, de necesidades mayores. No cuestionará los principales métodos que esté utilizando. Además, aunque una persona explique detalladamente cómo hace sus tareas y luego nos confirme que está todo correcto cuando le enseñemos una reproducción del proceso, si observásemos a esa persona muchas veces veríamos que se desvía de su propia descripción. «¿Por qué?», le preguntaremos. «Ah, es que esto tenía que hacerlo de otra manera, este caso era especial». Y resulta que la mayoría de los casos son «especiales». Todo sistema que no admita casos especiales será un fracaso.

Entender bien los requisitos implica un proceso repetido de estudio y pruebas: una iteración. Observación y estudio: hay que decidir cuál puede ser el problema y utilizar los resultados para hacer pruebas y determinar qué partes del diseño funcionan y cuáles no. Después, hay que volver a repetir los cuatro procesos. Recopilar más trabajo de investigación de diseño si es necesario, generar más ideas, desarrollar los prototipos y ponerlos a prueba.

Con cada nuevo ciclo, las pruebas y las observaciones podrán ser más específicas y eficaces. Con cada nuevo ciclo de la iteración, las ideas se harán más claras, las especificaciones se definirán mejor y los prototipos se aproximarán más al objetivo: el producto real. Después de las primeras iteraciones, llegará el momento de empezar a converger en una solución. Las diferentes ideas de prototipo podrán fundirse en una sola.

¿Cuándo acaba el proceso? Eso depende del director de producto, que necesitará ofrecer la calidad más alta posible sin dejar de cumplir con el calendario. En el desarrollo de productos, el calendario y los costes son limitaciones muy rígidas, así que depende del equipo de diseño cumplir con esos requisitos y además obtener un diseño aceptable y de alta calidad. Da igual la cantidad de tiempo de que disponga el equipo de diseño: el resultado final no aparecerá hasta las últimas veinticuatro horas antes de que se acabe el plazo (es como escribir: da igual cuánto tiempo te den; no acabarás hasta unas horas antes del plazo).

Diseño centrado en la actividad frente a diseño centrado en las personas

Centrarse intensamente en los individuos es una de las señas de identidad del diseño centrado en las personas; eso garantiza que los productos se ajusten a necesidades reales y que sean usables y entendibles. Pero ¿qué pasa si el producto está destinado a personas de todo el mundo? Muchos fabricantes hacen básicamente el mismo producto para el mundo entero. Pese a que los automóviles se modifiquen ligeramente según los requisitos de un país, en esencia todos son iguales en todas partes. Lo mismo puede decirse de cámaras, ordenadores, teléfonos, tabletas, televisores y frigoríficos. Sí, existen ciertas diferencias regionales, pero son muy pocas. Incluso productos diseñados concretamente para una cultura —las ollas arroceras, por ejemplo— los adoptan otras culturas en cualquier parte del mundo.

¿Cómo podemos pretender agrupar a todas esas personas tan diferentes y dispares? La respuesta es centrarse en las actividades, no en la persona individual. A esto lo llamo «diseño centrado en la actividad»: que sea la actividad la que defina el producto y su estructura, que el modelo conceptual del producto se construya en torno al modelo conceptual de la actividad.

¿Por qué funciona esto? Porque las actividades de la gente tienden a ser similares en todo el mundo. Además, aunque la gente sea reacia a aprender sistemas que parezcan incluir requisitos arbitrarios e incomprensibles, está bastante dispuesta a aprender cosas que parezcan ser esenciales para la actividad. ¿Infringe esto los principios del diseño centrado en las personas? En absoluto: veámoslo como una mejora del DCP. Al fin y al cabo, las actividades se hacen por y para las personas. Los enfoques centrados en la actividad son enfoques centrados en el ser humano especialmente adecuados para poblaciones amplias y heterogéneas.

Echemos otro vistazo a los automóviles: son básicamente idénticos en todo el mundo. Un automóvil requiere de numerosas acciones, y muchas de ellas tienen poco sentido fuera de la actividad; eso se suma a la complejidad de la conducción y al periodo bastante largo que implica convertirse en un conductor dotado y cualificado. Es necesario dominar el manejo de los pedales, virar, usar intermitentes, controlar las luces y vigilar la carretera, todo ello sin dejar de ser conscientes de lo que esté pasando a ambos lados y detrás del vehículo, y quizá también mientras se mantiene una conversación con los otros pasajeros. Además, hay que vigilar los instrumentos del panel, sobre todo el indicador de velocidad, así como la temperatura del agua, la presión del aceite y el nivel de combustible. La ubicación de los espejos retrovisores y laterales exige mantener los ojos apartados de la carretera durante un tiempo considerable.

La gente aprende a conducir coches de manera bastante satisfactoria pese a la necesidad de dominar tantas tareas subordinadas. En vista del diseño del coche y de la actividad de la conducción, todas esas tareas parecen apropiadas. Sí, podemos hacer las cosas mejor. El cambio automático elimina la necesidad del tercer pedal, el embrague. Las pantallas de aviso permiten que la información del panel de instrumentos básicos y de navegación se muestre en el espacio que hay justo delante del conduc-

tor, de modo que no sea necesario mover los ojos para estar al tanto de ella (aunque sí se requiere un cambio de atención, desviándola de la carretera). Algún día, sustituiremos los tres espejos distintos por una pantalla de vídeo que muestre los objetos situados por todos los lados del coche en una sola imagen, simplificando otra acción más. ¿Cómo mejoramos las cosas? Estudiando con atención las actividades que se desarrollan durante la conducción.

Si damos respaldo a las actividades y al mismo tiempo somos sensibles a las capacidades humanas, la gente aceptará el diseño y aprenderá lo que sea necesario.

Sobre las diferencias entre tareas y actividades

Un apunte: hay una diferencia entre *tarea* y *actividad*. Subrayo la necesidad de hacer diseños según las actividades, pues diseñar según las tareas suele ser algo demasiado restrictivo. Una actividad es una estructura de alto nivel, por ejemplo «salir a comprar»; una tarea es un componente de nivel inferior dentro de una actividad, como «conducir hasta el supermercado», «buscar una cesta», «utilizar una lista de la compra como guía», etc.

Una actividad es una serie de tareas compiladas, llevadas a cabo todas juntas hacia un objetivo común de alto nivel. Una tarea es un conjunto de acciones organizado y cohesivo, dirigido a un único objetivo de bajo nivel. Los productos tienen que respaldar las actividades y las diversas tareas implicadas. Los dispositivos bien diseñados aunarán las diferentes tareas necesarias para respaldar una actividad, permitiendo que se desarrollen unas con otras sin problemas y garantizando que el trabajo hecho para una no interfiera en los requisitos de otra.

Las actividades son jerárquicas, así que una actividad de alto nivel (ir a trabajar) tendrá por debajo numerosas actividades de nivel inferior. A su vez, las actividades de bajo nivel generan «tareas», y las tareas acaban ejecutándose mediante «acciones» básicas. Los psicólogos estadounidenses Charles Carver y Michael Scheier sugieren que los objetivos tienen tres niveles fundamentales que controlan las actividades. Los «objetivos del ser» ocupan el nivel más elevado y abstracto, y rigen el ser de una persona: determinan por qué actúa la gente, son básicos y de larga duración, y dictan la imagen que una persona tiene de sí misma. El siguiente nivel tiene mucha más implicación práctica en la actividad cotidiana: los «objetivos del hacer», muy similares al objetivo del que hablo en las siete fases de la actividad. Los objetivos del hacer determinan los planes y las acciones que habrán de hacerse para una actividad. El nivel inferior de esta jerarquía son los «objetivos del actuar», que especifican cómo se llevan a cabo las acciones; se sitúan más en el nivel de las tareas y de las acciones que en el de las actividades. El psicólogo alemán Marc Hassenzahl ha demostrado cómo este análisis de tres niveles puede utilizarse para guiar el desarrollo y el estudio

de la experiencia de una persona (experiencia del usuario, normalmente abreviada como UX, por sus siglas en inglés) en la interacción con productos.[55]

Centrarse en las tareas es demasiado limitante. El éxito de Apple con su reproductor de música, el iPod, se debió a que Apple daba respaldo a la actividad completa de escuchar música: descubrirla, adquirirla, introducirla en el reproductor, crear listas de reproducción (que podían compartirse) y escuchar música. Apple permitía además que otras empresas añadiesen elementos al sistema mediante altavoces externos, micrófonos y todo tipo de accesorios. Apple facilitó el envío de música dentro de casa para que pudiera escucharse en equipos de sonido de otras empresas. El éxito de Apple se debió a una combinación de dos factores: un diseño brillante y un soporte para toda la actividad del disfrute de la música.

Si diseñamos para las personas, los resultados quizá sean magníficos para la gente a la que va destinado el diseño, pero seguramente no encajarán con nadie más. Si diseñamos para las actividades, los resultados los podrá utilizar todo el mundo. Un gran beneficio de ello es que si los requisitos del diseño son coherentes con las actividades, la gente tolerará la complejidad y las exigencias de aprender algo nuevo: mientras esa complejidad y esas cosas nuevas que tengan que aprender parezcan adecuadas para la tarea, resultarán naturales y se considerarán razonables.

Diseño iterativo frente a fases lineales

El proceso de diseño tradicional es lineal. A veces se denomina «método en cascada», porque el progreso avanza en una sola dirección y, una vez que se han tomado decisiones, resulta difícil o imposible volver atrás. Esto contrasta con el método iterativo del diseño centrado en las personas, en el que el proceso es circular, con un constante perfeccionamiento, cambios continuos y fomento de la recuperación y de la reconsideración de decisiones tempranas. Muchos desarrolladores de *software* experimentan con variaciones sobre este tema, que reciben nombres diversos, como Scrum («melé») y Agile («ágil»).

Los métodos lineales en cascada tienen un sentido lógico. Tiene sentido que la investigación de diseño preceda al diseño mismo, que el diseño preceda al desarrollo de la ingeniería, que la ingeniería preceda a la fabricación, etc. La iteración tiene sentido para ayudar a aclarar el enunciado del problema y los requisitos; sin embargo, cuando los proyectos son grandes e implican a una cantidad considerable de personas, de tiempo y de presupuesto, resulta carísimo permitir que la iteración dure demasiado; por otro lado, los partidarios del desarrollo iterativo han visto cómo demasiados equipos de proyectos se apresuraban por desarrollar requisitos que luego resultaban ser fallidos y provocaban pérdidas enormes de dinero. Numerosos proyectos grandes han fracasado a un coste de miles de millones de dólares.

Los métodos en cascada más tradicionales se denominan métodos «con puertas», porque tienen una serie lineal de fases o etapas con una «puerta» que bloquea la transición de una fase a la siguiente. Esa puerta consiste en una revisión por parte de la dirección, durante la cual se evalúa el progreso y se toma la decisión de avanzar o no a la siguiente fase.

¿Qué método es mejor? Como ocurre siempre que se dan debates encarnizados, ambas opciones tienen sus virtudes y sus defectos. En el diseño, una de las actividades más complicadas consiste en plantear correctamente las especificaciones; en otras palabras, determinar que se está solucionando el problema correcto. Los métodos iterativos están diseñados para posponer la formación de especificaciones estrictas, para empezar por divergir entre un amplio conjunto de requisitos posibles o enunciados de problemas antes de converger, y luego divergir de nuevo entre una gran cantidad de posibles soluciones antes de converger. Los primeros prototipos tienen que ponerse a prueba mediante interacciones reales con la población objetivo para así perfeccionar los requisitos.

Sin embargo, el método iterativo es más apto para las primeras fases del diseño de un producto que para las más avanzadas. Además, resulta complicado ampliar sus procedimientos a la hora de manejar proyectos grandes. Resulta extremadamente difícil aplicarlo con éxito en proyectos que impliquen a cientos o incluso a miles de desarrolladores, que tarden años en concluirse y que cuesten millones o miles de millones de dólares. Entre esos grandes proyectos se encuentran bienes de consumo complejos y grandes trabajos de programación, como automóviles; sistemas operativos para ordenadores, tabletas y teléfonos; y procesadores de texto y hojas de cálculo.

Las puertas de decisión dan a la dirección del proyecto un control mucho mejor sobre el proceso del que tienen en los métodos iterativos. No obstante, son engorrosas. Las revisiones de la dirección en cada una de las puertas pueden conllevar una cantidad considerable de tiempo, tanto en su preparación como en el periodo de decisión posterior a las presentaciones. A veces se pierden semanas por la dificultad de cuadrar el calendario de todos los altos ejecutivos de los distintos departamentos de la empresa que quieren tener voz y voto.

Muchos grupos están experimentando con diferentes maneras de gestionar el proceso de desarrollo de los productos. Los mejores métodos combinan los beneficios de la iteración y de las revisiones por fases. La iteración se da dentro de las fases, entre las puertas. El objetivo es mantener lo mejor de los dos mundos: la experimentación por iteración para afinar el problema y la solución, junto con las revisiones de la dirección en las puertas.

El truco está en retrasar la especificación precisa de los requisitos del producto hasta que se hayan hecho algunas pruebas iterativas con prototipos de rápido despliegue, mientras se mantiene un control estricto del calendario, el presupuesto y la calidad. Puede parecer imposible prototipar proyectos grandes (por ejemplo, sistemas grandes de transporte), pero incluso en

esos casos las posibilidades son amplias. Los prototipos pueden ser objetos a escala, construidos por fabricantes de maquetas o con métodos de impresión en 3D. Incluso dibujos bien reproducidos, vídeos animados o sencillos bocetos de animación son útiles muchas veces. Las ayudas informáticas de realidad virtual permiten a la gente verse a sí misma utilizando el producto final, como en el caso de los edificios, para visualizarse viviendo o trabajando en ellos. Todos esos métodos pueden ofrecer una retroalimentación rápida sin consumir mucho tiempo ni mucho dinero.

La parte más complicada del desarrollo de productos complejos es la dirección: organizar, comunicar y sincronizar a las numerosas personas, grupos y departamentos que hacen falta para llevar a cabo el proyecto. Los proyectos grandes son especialmente difíciles, no solo por el problema de dirigir a tantas personas y grupos distintos, sino también porque el horizonte temporal tan lejano de esos proyectos introduce nuevas complicaciones. En los muchos años que se tarda en ir desde la formulación del proyecto a su finalización, los requisitos y las tecnologías seguramente cambien, con lo que parte del trabajo propuesto pasará a ser irrelevante y quedará obsoleto; la gente que hará uso de los resultados quizá cambie también; y las personas implicadas en la ejecución del proyecto cambiarán seguro.

Algunas personas abandonarán el proyecto, quizá por enfermedad o lesiones, jubilación o ascenso. Otras cambiarán de empresa o pasarán a tener otros puestos en la misma empresa. Sea cual sea el motivo, se perderá una cantidad considerable de tiempo en buscar sustitutos y en conseguir que estos alcancen el nivel necesario de conocimiento y aptitudes. A veces, ni siquiera es posible hacerlo, porque el conocimiento crucial sobre las decisiones y sobre los métodos para el proyecto está en forma de lo que llamamos «conocimiento implícito»; es decir, en la cabeza de los trabajadores. Si esos trabajadores se marchan, su conocimiento implícito se irá con ellos. La dirección de proyectos grandes es un reto complicado.

¿Eso que os acabo de contar? En realidad, no funciona así

En los apartados anteriores, se describe el proceso del diseño centrado en las personas para el desarrollo de productos. No obstante, he aquí un chiste viejo sobre la diferencia entre la teoría y la práctica:

> *En teoría, no hay diferencia entre la teoría y la práctica.*
> *En la práctica, sí la hay.*

El proceso del DCP describe la situación ideal, pero la realidad de la vida en una empresa a menudo obliga a la gente a comportarse de manera muy distinta a ese ideal. Un miembro desencantado del equipo de diseño de una empresa de productos de

consumo me contó que, aunque su empresa afirma confiar en la experiencia del usuario y en el uso del diseño centrado en las personas, en la práctica solo hay dos ejes que impulsen nuevos productos:

1. Añadir características que igualen a la competencia.
2. Añadir características impulsadas por una tecnología nueva.

«¿Miramos por las necesidades humanas?», preguntó retóricamente. «No», se respondió a sí mismo.

Es una cosa típica: las presiones del mercado añadidas a una empresa enfocada en la ingeniería generan cada vez más funciones, complejidad y confusión. Sin embargo, incluso las empresas que intentan analizar las necesidades humanas se ven frustradas por los diversos desafíos que plantea el proceso de desarrollo de un producto, en concreto, por el reto de enfrentarse a una cantidad insuficiente de tiempo y de dinero. De hecho, tras haber visto cómo tantos productos sucumbían a esos desafíos, propongo una «ley de desarrollo de productos».

La ley de desarrollo de productos de Don Norman

El día que empieza el proceso de desarrollo de un producto, el proyecto ya está fuera de plazo y supera el presupuesto.

Los lanzamientos de productos siempre van acompañados por calendarios y presupuestos. En general, el calendario suele estar condicionado por consideraciones externas, que incluyen vacaciones, ocasiones especiales para el anuncio de los productos e incluso calendarios de otras fábricas. Estuve trabajando en un producto al que le dieron un plazo nada realista de cuatro semanas porque la fábrica de España se iba de vacaciones y cuando los trabajadores regresaran sería demasiado tarde para que el producto saliera a tiempo para la temporada de compras navideñas.

Por otro lado, el desarrollo de un producto tarda cierto tiempo tan solo en empezar. La gente nunca está sentada sin nada más que hacer, esperando a que la llamen para ese producto. No: hay que reclutar al personal, aprobarlo y luego cambiar a las personas de puesto. Todo ello requiere tiempo, tiempo que raras veces se contempla en el calendario.

Imaginemos un equipo de diseño al que le dicen que va a trabajar en un producto nuevo. «Genial, vamos a mandar de inmediato a nuestros investigadores de diseño a estudiar a los clientes objetivo», exclama el equipo. «¿Cuánto tiempo será eso?», pregunta el director de producto. «Bueno, podemos hacerlo rápido: un par de semanas para los preparativos y luego dos semanas sobre el terreno. Quizá una semana para condensar los hallazgos. Cuatro o cinco semanas». «Lo siento, pero no hay tiempo. Y para el caso, tampoco tenemos presupuesto para mandar a un equipo sobre el terreno dos semanas». «Pero es esencial si queremos entender de verdad al cliente», replica el equipo de diseño. «Tenéis razón, pero ya estamos fuera de plazo:

no nos podemos permitir ni ese tiempo ni ese dinero. La próxima vez. La próxima vez lo haremos bien», asegura el director de producto. Salvo que nunca hay una próxima vez, porque cuando llega el siguiente producto se repiten los mismos argumentos: que el producto también ha empezado fuera de plazo y superando el presupuesto.

El desarrollo de un producto implica una mezcla increíble de disciplinas, desde diseñadores a ingenieros y programadores, equipos de fabricación, empaquetado, ventas, *marketing* y mantenimiento. Y más. El producto tiene que atraer a la base de clientes existente y además expandirse a una nueva clientela. Las patentes suponen un campo de minas para diseñadores e ingenieros, pues actualmente es casi imposible diseñar o crear algo que no entre en conflicto con alguna patente, lo que implica estar rediseñando constantemente para abrirse paso entre las minas.

Todas y cada una de las disciplinas tienen una visión distinta del producto, y todas tienen requisitos distintos pero muy concretos que cumplir. A menudo, los requisitos planteados por una disciplina se contradicen o son incompatibles con los de las demás, pero todos ellos son correctos cuando se ven desde las perspectivas correspondientes. Sin embargo, en la mayoría de las empresas esas disciplinas trabajan por separado: el diseño traslada sus resultados a ingeniería y a programación, que modificarán los requisitos para que encajen con sus necesidades; luego ellos trasladan sus resultados a fabricación, que hará más modificaciones, y después *marketing* pedirá nuevos cambios. Es un caos.

¿Cuál es la solución?

La manera de afrontar la escasez de tiempo que impide llevar a cabo una buena investigación de diseño con antelación consiste en separar ese proceso del equipo del producto: que los investigadores de diseño estén siempre sobre el terreno, estudiando constantemente posibles productos y clientes. Así, cuando se monte un equipo para el desarrollo de un producto, los diseñadores podrán decir: «Ya hemos analizado este caso y aquí están nuestras recomendaciones». El mismo argumento vale para los investigadores de mercado.

La lucha entre las disciplinas puede resolverse con equipos multidisciplinares cuyos participantes aprendan a entender y a respetar los requisitos de los demás. Los buenos equipos de desarrollo de productos trabajan como grupos armoniosos, con representantes de todas las disciplinas relevantes presentes en todo momento. Si todos los integrantes entienden todos los requisitos y puntos de vista, suele ser posible pensar en soluciones creativas que satisfagan la mayoría de las cuestiones. Cabe destacar que trabajar con esos equipos es también un reto. Cada cual habla un lenguaje técnico distinto. Cada disciplina cree ser la parte más importante del proceso. Con mucha frecuencia, cada disciplina cree que los demás son estúpidos que hacen peticiones inútiles. Se necesita un director de producto cualificado que genere un entendimiento y un respeto mutuos. Es difícil, pero puede hacerse.

Las prácticas de diseño descritas por el proceso de doble diamante y por el proceso de diseño centrado en las personas son lo ideal. Incluso aunque lo ideal raras veces pueda cumplirse en la práctica, siempre está bien aspirar a ello, aunque siendo siempre realistas con respecto a los desafíos impuestos por el tiempo y por el presupuesto. Dichos retos pueden superarse, pero solo si se reconocen y se integran en el proceso. Los equipos multidisciplinares permiten que la comunicación y la colaboración mejoren, ahorrando así a menudo tiempo y dinero.

El desafío del diseño

Es complicado hacer un buen diseño, por eso esta profesión es tan rica y comprometida, con resultados que pueden ser potentes y muy eficaces. A los diseñadores se les pide que averigüen la manera de manejar cosas complejas, la manera de gestionar la interacción entre la tecnología y la gente. Los buenos diseñadores aprenden rápido, pues a lo mejor hoy se les pide diseñar una cámara y mañana, un sistema de transporte o la estructura organizativa de una empresa. ¿Cómo puede una persona trabajar en ámbitos tan distintos? Porque los principios fundamentales del diseño para la gente son los mismos en todos esos ámbitos. La gente es la misma, y por tanto los principios del diseño también lo son.

Los diseñadores representan solo una parte de la compleja cadena de procesos y profesiones distintas que se ven implicados en la creación de un producto. Aunque el tema de este libro sea la importancia de satisfacer las necesidades de la gente que al final usará el producto en cuestión, hay otros aspectos del producto que también tienen importancia; por ejemplo, su eficacia técnica, que incluye las capacidades, la fiabilidad y el mantenimiento; los costes; y la viabilidad económica, que normalmente significa rentabilidad. ¿Lo va a comprar la gente? Todos esos aspectos plantean su propio conjunto de requisitos, que a veces parecen oponerse entre sí. El calendario y el presupuesto a menudo son las dos limitaciones más importantes.

Los diseñadores se esfuerzan mucho por determinar las necesidades reales de la gente y por cumplirlas, mientras que el *marketing* se preocupa de determinar lo que la gente va a comprar de verdad. Lo que la gente necesita y lo que luego compra son dos cosas distintas, pero ambas son importantes. Da igual lo genial que sea un producto si nadie lo compra. De manera similar, si los productos de una empresa no son rentables, la empresa puede quebrar. En empresas disfuncionales, cada departamento mira con escepticismo el valor que puedan añadir al producto los otros departamentos.

En una organización bien dirigida, los miembros del equipo procedentes de los diversos aspectos del ciclo del producto se reúnen para compartir sus requisitos y para trabajar de manera armoniosa en el diseño y en la generación de un producto que los satisfaga, a lo sumo con algunos sacrificios asumibles. En empresas disfuncionales, los distintos equipos trabajan aislados y a menudo discuten entre sí, viendo a veces cómo otros equipos cambian sus diseños o especificaciones de maneras que no

consideran razonables. Generar un buen producto exige mucho más que unas buenas capacidades técnicas: hace falta un funcionamiento armonioso y fluido, una organización cooperativa y respetuosa.

El proceso de diseño debe abordar numerosas limitaciones. En los apartados siguientes, analizo esos otros factores.

Los productos tienen múltiples requisitos enfrentados

Los diseñadores han de agradar a sus clientes, que no siempre son los usuarios finales. Pensemos en grandes electrodomésticos, como cocinas, frigoríficos, lavavajillas, lavadoras y secadoras; o incluso en grifos y termostatos para sistemas de calefacción y de aire acondicionado. A menudo, esos aparatos los compran promotores inmobiliarios o caseros. En las grandes empresas, las decisiones al respecto las toman los departamentos de compras; en las pequeñas, lo hacen los propietarios o directores. En todos estos ejemplos, el comprador seguramente esté interesado sobre todo en el precio, y quizá también en el tamaño o en el aspecto, pero casi seguro que no tiene en cuenta la usabilidad. Y una vez que los dispositivos se compren y se instalen, el comprador dejará de interesarse en ellos. El fabricante debe atender a los requisitos de las personas que toman las decisiones, porque son quienes comprarán el producto. Sí, las necesidades de los usuarios finales son importantes, pero para las empresas parecen tener una importancia secundaria.

En algunas situaciones predomina el coste. Supongamos por ejemplo que formamos parte de un equipo de diseño de fotocopiadoras industriales. En las empresas grandes, las fotocopiadoras las adquiere el Centro de Impresión y Copia y luego se reparten entre los diversos departamentos. Las fotocopiadoras se compran después de que se haya enviado una «solicitud de propuesta» formal a fabricantes y distribuidores. La selección casi siempre está basada en el precio, junto a una lista de funciones necesarias. ¿Usabilidad? No se tiene en cuenta. ¿Costes de formación? Tampoco. ¿Mantenimiento? Tampoco. No existen requisitos relacionados con la comprensión ni con la usabilidad del producto, ni siquiera aunque al final esos aspectos puedan acabar costándole a la empresa mucho dinero en tiempo perdido, en una mayor necesidad de llamadas a mantenimiento y en formación, e incluso por un descenso de la moral y de la productividad del personal.

Centrarse en el precio de venta es uno de los motivos por los que acabamos teniendo fotocopiadoras y teléfonos poco usables en nuestros lugares de trabajo. Si la gente se quejase lo suficiente, la usabilidad pasaría a ser un requisito en las especificaciones de compra, y ese requisito podría empezar a llegar a los diseñadores. Sin embargo, sin esa retroalimentación, los diseñadores a menudo tienen que diseñar productos lo más baratos posible porque esos son los que se venden. Los diseñadores deben entender a sus clientes, y en muchos casos el cliente es la persona que adquiere el producto, no la persona que de verdad lo utiliza. Es tan importante estudiar a quienes hacen la compra como a quienes utilizan el producto.

Para complicar aún más las cosas, hay que tener en cuenta a otros grupos de personas: ingenieros, desarrolladores, fabricantes, personal de mantenimiento, ventas y *marketing*, quienes han de traducir las ideas del equipo de diseño a la realidad y luego vender el producto y ocuparse de su mantenimiento una vez que se haya enviado. Esos grupos también son usuarios, no del producto, pero sí de los resultados del equipo de diseño. Los diseñadores están acostumbrados a integrar las necesidades de los usuarios del producto, pero raras veces tienen en cuenta las necesidades de los otros grupos implicados en el proceso del producto. No obstante, si no se toman en cuenta esas necesidades, conforme el desarrollo del producto avance en el proceso que va desde el diseño hasta las fases de ingeniería, *marketing*, fabricación, etc., los nuevos grupos irán descubriendo que no se han cubierto sus necesidades, por lo que cambiarán el producto. Sin embargo, las modificaciones graduales y *a posteriori* debilitan siempre la cohesión del producto. Si se hubieran sabido todos esos requisitos al inicio del proceso de diseño, se podría haber diseñado una solución mucho más satisfactoria.

Por lo general, los distintos departamentos de una empresa cuentan con personas inteligentes que intentan hacer lo que es mejor para la compañía. Cuando hacen cambios en un diseño, es porque sus requisitos no se han cubierto del modo adecuado. Sus preocupaciones y sus necesidades son legítimas, pero los cambios que se introducen así casi siempre resultan perjudiciales. La mejor manera de contrarrestar esto es garantizar que haya representantes de todos los departamentos presentes durante el proceso de diseño al completo, comenzando por la decisión de presentar el producto y siguiendo por toda la cadena, hasta el envío a los clientes, los requisitos de mantenimiento y las reparaciones y devoluciones. De este modo, podrán atenderse todas las preocupaciones en cuanto se descubran. Debe haber un equipo multidisciplinar que supervise el proceso de diseño, ingeniería y fabricación al completo, y que comparta los problemas y las preocupaciones de cada uno de los departamentos desde el primer día, de manera que todo el mundo pueda hacer un diseño que satisfaga esas cuestiones, y que cuando surja un conflicto, el grupo entero pueda determinar la solución más satisfactoria. Por desgracia, son pocas las empresas que están organizadas de esta forma.

El diseño es una actividad compleja. En cualquier caso, el único modo de que este proceso complejo llegue a buen puerto es que todas las partes relevantes trabajen juntas, como un equipo. La clave no es que el diseño vaya en contra de la ingeniería, ni contra el *marketing* y contra la fabricación: el diseño debe ir de la mano de todos esos actores. El diseño ha de tener en cuenta las ventas y el *marketing*, el mantenimiento y la asistencia, la ingeniería y la fabricación, los costes y los calendarios. Por eso es un reto tan enorme. Por eso es tan divertido y tan gratificante cuando todo se une para crear un producto de éxito.

Diseñar para gente especial

No existe la persona estándar. Eso plantea un problema particular para el diseñador, que normalmente debe lograr un único diseño para todo el mundo. El diseñador puede consultar manuales en los que aparezcan mesas donde se indique el alcance del brazo medio y la altura media de alguien sentado, cuánto puede estirarse hacia atrás la persona media mientras está sentada y cuánto espacio se necesita de media para las caderas, las rodillas y los codos. «Antropometría física», se llama este campo. Con datos, el diseñador puede tratar de ajustarse a los requisitos de tamaño de casi todo el mundo, por ejemplo alcanzando un percentil de 90, de 95 o incluso de 99. Supongamos que el producto está diseñado para incorporar los requisitos del percentil 95, es decir, de todo el mundo salvo del 5 por ciento de las personas, que serán más pequeñas o más grandes. Eso dejará fuera a muchísima gente. En Estados Unidos hay aproximadamente trescientos millones de personas, así que el 5 por ciento son quince millones de personas. Incluso aunque el diseño se dirija a un percentil 99, se quedarían fuera tres millones de personas. Y eso solo para Estados Unidos: en el mundo hay 7.000 millones de personas. Diseñar algo para el percentil 99 del mundo supone dejar fuera a setenta millones de personas.

Algunos problemas no se solucionan con ajustes ni con medias aritméticas: si hacemos la media entre un zurdo y un diestro, ¿qué obtenemos? A veces sencillamente es imposible construir un producto que se adapte a todo el mundo, así que la respuesta es construir diferentes versiones del mismo producto. Al fin y al cabo, no estaríamos contentos con una tienda que vendiese solo una talla y un tipo de ropa: esperamos que la ropa se ajuste a nuestros cuerpos, y la gente tiene una amplia variedad de tamaños. No esperamos que la gran variedad de artículos vendidos en una tienda de ropa les valga a todas las personas o sirva para todas las actividades; esperamos que exista una amplia variedad de electrodomésticos, de automóviles y de herramientas para poder seleccionar los que coincidan exactamente con nuestros requisitos. Un dispositivo no puede funcionar para todo el mundo. Incluso herramientas tan sencillas como los lápices tienen que diseñarse de forma distinta para actividades distintas y diferentes tipos de personas.

Pensemos en los problemas especiales de las personas ancianas y enfermas, de aquellas con alguna discapacidad, de las ciegas o casi ciegas, con sordera o dificultades auditivas, de las muy bajas o muy altas, o de personas que hablan otros idiomas. Diseñemos pensando en intereses y en niveles de destreza. No nos quedemos atrapados en estereotipos excesivamente generales e imprecisos. Volveré sobre estos grupos en el siguiente apartado.

El problema del estigma

> *No quiero meterme en una residencia. Tendría que estar rodeado de un montón de viejos.* (Comentario de un señor de noventa y cinco años).

Muchos dispositivos diseñados para ayudar a personas con dificultades concretas fracasan. Quizá estén bien diseñados, quizá resuelvan el problema, pero sufren el rechazo de los usuarios a los que van dirigidos. ¿Por qué? La mayoría de la gente no quiere ir anunciando sus dolencias. En realidad, mucha gente no quiere admitir que tiene una dolencia, ni siquiera ante sí misma.

Cuando Sam Farber quiso desarrollar un conjunto de utensilios domésticos que su esposa artrítica pudiera utilizar, se esforzó mucho por encontrar una solución que sirviese para todo el mundo. El resultado fue una serie de utensilios que revolucionaron ese campo. Por ejemplo, los peladores de verduras solían ser un utensilio de metal barato y sencillo, a menudo con la forma que se muestra a la izquierda en la figura 6.3. Su uso era incómodo, resultaba doloroso sujetarlos y ni siquiera eran muy eficaces pelando, pero todo el mundo daba por sentado que tenían que ser así.

FIGURA 6.3. Tres peladores de verduras. El tradicional pelador metálico de verduras se muestra a la izquierda: barato pero incómodo. El pelador OXO que revolucionó la industria se muestra a la derecha. El resultado de esta revolución se muestra en el centro: un pelador de la empresa suiza Kuhn Rikon, colorido y cómodo.

Tras un considerable trabajo de investigación, Farber se decidió por el pelador que se muestra a la derecha en la figura 6.3 y fundó una empresa, OXO, para fabricarlo y distribuirlo. Aunque el pelador estaba diseñado para alguien con artritis, se anunció como el mejor pelador para todo el mundo. Y lo era. Pese a que el diseño era más caro que el del pelador normal, tuvo tanto éxito que actualmente muchas empresas fabrican variaciones sobre ese modelo. Quizá cueste ver el pelador OXO como algo revolucionario porque ahora muchos han seguido sus pasos. El diseño se ha convertido en un tema fundamental incluso para utensilios tan sencillos como los peladores, tal y como demuestra el pelador del centro en la figura 6.3.

Pensemos en dos elementos especiales del pelador OXO: el coste y el diseño para alguien con una dolencia. ¿El coste? El pelador original era muy barato, así que un pelador que superase en muchas veces el coste del barato seguiría siendo barato. ¿Y el diseño especial para personas con artritis? Las virtudes que ofrecía para esas personas nunca se mencionaron, así que ¿cómo se descubrieron? OXO hizo lo que había que hacer y dejó que el mundo supiera que ese producto era mejor. Y el mundo tomó nota y lo convirtió en un éxito. Respecto a las personas que necesitaban un mango mejor, no tardó en correrse la voz. En la actualidad, muchas empresas han seguido los pasos de OXO y fabrican peladores que funcionan perfectamente bien, son cómodos y tienen colores. Véase la figura 6.3.

¿Usaríamos un andador, una silla de ruedas, unas muletas o un bastón? Muchas personas evitan todas esas cosas, aunque las necesiten, por la imagen negativa que dan: el estigma. ¿Por qué? Hace años, los bastones eran una moda: gente que no los necesitaba los usaba de todos modos, y se ponía a girarlos, a señalar con ellos, a esconder *brandy* o *whisky* en su interior y navajas o pistolas en los mangos. Basta con ver cualquier película en la que se represente el Londres del siglo XIX. ¿Por qué los dispositivos para personas que los necesitan no pueden ser igual de sofisticados y estar tan a la moda actualmente?

De todos los dispositivos orientados a ayudar a las personas mayores, quizá el más evitado sea el andador. En su mayoría son feísimos. Van gritando: «¡Aquí hay discapacidad!». ¿Por qué no transformarlos en productos de los que estar orgullosos? Una declaración de estilo, quizá. Esta idea ya ha empezado a extenderse entre algunos aparatos médicos. Algunas empresas están fabricando audífonos y gafas para niños y para adolescentes con colores y con estilos especiales que puedan atraer a esos grupos de edad. Accesorios de moda. ¿Por qué no?

La juventud no debería sonreír con suficiencia ante esto. Las discapacidades físicas pueden empezar pronto, con veintipocos años. Con cuarenta y tantos, los ojos de la mayoría de la gente ya no se ajustan lo suficiente para poder enfocar a cualquier

distancia, así que hace falta algo que lo compense, ya sean gafas de lectura, bifocales, lentes de contacto especiales o incluso intervenciones quirúrgicas.

Muchas personas de ochenta o noventa años siguen en buena forma mental y física, y la sabiduría acumulada de sus años conlleva un rendimiento superior en muchas tareas.[56] Sin embargo, la fuerza y la agilidad físicas sí disminuyen, el tiempo de reacción aumenta y la visión y la audición presentan deficiencias, junto a una menor capacidad para dividir la atención o para cambiar rápidamente entre varias tareas opuestas.

A cualquiera que esté pensando en envejecer le recuerdo que, aunque las capacidades físicas disminuyan con la edad, muchas capacidades mentales siguen mejorando, sobre todo las que dependen de la acumulación de experiencia, de la reflexión profunda y de un mayor conocimiento. La gente más joven es más ágil y está más dispuesta a experimentar y a asumir riesgos. La gente mayor tiene más conocimiento y sabiduría. El mundo se beneficia de esa mezcla, y los equipos de diseño también.

El diseño para personas con necesidades especiales a menudo recibe el nombre de «diseño inclusivo o universal», unos calificativos adecuados, dado que con frecuencia todo el mundo sale beneficiado. Si unas letras se hacen más grandes y se usa una fuente de mayor contraste, cualquiera podrá leerlas mejor; en entornos poco iluminados, incluso las personas con la mejor vista del mundo se beneficiarán de esas letras. Hacer las cosas ajustables implica que más gente pueda usarlas; incluso puede haber personas a las que ya les gustasen esas cosas de antes y que después del cambio las aprecien todavía más. Al igual que invoco el llamado «mensaje de error» de la figura 4.6 como mi vía normal para salir de un programa debido a que es más sencillo que la llamada «manera correcta», las características especiales creadas para gente con necesidades especiales a menudo resultan ser útiles para una amplia variedad de personas.

La mejor solución para el problema de hacer diseños para todo el mundo es la flexibilidad: la flexibilidad en cuanto al tamaño de las imágenes en las pantallas de ordenador o en cuanto al tamaño, la altura y los ángulos de las mesas y las sillas. Permitamos que las personas ajusten sus propios asientos, sus mesas y sus dispositivos de trabajo. Permitamos que ajusten la iluminación, el tamaño de fuente y el contraste. La flexibilidad en nuestras carreteras quizá implique garantizar que haya rutas alternativas con diferentes límites de velocidad. Las soluciones fijas siempre van a fracasar entre alguna gente; las soluciones flexibles al menos ofrecen una oportunidad para quienes tienen necesidades diferentes.

La complejidad está bien. Lo malo es la confusión

La cocina cotidiana es compleja. Tenemos múltiples instrumentos solo para servir la comida y comérnosla. La cocina típica incluye todo tipo de utensilios para cortar, objetos para calentar y aparatos de cocinado. La manera más sencilla de entender la

complejidad es tratar de preparar un plato en una cocina que no conozcamos. Incluso excelentes cocineros tienen problemas cuando trabajan en entornos nuevos.

La cocina de otra persona nos parece complicada y confusa, algo que no nos ocurre con la nuestra. Seguramente podemos decir lo mismo de todas las habitaciones de una casa. Cabe destacar que esta sensación de confusión en realidad está ligada al conocimiento. Mi cocina les parece confusa a otros, pero no a mí. A su vez, la cocina de otros a mí me resulta confusa, pero no a los otros. Así que la confusión no está en la cocina: está en la mente. «¿Por qué las cosas no pueden ser sencillas?», nos decimos. Bueno, uno de los motivos es que la vida es compleja, al igual que las tareas con las que nos topamos. Y nuestras herramientas tienen que ajustarse a las tareas.

Este tema me motiva tanto que escribí un libro entero al respecto, *Living with Complexity*, en el que comentaba que la complejidad es esencial; lo indeseable es la confusión. Ahí distinguía entre *complejidad*, un factor que necesitamos que se ajuste a las actividades de las que formamos parte, y *complicación*, que definía como equivalente a *confusión*. ¿Cómo evitamos la confusión? Bueno, he aquí donde entran en juego las capacidades del diseñador.

El principio más importante para domar la complejidad es ofrecer un buen modelo conceptual, cuestión que ya se ha abordado bastante en este libro. Volvamos sobre la aparente complejidad de la cocina. La gente que la utiliza entiende por qué cada objeto está guardado donde está: ese aparente orden aleatorio suele esconder una estructura. Incluso las excepciones encajan, aunque su motivación sea algo como «es que era demasiado grande para meterlo en el cajón correspondiente y no sabía dónde ponerlo»; esas razones bastan para que la persona que guardó ahí ese objeto tenga una estructura que comprenda bien. Una vez que las entendemos, las cosas complejas no son complicadas.

Estandarización y tecnología

Si examinamos la historia de los avances en todos los campos tecnológicos, veremos que algunas mejoras llegan de manera natural con la propia tecnología y otras surgen de la estandarización. La historia más temprana del automóvil es un buen ejemplo. Los primeros coches eran muy complicados de manejar. Exigían una fuerza y una destreza superiores a las capacidades de muchos. Algunos problemas se resolvieron con la automatización: el estárter, el avance de encendido y el motor de arranque. Otros aspectos de los coches y de la conducción se estandarizaron mediante el largo proceso de las comisiones de estándares internacionales:

- Por qué lado de la carretera conducir (constante dentro de un país, pero variable de un país a otro).
- En qué lado del coche se sienta el conductor (según por qué lado de la carretera se conduzca).

→ La ubicación de elementos esenciales: volante, freno, embrague y acelerador (siempre la misma, ya sea en el lado izquierdo o en el derecho del coche).

La estandarización es un tipo de limitación cultural. Con la estandarización, una vez que hemos aprendido a conducir un coche, nos sentiremos seguros para conducir cualquier otro en cualquier parte del mundo, y con razón. La estandarización supone un gran avance para la usabilidad.

Fijación de estándares

Tengo a suficientes amigos en comisiones de estándares nacionales e internacionales como para entender que el proceso de determinar un estándar internacionalmente aceptado es laborioso. Pese a que todas las partes coincidan en los méritos de la estandarización, la tarea de seleccionar esos estándares acaba siendo un asunto largo y muy politizado. Una pequeña empresa puede estandarizar sus productos sin demasiada dificultad, pero para un organismo industrial, nacional o internacional es mucho más complicado acordar unos estándares. Existe incluso un procedimiento estandarizado para fijar estándares nacionales e internacionales. Una serie de organizaciones nacionales e internacionales trabajan sobre los estándares; cuando se propone un nuevo estándar, este debe pasar por toda la jerarquía organizativa. Los pasos son complejos, porque si hay tres maneras de hacer algo, seguro que hay firmes defensores de cada una de ellas, además de gente que afirme que es demasiado pronto para esa estandarización.

FIGURA 6.4. El reloj no estándar. ¿Qué hora es? Este reloj es igual de lógico que el estándar, salvo que las manecillas se mueven en la dirección opuesta y el doce no está en el lugar de siempre. Sin embargo, sigue la misma lógica. Entonces, ¿por qué resulta difícil de leer? ¿Qué hora es la que se muestra? Las 7.11, claro.

Todas las propuestas se debaten en la reunión de la comisión de estándares ante la que se presentan y luego se devuelven a la organización auspiciadora —que a veces es una empresa y otras una sociedad profesional—, donde se recopilan las objeciones y las contraobjeciones. A continuación, la comisión de estándares vuelve a reunirse para debatir las objeciones. Y así una y otra vez. Cualquier empresa que ya esté publicitando un producto que cumpla con el estándar propuesto tendrá una ventaja económica enorme, y por tanto el aspecto económico y político del asunto influye sobre los debates en la misma medida que la verdadera esencia tecnológica. La duración del proceso será casi seguro de cinco años, y bastante a menudo incluso más.

El estándar resultante suele ser un acuerdo mutuo entre las diferentes posiciones rivales, con frecuencia mediante un acuerdo a la baja. A veces, la respuesta consiste en ponerse de acuerdo en varios estándares incompatibles: pensemos en la coexistencia de los sistemas métrico e imperial, y de los automóviles para conducir por la izquierda y por la derecha; existen también diversos estándares internacionales para los voltajes y para las frecuencias de la electricidad, y varios tipos distintos de enchufes y de tomas de corriente (que no son intercambiables).

Por qué se necesitan estándares: una sencilla ilustración

Con todas estas dificultades y con los constantes avances de la tecnología, ¿de verdad hacen falta estándares? Sí, hacen falta. Pensemos en el reloj cotidiano. Está estandarizado. Imaginemos lo que nos costaría leer la hora en un reloj que funcionase al revés, en el que las manecillas girasen en sentido «contrario a las agujas del reloj». Existen algunos relojes así, sobre todo con una vis cómica. Cuando un reloj infringe de verdad los estándares, como el de la figura 6.4, en la página anterior, es complicado determinar qué hora se muestra. ¿Por qué? La lógica que se esconde tras la hora es idéntica a la de los relojes convencionales; solo hay dos diferencias: las manecillas giran en la dirección opuesta (hacia la derecha) y la ubicación del doce (normalmente en la parte superior) está desplazada. Este reloj es tan lógico como el estándar. Nos molesta porque hemos creado un estándar basado en un sistema distinto, en la propia definición de la expresión «en el sentido de las agujas del reloj». Sin esa estandarización, la lectura del reloj sería más complicada: habría que averiguar constantemente el mapeo.

Un estándar que tardó tanto que la tecnología lo superó

Yo mismo he participado en la fase final del proceso político destinado a fijar los estándares estadounidenses de la televisión de alta definición, un proceso complejo e increíblemente largo. En la década de 1970, los japoneses desarrollaron un sistema de televisión nacional que tenía una resolución muy superior a los estándares usados por entonces: lo llamaron «televisión de alta definición».

En 1995, dos décadas después, la industria televisiva de Estados Unidos propuso su propio estándar de televisión de alta definición (*high-definition TV* o HDTV) ante la Federal Communications Commission (FCC). Sin embargo, la industria informática señaló que esas propuestas no eran compatibles con cómo los ordenadores mostraban imágenes, así que la FCC se opuso a los estándares planteados. Apple movilizó a otros miembros de la industria y, como vicepresidente de tecnología avanzada de la empresa, me seleccionaron como su portavoz (en la descripción que haré a continuación obviaré la jerga, que resulta superflua). La industria televisiva propuso una amplia variedad de formatos permisibles, incluidos unos con píxeles rectan-

gulares y exploración entrelazada. Dadas las limitaciones técnicas de la década de 1990, se sugirió que la imagen de más alta calidad tuviese mil ochenta líneas entrelazadas (1080i, por el inglés *interlaced lines*). Nosotros solo queríamos una exploración progresiva, por lo que insistimos en setecientas veinte líneas mostradas progresivamente (720p), con el argumento de que la naturaleza progresiva de la exploración compensaba el menor número de líneas.

La batalla fue acalorada. La FCC les dijo a todas las partes rivales que se encerraran en una habitación y que no salieran hasta que no hubiesen llegado a un acuerdo. Como resultado, me pasé horas y horas en despachos de abogados. Acabamos alcanzando un acuerdo de locos que reconocía múltiples variaciones del estándar, con resoluciones de 480i y 480p (lo que se llamó «definición estándar»), 720p y 1080i (lo que se llamó «alta definición») y dos relaciones de aspecto distintos para las pantallas (la relación de ancho-largo), que eran de 4:3 (= 1,3; el antiguo estándar) y de 16:9 (= 1,8; el nuevo estándar). Además, se admitía una gran cantidad de velocidad de fotogramas (básicamente, las veces por segundo que se transmitía una imagen). Sí, era un estándar, o para ser más precisos un gran número de estándares. De hecho, uno de los métodos de transmisión admitidos consistía en utilizar cualquier método (siempre que integrase sus propias especificaciones junto con la señal). Era un caos, pero hubo acuerdo. Después de que se hiciera oficial el estándar en 1996, pasaron unos diez años más hasta que la HDTV se consideró aceptada, a lo que ayudó, en última instancia, una nueva generación de pantallas de televisión que eran grandes, finas y baratas. El proceso en su totalidad duró unos treinta y cinco años desde las primeras emisiones de los japoneses.

¿Mereció la pena la batalla? Sí y no. En los treinta y cinco años que tardó en alcanzarse el estándar, la tecnología siguió evolucionando, por lo que el estándar resultante era mucho mejor que el primero que se había propuesto tantos años atrás. Por otro lado, la HDTV de hoy supone una mejora enorme respecto a lo que teníamos antes (ahora llamada «definición estándar»). Sin embargo, las minucias de los detalles que centraron la lucha entre las empresas informáticas y las de televisores fueron absurdas. Mis expertos técnicos no paraban de intentar demostrarme la superioridad de las imágenes a 720p respecto a las imágenes a 1080i, aunque yo necesité horas de visionado de escenas especiales bajo una guía experta para distinguir las deficiencias de las imágenes entrelazadas (las diferencias solo se detectaban en imágenes complejas en movimiento). Así que ¿por qué nos importaba tanto?

Las pantallas de televisión y las técnicas de compresión han mejorado hasta tal punto que el entrelazado ya no hace falta. Las imágenes a 1080p, que se creían imposibles, son ahora de lo más comunes. Algoritmos sofisticados y procesadores de alta velocidad posibilitan la transformación de un estándar en otro; ni siquiera los píxeles rectangulares suponen ya un problema.

Mientras escribo esto, el principal escollo está en la discrepancia existente entre las relaciones de aspecto. Las películas se hacen con muchas relaciones de aspecto distintas (y ninguna de ellas es el nuevo estándar), así que cuando se proyectan en

pantallas de televisión hay que cortar parte de la imagen o dejar secciones de la pantalla en negro. ¿Por qué se fijó la relación de aspecto de la HDTV en 16:9 (o 1,8) si ninguna película la utilizaba? Porque a los ingenieros les gustaba: elevando al cuadrado la relación de aspecto de 4:3 se obtenía la nueva, 16:9.

Actualmente estamos a punto de embarcarnos en otra lucha de estándares en el campo de la televisión. En primer lugar, está la televisión tridimensional o en 3D. Además, hay propuestas de una ultra alta definición: 2.160 líneas (y una duplicación también de la resolución horizontal), cuatro veces la resolución de nuestras mejores televisiones actuales (1080p). Una empresa quiere multiplicar por ocho la resolución y otra plantea una relación de aspecto de 21:9 (= 2,3). He visto esas imágenes y son maravillosas, aunque solo tienen relevancia en pantallas grandes (de al menos 60 pulgadas, o 1,5 metros, de longitud en diagonal) y cuando el espectador está cerca de la pantalla.

A veces, los estándares tardan tanto en fijarse que cuando se extiende su práctica son ya irrelevantes. En cualquier caso, los estándares son necesarios: nos simplifican la vida y permiten que diferentes marcas de equipamiento trabajen juntas en armonía.

Un estándar que nunca cuajó: la hora digital

Estandarizar nos simplifica la vida: todo el mundo aprende el sistema una sola vez y ya está. Pero no hay que estandarizar demasiado pronto o quizá nos veamos atrapados en una tecnología primitiva, o introduciendo normas que resulten ser sumamente ineficaces o que incluso provoquen errores. Estandarizar demasiado tarde puede suponer que existan ya tantas maneras distintas de hacer las cosas que sea imposible acordar un estándar internacional. Cuando existe un acuerdo sobre una tecnología anticuada, a lo mejor es demasiado caro que todo el mundo cambie al nuevo estándar. El sistema métrico es un buen ejemplo de ello: se trata de un sistema mucho más sencillo y usable como representación de la distancia, el peso, el volumen y la temperatura que el viejo sistema imperial de pies, libras, segundos y grados en la escala Fahrenheit. Sin embargo, naciones industrializadas muy ligadas ya a ese estándar de medición antiguo aseguran que no pueden permitirse los enormes costes y la gran confusión que supondría hacer la conversión, así que estamos atrapados en dos estándares, y seguiremos así al menos unas cuantas décadas más.

¿Nos plantearíamos cambiar el modo en el que especificamos el tiempo? El sistema actual es arbitrario. El día se divide en veinticuatro unidades bastante arbitrarias pero estándares: las horas. Pero en algunas regiones la hora la manejamos en unidades de doce, no de veinticuatro, así que tenemos dos ciclos de doce horas, además de la convención especial de «a. m.» y «p. m.» para saber de qué ciclo hablamos. Luego, dividimos cada hora en sesenta minutos y cada minuto en sesenta segundos.

¿Y si pasáramos a hacer divisiones métricas, y dividiésemos los segundos en décimas, milisegundos y microsegundos? Tendríamos días, milidías y microdías. Necesitaríamos una hora, un minuto y un segundo nuevos; los llamaríamos la hora digital, el minuto digital y el segundo digital. Sería un sistema fácil: diez horas digitales en un día, cien minutos digitales en una hora digital, cien segundos digitales en un minuto digital.

Una hora digital duraría exactamente 2,4 veces una hora antigua, o 144 minutos de los antiguos. Así, el periodo de una hora antigua en el aula o en un programa de televisión se sustituiría por un periodo de media hora digital, o cincuenta minutos digitales, lo que supondría solo un 20 por ciento más de tiempo que la hora actual. Podríamos adaptarnos a las diferencias de duración con relativa facilidad.

¿Qué me parece a mí? Lo prefiero, sin duda. Al fin y al cabo, el sistema decimal, en el que se apoyan los números y la aritmética de casi todo el mundo, utiliza una aritmética de base 10 y, como resultado, las operaciones aritméticas son mucho más sencillas en el sistema métrico. Muchas sociedades han utilizado otros sistemas, entre los que son comunes las bases de 12 y de 60. Así, el doce se usa para el número de unidades de una docena, las pulgadas de un pie, las horas de cada ciclo en un día y los meses de un año; y sesenta para el número de segundos en un minuto, segundos en un grado y minutos en una hora.

Los franceses propusieron que el tiempo pasara a medirse con un sistema decimal en 1792, durante la Revolución francesa, cuando tuvo lugar el gran cambio al sistema métrico. El sistema métrico sí cuajó en pesos y longitudes, pero no en el tiempo. El tiempo decimal se usó lo bastante para que llegasen a fabricarse relojes decimales, pero al final se descartó. Muy mal. Cuesta mucho cambiar hábitos muy fijos. Seguimos usando el teclado QWERTY y en Estados Unidos aún se miden las cosas en pulgadas y pies, en yardas y millas, en Fahrenheit, en onzas y libras. El mundo sigue midiendo el tiempo en unidades de 12 y de 60, y divide el círculo en 360 grados.

En 1998, Swatch, la empresa suiza de relojes, hizo su propio intento de introducir el tiempo decimal mediante lo que se llamó la Swatch International Time.[57] Swatch dividió el día en mil «.beats», y cada .beat era algo menos de noventa segundos (un .beat se corresponde a un minuto digital). Este sistema no recurría a zonas horarias, así que en todo el mundo la gente estaría sincronizada con sus relojes. Sin embargo, eso no simplificaba el problema de sincronizar conversaciones programadas, porque sería complicado hacer que el sol se comportase en consecuencia. La gente seguiría queriendo levantarse en torno a la salida del sol y eso ocurriría en diferentes horas Swatch por todo el mundo. Como resultado, aunque la gente tuviese los relojes sincronizados, seguiría siendo necesario saber cuándo se levantaban las distintas poblaciones, cuándo comían, cuándo entraban y salían del trabajo y cuándo se iban a dormir, y esas horas variarían a lo largo del mundo. No se sabe con certeza si

Swatch iba en serio con su propuesta o si fue una gran treta publicitaria. Tras unos años de publicidad, durante los que la empresa fabricó relojes digitales que daban la hora en .beats, todo quedó en nada.

Hablando de estandarización, Swatch llamó a su unidad de tiempo básica «.beat» usando un punto como primer carácter, una fórmula no estándar que resulta caótica para los sistemas de corrección ortográfica que no están configurados para gestionar palabras que empiecen por signos de puntuación.

Complicar las cosas deliberadamente

> *¿Cómo puede el buen diseño (un diseño que sea usable y entendible) equilibrarse con la necesidad de «discreción» o de privacidad, o bien de protección? Es decir, algunas aplicaciones de diseño afectan a ámbitos delicados y es necesario aplicar un control estricto sobre quién las usa y las comprende. Quizá no nos interese que cualquier usuario de a pie pueda arriesgar la seguridad de un sistema porque lo conozca demasiado. ¿No podríamos aceptar que algunas cosas no hay que diseñarlas bien? ¿No pueden seguir siendo crípticas algunas cosas para que solo usen ese sistema quienes tengan autorización, o una amplia formación o lo que sea? Disponemos de contraseñas, claves y otro tipo de comprobaciones de seguridad, sí, pero a veces eso es un fastidio para el usuario privilegiado. En algunos contextos, parece que si no obviamos el buen diseño el propósito de la existencia del sistema queda anulado.* (Una consulta que me envió por correo electrónico una estudiante, Dina Kurktchi. Es la consulta perfecta).

En una escuela de Stapleford, Inglaterra, me topé con una puerta muy complicada de abrir: requería del manejo simultáneo de dos pestillos, uno en la parte superior de la puerta y otro en la inferior. Costaba mucho encontrar los pestillos y también llegar a ellos y usarlos. Pero esa dificultad era deliberada: se trataba de un buen diseño. La puerta estaba en una escuela para niños discapacitados y no querían que esos niños pudieran salir a la calle sin un adulto. Solo los adultos eran lo bastante grandes para manejar los dos pestillos. Hacía falta infringir las normas de la facilidad de uso.

Muchas cosas se conciben para que sea fácil utilizarlas y luego no es así. Sin embargo, algunas cosas son deliberadamente complicadas de utilizar y así debe ser. La lista de cosas que deberían ser difíciles de usar es sorprendentemente larga:

- Cualquier puerta diseñada para que la gente permanezca dentro o fuera.
- Sistemas de seguridad diseñados para que solo puedan utilizarlos personas autorizadas.
- Maquinaria peligrosa que debería estar restringida.
- Actividades peligrosas que puedan suponer riesgo de muerte o de lesiones si se hacen accidentalmente o mal.
- Puertas secretas, armarios y cajas fuertes que no queremos que cualquier persona pueda saber que están ahí, y mucho menos que pueda manejarlos.

- Casos pensados deliberadamente para interrumpir la acción rutinaria normal (tal y como se ha comentado en el capítulo 5). Por ejemplo, el reconocimiento exigido antes de eliminar de forma permanente un archivo de un ordenador, los seguros de pistolas y rifles o las anillas de los extintores.
- Controles que requieren de dos acciones simultáneas para que el sistema funcione; los controles estarán separados para que hagan falta dos personas para manejarlos, evitando así que una sola persona lleve a cabo una acción no autorizada (esto se usa en sistemas de seguridad o en actividades cruciales para la seguridad).
- Armarios y botes para medicamentos y sustancias peligrosas deliberadamente complicados de abrir para que sean seguros para los niños.
- Juegos, una categoría en la que los diseñadores desobedecen deliberadamente las leyes de la comprensión y de la usabilidad. Los juegos tienen que ser difíciles; en algunos de ellos, parte del desafío consiste en averiguar qué hacer y cómo hacerlo.

Incluso cuando una falta de usabilidad y de comprensión es deliberada, sigue siendo importante conocer las normas del diseño entendible y usable por dos motivos. En primer lugar, ni siquiera los diseños deliberadamente complicados son complicados del todo. Por lo general, hay una parte difícil, diseñada para que la gente no autorizada no utilice el dispositivo, y el resto debería seguir los principios normales del buen diseño. En segundo lugar, incluso cuando nuestro trabajo es poner las cosas difíciles, tenemos que saber cómo conseguirlo. En este caso, las normas son útiles porque estipulan lo contrario a cómo proceder con la tarea. Las normas pueden infringirse sistemáticamente del siguiente modo:

- Ocultar componentes básicos: hacer las cosas invisibles.
- Utilizar mapeos nada naturales para la fase de ejecución del ciclo de acción, de modo que la relación de los controles con las cosas que han de controlarse sea inadecuada o azarosa.
- Hacer que las acciones sean físicamente difíciles de llevar a cabo.
- Exigir un momento exacto para actuar o una manipulación física precisa.
- No ofrecer ninguna retroalimentación.
- Utilizar mapeos nada naturales para la fase de evaluación del ciclo de acción, de modo que sea complicado interpretar el estado del sistema.

Los sistemas de seguridad plantean un problema especial en cuanto a diseño. Con frecuencia, el rasgo de diseño añadido para garantizar la seguridad elimina un peligro, pero crea a su vez otro peligro secundario. Cuando los trabajadores abren un agujero en una calle, tienen que colocar barreras para evitar que los coches y la gente se caigan en el agujero. Aunque las barreras

solucionan un problema, plantean otro peligro, que suele mitigarse añadiendo carteles y luces intermitentes para advertir de su presencia. A menudo, las puertas y luces de emergencia y las alarmas han de ir acompañadas de señales de advertencia o de otras barreras que controlen cuándo y cómo usarlas.

Diseño: desarrollar tecnología para la gente

El diseño es una disciplina maravillosa que aúna tecnología y personas, negocios y política, cultura y comercio. Las diferentes presiones que sufre el diseño son serias y plantean desafíos enormes para el diseñador. Al mismo tiempo, los diseñadores han de mantener siempre en mente, ante todo, que los productos los usará la gente. Por eso el diseño es una disciplina tan gratificante: por un lado, hay unas limitaciones tristemente complejas que superar; por el otro, está la oportunidad de desarrollar cosas que ayuden a la vida de la gente y la enriquezcan, que aporten beneficios y disfrute.

---

[50] El patrón de doble divergencia-convergencia lo introdujo por primera vez el British Design Council en 2005, que lo llamó «modelo de proceso de diseño de doble diamante» (British Design Council, 2005).

[51] El proceso de diseño centrado en las personas tiene muchas variantes, todas ellas similares en espíritu pero distintas en los detalles. Se puede consultar un buen resumen del método que describo aquí en el libro y kit de herramientas sobre el DCP elaborado por la empresa de diseño IDEO (IDEO, 2013).

[52] Respecto al prototipado, véase el libro y el manual de Buxton sobre el bocetado (Buxton, 2007; Greenberg, Carpendale, Marquardt y Buxton, 2012). Existen múltiples métodos utilizados por los diseñadores para entender la naturaleza del problema y llegar a una posible solución. La obra *101 Design Methods* (101 métodos de diseño; 2013) de Vijay Kumar ni siquiera los abarca todos. El libro de Kumar ofrece una manera excelente de tratar los métodos de investigación de diseño, aunque se centra en la innovación, no en la generación de productos, así que no cubre el ciclo de desarrollo real. El prototipado físico, las pruebas y las repeticiones quedan fuera de su alcance, y también las preocupaciones prácticas del mercado, que es el tema de la última parte de este capítulo y de todo el capítulo 7.

[53] La técnica Mago de Oz recibe su nombre del libro de L. Frank Baum *El maravilloso mago de Oz* (Baum y Denslow, 1900). Mi uso de esta técnica está descrito en el artículo que redactó el grupo dirigido por el investigador en inteligencia artificial Danny Bobrow, en lo que entonces se llamaba el Xerox Corporation's Palo Alto Research Center (Bobrow *et al.*, 1997). El «estudiante de posgrado» sentado en la otra habitación era Allen Munro, que luego tendría una distinguida carrera profesional como investigador.

[54] El argumento de Jakob Nielsen de que cinco usuarios es el número ideal para la mayoría de las pruebas se encuentra en el sitio web del Nielsen Norman Group (Nielsen, 2013).

[55] El uso que hace Marc Hassenzahl de los tres niveles de objetivos (del ser, del hacer y del actuar) se describe en muchos sitios, pero recomiendo encarecidamente su libro *Experience Design* (Diseño de experiencias; Hassenzahl, 2010). Los tres objetivos proceden del trabajo de Charles Carver y Michael Scheier, expuesto en su libro seminal sobre el uso de modelos de retroalimentación, caos y teoría dinámica para explicar gran parte del comportamiento humano (Carver y Scheier, 1998).

[56] Un buen repaso al impacto de la edad en factores humanos lo ofrece Frank Schieber (2003). El informe de Igo Grossmann y otros colegas es un ejemplo típico de investigación que muestra que unos estudios minuciosos revelan un mejor rendimiento con la edad (Grossmann *et al.*, 2010).

[57] El desarrollo de Swatch del tiempo .beat y el tiempo decimal francés se comentan en el artículo de la Wikipedia sobre el tiempo decimal (colaboradores de Wikipedia, 2013b).

07

Diseñar en el mundo de los negocios

Las realidades del mundo imponen serias limitaciones al diseño de productos. Hasta ahora he descrito el caso ideal, dando por hecho que los principios del diseño centrado en las personas podrían seguirse en abstracto, esto es, sin prestar atención al mundo real de la competencia, los costes y los calendarios. Habrá requisitos contradictorios surgidos de fuentes distintas, todos ellos legítimos, todos ellos pendientes de resolución. Todas las partes implicadas deberán llegar a acuerdos intermedios.

Llega el momento ahora de examinar las preocupaciones que surgen más allá del diseño centrado en las personas y que afectan al desarrollo de los productos. Empezaré por el impacto de las fuerzas de la competencia, que impulsan la introducción de características adicionales, a menudo hasta el exceso; es la causa de la enfermedad apodada «funcionitis», cuyo principal síntoma es el «funcionalismo insidioso». A partir de ahí, examinaré los motores del cambio, comenzando por los derivados de la tecnología. Cuando surgen nuevas tecnologías, existe la tentación de desarrollar de inmediato nuevos productos. Sin embargo, el tiempo para que productos radicalmente nuevos tengan éxito se mide en años, décadas o, en algunos casos, siglos. Esto me lleva a examinar las dos formas de innovación en productos que son relevantes para el diseño: la gradual (menos glamurosa pero más común) y la radical (más glamurosa pero de escaso éxito).

Concluiré con unas reflexiones sobre la historia y sobre las perspectivas de futuro de este libro. La primera edición ha tenido una vida larga y fructífera. Veinticinco años es una cantidad de tiempo asombrosamente larga para que un libro centrado en la tecnología haya mantenido su relevancia. Si esta edición revisada y ampliada dura lo mismo, serán en total cincuenta años de *El diseño de las cosas cotidianas*. En los próximos veinticinco años, ¿qué nuevos avances habrá? ¿Cuál será el papel de la tecnología en nuestra vida y en el futuro de los libros, y cuáles serán las obligaciones morales de la profesión del diseño? Por último,

¿durante cuánto tiempo seguirán siendo relevantes los principios recogidos en este libro? Mi opinión no debería sorprender a nadie: siempre serán igual de relevantes que hace veinticinco años y que hoy en día. ¿Por qué? La razón es sencilla. A la hora de ajustarse a las necesidades y las capacidades humanas, el diseño de la tecnología viene determinado por la psicología de la gente. Sí, las tecnologías pueden cambiar, pero la gente seguirá siendo la misma.

Fuerzas rivales

Actualmente, fabricantes de todo el mundo compiten entre sí. Las presiones de la competencia son muy fuertes. Después de todo, solo hay unas cuantas maneras básicas de competir entre fabricantes, y tres de las más importantes son el precio, las funciones y la calidad (por desgracia, a menudo en ese orden de importancia). La velocidad es importante, no vaya a ser que otra empresa se adelante en la carrera por la presencia en el mercado. Esas presiones complican el cumplimiento de todo el proceso iterativo para mejorar constantemente un producto. Incluso productos de la vida doméstica más o menos estables, como los automóviles, los aparatos de cocina, los televisores y los ordenadores, se enfrentan a múltiples fuerzas de un mercado competitivo que insta a la introducción de cambios sin las pruebas ni el perfeccionamiento suficientes.

He aquí un ejemplo sencillo y real. Estoy trabajando con una empresa nueva y emergente en el desarrollo de una línea innovadora de aparatos para cocinar. Los fundadores de la empresa partieron de unas cuantas ideas únicas que llevaban los límites de la tecnología del cocinado más allá de cualquier cosa que entonces existiera para el hogar. Hicimos numerosas pruebas sobre el terreno, construimos numerosos prototipos y trabajamos con un diseñador industrial de talla mundial. Modificamos el concepto del producto original en varias ocasiones, basándonos en la primera retroalimentación de usuarios potenciales y en los consejos de expertos de la industria. No obstante, cuando estábamos a punto de encargar la primera producción de unos cuantos prototipos operativos que pudiéramos mostrar a posibles inversores y clientes (una propuesta cara para esa empresa pequeña y totalmente autofinanciada), otras empresas empezaron a exponer conceptos similares en ferias comerciales. ¿Cómo? ¿Nos habían robado las ideas? No. Es lo que se denomina *Zeitgeist*, un término alemán que significa «el espíritu de los tiempos». En otras palabras, era el momento perfecto, aquellas ideas estaban «en el aire». La competición había empezado incluso antes de que hubiésemos presentado nuestro primer producto. ¿Qué puede hacer una empresa pequeña y emergente en esos casos? Una empresa así no dispone del dinero necesario para competir con grandes compañías, por lo que tendrá que modificar sus ideas para ponerse por delante en la competición y presentar una muestra que emocione a los posibles clientes y que cautive a los posibles inversores y, lo que es más importante, que fascine a los posibles distribuidores del producto. Los distribuidores son los auténticos clientes, no la gente que al final comprará el producto en tiendas y lo usará en sus casas. Este

ejemplo ilustra las verdaderas presiones comerciales que sufren las empresas: la necesidad de ser rápidos, la preocupación por los costes, la competencia que puede obligar a la empresa a cambiar su oferta y la necesidad de satisfacer a varios tipos de clientes (inversores, distribuidores y, por supuesto, la gente que de verdad utilizará el producto). ¿Dónde debería la empresa centrar sus recursos limitados? ¿En más estudios de usuarios? ¿En un desarrollo más rápido? ¿En funciones nuevas y únicas?

Las mismas presiones a las que se enfrenta la empresa emergente tienen también su impacto sobre las empresas ya consolidadas. Sin embargo, estas últimas se enfrentan también a otras presiones. La mayoría de los productos tiene un ciclo de desarrollo de uno o dos años. Para sacar un modelo nuevo todos los años, el proceso de diseño del modelo nuevo tiene que haber empezado incluso antes de que el modelo anterior se haya presentado a los clientes. Además, raras veces existen mecanismos para recopilar y para aportar retroalimentación sobre las experiencias de los clientes. En otros tiempos, había un contacto estrecho entre diseñadores y usuarios. Actualmente, están separados por barreras. Algunas empresas prohíben que los diseñadores trabajen con los clientes, una restricción extraña y sin sentido. ¿Por qué lo hacen? En parte para evitar filtraciones a la competencia sobre los nuevos desarrollos, pero también porque los clientes quizá dejen de adquirir lo que se esté ofertando en el presente si creen que pronto llegará un artículo nuevo y más avanzado. Pero incluso cuando no hay restricciones de ese tipo, la complejidad de las grandes organizaciones unida a la incesante presión por acabar el producto complica esa interacción. Recordemos la ley de Norman del capítulo 6: el día que empieza el proceso de desarrollo de un producto, el proyecto ya está fuera de plazo y supera el presupuesto.

Funcionitis: una tentación mortal

En todo producto de éxito se esconde el portador de una enfermedad insidiosa llamada «funcionitis», cuyo principal síntoma es el «funcionalismo insidioso».[58] Esta enfermedad parece que se identificó por primera vez en 1976, cuando se le puso nombre, pero sus orígenes seguramente se remonten a las primeras tecnologías, enterradas en los eones previos a los albores de la historia. Parece algo inevitable, sin métodos conocidos de prevención. Me explico.

Supongamos que seguimos todos los principios mencionados en este libro para obtener un producto magnífico de enfoque humano, un producto que cumple con todos los principios del diseño; que supera los problemas de la gente y que cubre algunas necesidades importantes; que es atractivo y fácil de usar y de entender. Supongamos que el producto tiene éxito: mucha gente lo compra y les dice a sus amigos que lo compren. ¿Qué podría salir mal?

El problema es que después de que el producto lleve un tiempo disponible, aparecerán inevitablemente algunos factores que empujarán a la empresa a añadir nuevas funciones, camino de un funcionalismo insidioso. Entre esos factores están los siguientes:

- → A los clientes les gusta el producto, pero expresan el deseo de que tenga más características, más funciones, más capacidad.
- → Una empresa de la competencia añade nuevas funciones a sus productos, generando presiones competitivas por igualar esa oferta y por hacer incluso más, con el objetivo de ponerse por delante de la competencia.
- → Los clientes están satisfechos, pero las ventas van bajando porque el mercado está saturado: todo el mundo que quiere el producto ya lo tiene. Es hora de añadir mejoras magníficas que hagan que la gente quiera el nuevo modelo, la actualización.

La funcionitis es altamente contagiosa. Los productos nuevos siempre son más complejos, más potentes y diferentes en tamaño que su primera versión. Vemos esa tensión desarrollarse en reproductores de música, teléfonos móviles y ordenadores, sobre todo en *smartphones*, tabletas y paneles táctiles. Los dispositivos portátiles van reduciéndose en tamaño con cada nueva versión, pese a la incorporación de más y más funciones (con lo que son cada vez más difíciles de manejar). Algunos productos, como los automóviles, los frigoríficos, los televisores y las cocinas, aumentan también en complejidad con cada nueva versión y se hacen más grandes y más potentes.

No obstante, sea más grande o más pequeña, cada nueva edición de un producto incluye siempre más funciones que la anterior. La funcionitis es una enfermedad insidiosa, difícil de erradicar e imposible de evitar con vacunas. Resulta fácil de entender que desde el *marketing* se presione para añadir nuevas funciones, pero nunca hay peticiones —o para el caso, presupuesto— para deshacerse de funciones antiguas e innecesarias.

¿Cómo sabemos cuándo nos hemos topado con un caso de funcionitis? Por su principal síntoma: el funcionalismo insidioso. ¿Un ejemplo? Veamos la figura 7.1, que ilustra los cambios que ha experimentado la sencilla motocicleta de Lego desde mi primer encuentro con ella en la primera edición de este libro. La motocicleta original (figuras 4.1 y 7.1A) solo tenía quince componentes y podía montarse sin instrucciones: había suficientes limitaciones para que cada pieza tuviese una única ubicación y orientación posibles. Sin embargo, ahora, tal y como muestra la figura 7.1B, la misma motocicleta se ha inflado y tiene veintinueve piezas. Necesité instrucciones.

FIGURA 7.1. La funcionitis ataca a Lego. En la figura A se muestra la motocicleta original de Lego disponible en 1988, cuando la utilicé para la primera edición de este libro (a la izquierda), junto a la versión de 2013 (a la derecha). La versión antigua solo tenía quince piezas. No se necesitaba ningún manual para montarla. Para la nueva versión, la caja anuncia orgullosa «29 piezas». La versión original pude montarla sin instrucciones. En la figura B se muestra hasta dónde llegué con la nueva versión antes de rendirme y consultar la hoja de instrucciones. ¿Por qué Lego pensó que tenía que cambiar la motocicleta? Quizá porque la funcionitis llegó a las motocicletas reales de la policía, provocando en ellas un aumento de tamaño y complejidad, y Lego creyó que su juguete tenía que ajustarse al mundo. (Fotografías del autor).

El funcionalismo insidioso es la tendencia a aumentar el número de funciones de un producto, a menudo ampliando ese número más allá de toda lógica. No hay manera de que un producto siga siendo usable y entendible después de incorporarle todas esas funciones especiales a lo largo del tiempo.

En su libro *Different* (Diferente), la profesora de Harvard Youngme Moon asegura que este intento por alcanzar a la competencia provoca que todos los productos sean lo mismo.[59] Cuando las empresas intentan aumentar las ventas igualando todas las funciones de sus competidores, acaban por perjudicarse a sí mismas. Al fin y al cabo, cuando los productos de dos empresas coinciden función por función, ya no hay motivos para que un cliente prefiera uno antes que el otro. Se trata de un diseño centrado en la competencia. Por desgracia, la mentalidad de igualar la lista de funciones de los competidores prevalece en

muchas organizaciones. Incluso aunque las primeras versiones de un producto estén bien hechas, tengan un enfoque humano y se centren en necesidades reales, pocas son las organizaciones que se conforman con dejar que un buen producto permanezca intacto.

Muchas empresas comparan funciones con la competencia para determinar en qué puntos son débiles y poder reforzar así esas áreas. Según Moon, se equivocan. Una mejor estrategia sería concentrarse en las áreas en las que son más fuertes y reforzarlas aún más, y luego centrar todo el *marketing* y la publicidad en resaltar esos puntos fuertes. Eso haría que el producto destacase entre el rebaño. Con respecto a las debilidades, hay que obviar las que no sean relevantes, asegura Moon. La lección es sencilla: no seguir a cualquiera a ciegas; centrarse en los puntos fuertes, no en los débiles. Si el producto tiene puntos fuertes de verdad, podrá permitirse ser «lo bastante bueno» en otras áreas.

Un buen diseño requiere alejarse de las presiones de la competencia y garantizar que el producto al completo sea congruente, coherente y entendible. Esta postura exige que la dirección de la empresa resista a las presiones del *marketing*, que seguirá suplicando la incorporación de esta función o de la otra, todas supuestamente esenciales para algún segmento del mercado. Los mejores productos surgen de obviar esas voces en conflicto y centrarse en las auténticas necesidades de la gente que utiliza el producto.

Jeff Bezos, fundador y CEO de Amazon.com, llama a su enfoque «obsesión con el cliente». Todo está enfocado en los requisitos de los clientes de Amazon. Se ignora a la competencia y se ignoran los requisitos tradicionales del *marketing*. Todo se centra en preguntas sencillas enfocadas en los clientes: ¿qué quieren los clientes, cómo pueden satisfacerse mejor sus necesidades, qué puede hacerse para mejorar el servicio de atención al cliente y el valor del consumidor? Centrarse en el cliente, según Bezos, basta para que lo demás salga rodado. Muchas empresas aseguran aspirar a esta misma filosofía, pero pocas son capaces de ajustarse a ella. Normalmente, eso solo es posible cuando el jefe de la empresa, el CEO, es además el fundador. Una vez que la empresa pasa a estar bajo el control de otras personas, sobre todo de gente que sigue la máxima tradicional de los másteres en Administración de Empresas de situar el beneficio por delante de las preocupaciones de los clientes, todo va cuesta abajo. Puede que los beneficios aumenten a corto plazo, sí, pero al final la calidad del producto se deteriorará hasta el punto de que los clientes abandonen. La calidad solo aparece si el foco y la atención se mantienen en la gente que importa: los clientes.

Las tecnologías nuevas fuerzan cambios

Actualmente tenemos nuevos requisitos. Ahora necesitamos teclear en dispositivos pequeños y portátiles que no tienen espacio para un teclado completo. Las pantallas táctiles y sensibles a los gestos permiten nuevas formas de tecleo. Podemos saltarnos por completo el tecleo gracias al reconocimiento de la escritura manual y de la voz.

Pensemos en los cuatro productos que se muestran en la figura 7.2. Su aspecto y sus métodos de funcionamiento cambiaron radicalmente a lo largo de sus cien años de existencia. Los primeros teléfonos, como el de la figura 7.2A, no tenían teclado: un operador humano intervenía para hacer las conexiones. Incluso cuando los operadores se vieron sustituidos al principio por sistemas automáticos de conmutación, el «teclado» era un disco giratorio con diez agujeros, uno para cada dígito. Cuando el disco se sustituyó por teclas de botón, el aparato sufrió un leve caso de funcionitis: las diez posiciones del disco se sustituyeron por doce teclas, esto es, los diez dígitos más «*» y «#».

FIGURA 7.2. Cien años de teléfonos y teclados. En las figuras A y B se muestra el cambio en el teléfono desde el aparato de manivela de Western Electric de la década de 1910, cuando la manivela giratoria de la derecha generaba una señal que alertaba al operador, hasta el modelo de la década de 2010. No parecen tener nada en común. En las figuras C y D se pone en contraste un teclado de la década de 1910 con uno de la década de 2010. Los teclados siguen disponiéndose de la misma manera, pero el primero requiere de la pulsación física de todas las teclas y en el segundo solo hace falta que un dedo pase rápido por las letras relevantes (en la imagen se muestra la introducción de la palabra inglesa many). (Créditos: A, B y C son fotografías del autor; los objetos de A y C son cortesía del Museum of American Heritage, en Palo Alto, California. En D se muestra el teclado Swype de Nuance; imagen utilizada por cortesía de Nuance Communications Inc.).

No obstante, mucho más interesante es la fusión de dispositivos. La computadora humana dio lugar a los portátiles, ordenadores pequeños que podían llevarse encima. El teléfono fijo dio paso a los teléfonos pequeños y portátiles (llamados móviles en buena parte del mundo). Los teléfonos inteligentes tenían pantallas grandes y táctiles que funcionaban con gestos. Los ordenadores no tardaron en fusionarse con las tabletas, al igual que los teléfonos móviles. Las cámaras se fusionaron también con los móviles. Hoy en día, cada vez es más frecuente que un solo dispositivo permita conferencias de audio y de vídeo, la escritura, la fotografía (tanto fija como de vídeo) e interacciones colaborativas de todo tipo; y ese dispositivo único está disponible en una amplia variedad de tamaños de pantalla, potencia computacional y portabilidad. No tiene sentido ya llamarlos ordenadores, teléfonos o cámaras: necesitamos otro nombre. Llamémoslos «pantallas inteligentes». En el siglo XXII, ¿seguiremos teniendo teléfonos? Yo predigo que, aunque hablemos todavía entre nosotros a distancia, ya no tendremos ningún dispositivo llamado teléfono.

A medida que la presión para ofrecer pantallas más grandes forzaba la desaparición de los teclados físicos (pese al intento de hacer teclados diminutos que funcionasen con un solo dedo o con los pulgares), los teclados empezaron a mostrarse en las pantallas a demanda y había que tocar cada letra una por una. Ese proceso es lento, aunque el sistema intente predecir las palabras que van a introducirse, de forma que la escritura pueda detenerse en cuanto aparece la palabra correcta. Al poco se desarrollaron varios sistemas que permitían usar el dedo o el lápiz para trazar una ruta sobre las letras que formaban la palabra: sistemas de trazado de palabra.[60] Los movimientos eran lo bastante distintos unos de otros para que no fuese necesario tocar todas las letras: solo importaba que el patrón generado por aproximación al patrón correcto fuese lo bastante cercano al deseado. Este sistema de escritura ha resultado ser rápido y fácil (figura 7.2D, en la página anterior).

Con los sistemas de control gestual es posible repensar a gran escala. ¿Por qué mantener las letras en la disposición QWERTY? La generación de patrones sería incluso más rápida si las letras se redistribuyeran para maximizar la velocidad al usar un solo

dedo o un lápiz para describir el trazado de las palabras. Buena idea, pero cuando uno de los pioneros en el desarrollo de esta técnica, Shumin Zhai, que después pasó a IBM, lo intentó, se topó con un problema de legado. La gente conocía el QWERTY y se resistía a tener que aprenderse una disposición distinta. Actualmente, el método por trazado de palabras está muy extendido, pero con teclados QWERTY (como en la figura 7.2D).

Pese a que la tecnología cambia la manera en la que hacemos las cosas, las necesidades fundamentales siguen inalteradas. La necesidad de poner pensamientos por escrito, de contar historias, de hacer críticas o de escribir ficción y no ficción se mantiene. Algunas cosas se escribirán usando teclados tradicionales, incluso en dispositivos tecnológicos nuevos, porque el teclado sigue siendo la manera más rápida de introducir palabras en un sistema, ya sea en papel o electrónico, físico o virtual. Algunas personas preferirán enunciar sus ideas en voz alta, dictarlas. Sin embargo, las palabras habladas suelen seguir pasándose a palabras impresas (aunque esa impresión sea solo en una pantalla), porque la lectura es mucho más rápida y mejor que la escucha. Leer puede hacerse con velocidad: es posible leer unas trescientas palabras por minuto, y además se puede leer por encima, saltando adelante y atrás, adquiriendo información con eficacia a una velocidad de miles de palabras por minuto. Escuchar es algo lento que se hace por entregas, normalmente a unas sesenta palabras por minuto, y aunque esa velocidad puede duplicarse o triplicarse con tecnologías de compresión del habla y formación, sigue siendo más lenta que la lectura y no es fácil de hacer siguiendo un método similar a la «lectura por encima». No obstante, los nuevos medios y las nuevas tecnologías complementarán a los antiguos, de manera que la escritura ya no dominará tanto como en el pasado, cuando era el único método ampliamente disponible. Ahora que todo el mundo puede teclear y dictar, hacer fotografías y vídeos, dibujar escenas animadas y producir experiencias creativas que en el siglo XX exigían enormes cantidades de tecnología y equipos grandes de trabajadores especializados, proliferarán los tipos de dispositivos que nos permitan hacer todas esas tareas y las distintas maneras de controlarlos.

El papel de la escritura en la civilización ha cambiado a lo largo de sus cinco mil años de existencia. Actualmente, escribir se ha convertido en algo cada vez más común, aunque también cada vez más en forma de mensajes cortos e informales. Ahora nos comunicamos usando una amplia variedad de medios: voz, vídeo, escritura manual y tecleado, a veces usando los diez dedos, a veces solo con los pulgares y a veces por gestos. Con el tiempo, la manera de interactuar y de comunicar cambiará junto con la tecnología. Pero dado que la psicología fundamental de los seres humanos seguirá inalterable, las normas de diseño de este libro aún serán válidas.

Por supuesto, no son solo la comunicación y la escritura lo que ha cambiado. El cambio tecnológico ha tenido su impacto en todas las esferas de nuestra vida, desde la educación hasta la medicina, la alimentación, la ropa y el transporte. Ahora

podemos fabricar cosas en casa usando impresoras 3D. Podemos jugar con colegas de todo el mundo. Los coches son capaces de conducirse solos, y sus motores han pasado de ser de combustión interna a ser entre puramente eléctricos e híbridos. Cualquier industria o actividad que aún no haya recibido el impacto de las nuevas tecnologías irá camino de ello.

La tecnología es un potente impulsor del cambio. A veces para mejor y a veces para peor. A veces para cubrir necesidades importantes y a veces sencillamente porque la tecnología posibilita el cambio.

¿Cuánto se tarda en introducir un producto nuevo?

¿Cuánto se tarda en que una idea se convierta en un producto? Y después de eso, ¿cuánto tiempo se necesita para que el producto se convierta en un éxito duradero? Los inventores y los fundadores de empresas emergentes prefieren pensar que el intervalo entre la idea y el éxito es un proceso único y que el tiempo total se mide en meses. En realidad, se trata de procesos múltiples, y el tiempo total se mide en décadas, a veces en siglos.

La tecnología cambia con rapidez, pero la gente y la cultura cambian con lentitud. El cambio es, por tanto, rápido y lento al mismo tiempo. Se pueden tardar meses en pasar de la invención al producto, pero luego quizá pasen décadas —y a veces, muchas— hasta que el producto logre aceptación. Los productos más antiguos perduran mucho más allá de que, en teoría, hubiesen tenido que quedar obsoletos, de que hubiesen tenido que desaparecer. Gran parte de la vida diaria la dictan convenciones que tienen siglos de antigüedad, que carecen ya de sentido y cuyos orígenes solo los recuerdan los historiadores.

Incluso nuestras tecnologías más modernas siguen este ciclo temporal: rápidas en inventarse, lentas en aceptarse y aún más lentas en desaparecer y morir. A principios del siglo XXI, la introducción comercial del control gestual en teléfonos móviles, tabletas y ordenadores transformó drásticamente la manera en que interactuábamos con nuestros dispositivos. Mientras que todos los anteriores aparatos electrónicos contaban con numerosos mandos y botones en el exterior, con teclados físicos y con diversas maneras de hacer surgir numerosos menús de comandos, de moverse entre ellos y de seleccionar el comando deseado, los dispositivos nuevos eliminaban casi todos los controles y menús físicos.

¿Fue revolucionario el desarrollo de tabletas con control gestual? Para la mayoría de la gente, sí, pero no para los tecnólogos. Las pantallas táctiles que podían detectar los gestos táctiles de varios dedos simultáneos (incluso de personas distintas) llevaban casi treinta años utilizándose en laboratorios de investigación (las denominadas pantallas multitáctiles). Los primeros dispositivos los desarrolló la Universidad de Toronto a principios de la década de 1980. Mitsubishi creó un producto que vendió a escuelas de diseño y a laboratorios de investigación en el que ya se exploraban muchos de los gestos y de las técnicas actuales. ¿Por qué esos dispositivos multitáctiles tardaron tanto en convertirse en productos de éxito? Porque pasaron décadas

hasta que la tecnología de investigación se trasladó a componentes lo bastante baratos y fiables para aplicarlos en productos cotidianos. Numerosas pequeñas empresas intentaron fabricar pantallas, pero los primeros dispositivos capaces de gestionar múltiples gestos táctiles eran o muy caros o poco fiables.

Existe otro problema: el conservadurismo general de las grandes empresas. La mayoría de las ideas radicales fracasa, y las empresas grandes no tienen tolerancia al fracaso. Las empresas pequeñas pueden lanzarse a ideas nuevas y emocionantes porque si fracasan, bueno, el coste será relativamente bajo. En el mundo de la alta tecnología, mucha gente tiene una idea nueva, reúne a unos pocos amigos y primeros empleados aficionados al riesgo, y monta una empresa nueva para explotar sus ocurrencias. La mayoría de esas empresas fracasa. Solo unas cuantas tendrán éxito y se convertirán en empresas más grandes o pasarán a pertenecer a alguna gran empresa que las compre.

A cualquiera podría sorprenderle el alto porcentaje de fracasos, pero eso es solo porque no se les da publicidad; únicamente nos enteramos de las poquísimas empresas que tienen éxito. La mayoría de las empresas emergentes fracasa, aunque el fracaso en el mundo de la alta tecnología de California no se considera malo. De hecho, es como una medalla de honor, pues significa que la empresa vio un potencial futuro, asumió el riesgo y lo intentó. Y aunque esa empresa fracasara, los empleados aprendieron una serie de lecciones que aumentan las probabilidades de que su siguiente intento triunfe. El fracaso puede deberse a muchos motivos: quizá el mercado no esté preparado; quizá esa tecnología no esté lista para comercializarse; quizá la empresa se quede sin dinero antes de poder afianzarse.

Fingerworks, una empresa emergente y pionera, estuvo a punto de abandonar su lucha por desarrollar una superficie táctil asequible y fiable que distinguiese múltiples dedos porque casi se queda sin dinero. Pero Apple, ansiosa por entrar en ese mercado, compró Fingerworks. Al entrar a formar parte de Apple, las necesidades financieras de Fingerworks quedaron cubiertas y su tecnología se convirtió en la fuerza impulsora de los nuevos productos de Apple.[61] Actualmente, los dispositivos con control gestual están en todas partes, así que este tipo de interacción parece algo natural y obvio, pero en aquel momento no era nada de eso. Pasaron casi tres décadas entre la invención de la función multitáctil y el momento en el que las empresas fueron capaces de fabricar la tecnología con la potencia, la versatilidad y el bajo coste necesarios para que la idea se implantase en el mercado de consumo doméstico. Las ideas tardan mucho en recorrer el camino que va de la concepción al producto exitoso.

Videófono: concebido en 1879, aún inexistente

El artículo de la Wikipedia en inglés sobre los videófonos, del que se ha sacado la figura 7.3 (en la página siguiente), dice: «El dibujo hecho por George du Maurier de “una cámara oscura eléctrica” suele citarse como una temprana predicción de la

televisión y también como una anticipación del videófono, en formatos de pantalla amplia y pantalla plana». Aunque en el título del dibujo se acredita a Thomas Edison como su autor, este no tuvo nada que ver. Es lo que a veces se denomina ley de Stigler: con frecuencia se asocian nombres de personas famosas a ideas, aunque esas personas no tengan ninguna vinculación con esas ideas.[62]

El mundo del diseño de productos ofrece muchos ejemplos de la ley de Stigler. Los productos se consideran una invención de la empresa que con más éxito haya exprimido la idea, no de la empresa en la que se originase dicha idea. En el mundo de los productos, las ideas originales son la parte fácil. Generar de verdad la idea como producto de éxito es lo complicado. Pensemos en la idea de una conversación de vídeo. Tener esa idea fue tan sencillo que, como vemos en la figura 7.3, el ilustrador de la revista *Punch*, Du Maurier, supo dibujar una imagen de cómo podría ser solo dos años después de la invención del teléfono, algo que seguramente fue posible porque la idea ya estaba circulando. Hacia finales de la década de 1890, Alexander Graham Bell ya había sopesado una serie de problemas de diseño. No obstante, un siglo y medio después, el magnífico escenario ilustrado por Du Maurier aún no se ha hecho realidad. Ahora mismo, el videófono está a duras penas estableciéndose como un medio de comunicación cotidiano.

FIGURA 7.3. Predecir el futuro: el videófono en 1879. En el pie de foto pone: «Telefonoscopio de Edison (transmite la luz igual que el sonido). (Todas las tardes, antes de irse a la cama, el pater y la mater familias instalan una cámara oscura eléctrica sobre la repisa de la chimenea de su dormitorio y se alegran la vida con la imagen de sus hijos, en las Antípodas, y conversan animadamente con ellos a través del cable)». [La ilustración del telefonoscopio se publicó originalmente el 9 de diciembre de 1878 en el número de la revista británica Punch de esa fecha (para su almanaque de 1879). La imagen se ha extraído de la Wikipedia (colaboradores de Wikipedia, 2013d), donde está publicada en dominio público debido a su antigüedad].

Resulta extremadamente complicado desarrollar todos los detalles necesarios para que una idea nueva funcione, por no hablar de la búsqueda de componentes que puedan fabricarse en la cantidad necesaria y que sean lo bastante fiables y asequibles. Pueden pasar décadas antes de que el público acepte un concepto completamente nuevo. Los inventores creen a menudo que sus nuevas ideas revolucionarán el mundo en cuestión de meses, pero la realidad es más dura. La mayoría de los nuevos inventos fracasa, e incluso los pocos que alcanzan el éxito tardan décadas en hacerlo. Sí, incluso los que consideramos éxitos «rápidos». La mayoría de las veces, el público no tiene noticia de la tecnología mientras esta va circulando por laboratorios de investigación de todo el mundo o aparece como primeras pruebas sin éxito en unas pocas empresas emergentes o entre unos primeros innovadores aventureros.

Las ideas que son demasiado prematuras suelen fracasar, incluso aunque al final otros las introduzcan con éxito. Lo he visto en múltiples ocasiones. Cuando entré en Apple, fui testigo de la presentación de una de las primeras cámaras digitales comerciales: la Apple QuickTake. Fracasó. Seguramente mucha gente no sepa que Apple hizo cámaras una vez. Fracasó porque la tecnología era limitada, tenía un precio elevado y el mundo sencillamente no estaba listo para descartar la película ni el procesamiento químico de las fotografías. Trabajé también como asesor para una empresa emergente que produjo el primer marco digital del mundo. Fracasó. De nuevo, la tecnología no lo respaldaba del todo y el producto era relativamente caro. Obviamente, hoy las cámaras digitales y los marcos digitales son productos de gran éxito, pero ni Apple ni aquella empresa emergente con la que trabajé forman parte de esta historia.

Incluso cuando las cámaras digitales empezaron a afianzarse en la fotografía, pasaron varias décadas hasta que desplazaron a la película para fotografías fijas. Se está tardando aún más en sustituir las películas rodadas en cintas por las producidas en cámaras digitales. Mientras escribo esto, solo se han hecho unas pocas películas digitalmente y solo unos pocos cines proyectan películas digitales. ¿Desde hace cuánto se está intentando? Es complicado determinar la fecha, pero fue hace mucho tiempo. Pasaron décadas hasta que la televisión de alta definición sustituyó a la muy pobre resolución estándar de la anterior generación (NTSC en Estados Unidos y PAL y SECAM en el resto de los sitios). ¿Por qué se tardó tanto en pasar a una imagen

mucho mejor unida a un sonido mucho más bueno? Porque la gente es muy conservadora. Las emisoras tenían que sustituir todos sus equipos. Los dueños de las casas necesitaban nuevos aparatos. En general, la única gente que presiona para introducir cambios de este tipo son los entusiastas de la tecnología y los fabricantes de los equipos. Una lucha amarga entre las emisoras de televisión y la industria informática, que querían diferentes estándares, retrasó también esa adopción (esto se describe en el capítulo 6).

En el caso del videófono mostrado en la figura 7.3, la ilustración es magnífica, pero los detalles brillan por su ausencia. ¿Dónde habría que ubicar la cámara de vídeo para que mostrase esa preciosa panorámica de los niños jugando? Cabe destacar que «el *pater* y la *mater familias*» están sentados a oscuras (porque la imagen de vídeo la proyecta una «cámara oscura», que tiene una potencia de salida muy débil). ¿Dónde está la cámara de vídeo que graba a los padres? Y si estos están a oscuras, ¿cómo se los puede ver? También resulta interesante que, aunque la calidad del vídeo parece incluso mejor que la podemos conseguir hoy en día, el sonido sigue captándose con teléfonos en forma de trompeta que exigen a los usuarios mantener el tubo acústico apoyado en la cara para hablar (seguramente en voz alta). Pensar en el concepto de una conexión de vídeo era relativamente fácil. Analizar los detalles ha sido muy complicado, y ser capaz de construirlo y llevarlo a la práctica… Bueno, ya ha pasado bastante más de un siglo desde que se hiciera ese dibujo y apenas hemos podido cumplir ese sueño. Apenas.

Pasaron cuarenta años hasta que se crearon los primeros videófonos operativos (en la década de 1920), y otros diez años hasta la fabricación del primer aparato (a mediados de la década de 1930, en Alemania), que fracasó. Estados Unidos no probó un servicio comercial de videófonos hasta la década de 1960, treinta años después que Alemania; ese servicio también fracasó. Se pusieron a prueba todo tipo de ideas, incluidos instrumentos puramente videófonos, dispositivos que usaban el televisor doméstico, conferencias de vídeo con ordenadores personales domésticos, salas especiales de videoconferencias en universidades y empresas, y pequeños teléfonos con vídeo, algunos destinados a llevarse en la muñeca. Hasta principios del siglo XXI, el uso no se afianzó.

Las conferencias de vídeo por fin empezaron a ser comunes a principios de la década de 2010. En empresas y universidades se han instalado equipos carísimos para hacer videoconferencias. Los mejores sistemas comerciales consiguen que parezca que estamos en la misma habitación que los otros participantes a distancia, mediante el uso de una transmisión de imágenes de alta calidad y de múltiples monitores grandes que muestran las imágenes a tamaño real de las personas sentadas al otro lado de la mesa (una empresa, Cisco, incluso vende la mesa). Esto ocurre ciento cuarenta años después de la primera idea publicada, noventa años después de la primera demostración práctica y ochenta años después de la primera presentación comercial. Además, el coste, tanto del equipo en cada una de las ubicaciones como de los cargos por la transmisión de datos, es muy superior

a lo que pueden permitirse una persona o empresa normales; ahora mismo, se utilizan sobre todo en oficinas de corporaciones. Muchas personas actualmente sí hacen videoconferencias desde sus dispositivos de pantalla inteligente, pero la experiencia no es ni por asomo tan buena como la ofrecida por las mejores instalaciones comerciales. Nadie confundiría estas experiencias con estar en la misma habitación que los otros participantes, algo a lo que aspiran las instalaciones comerciales de la más alta calidad (con un éxito notable).[63]

Toda innovación moderna, en especial las que cambian la vida de manera significativa, conlleva múltiples décadas para pasar del concepto al éxito empresarial. Una regla de oro consiste en calcular veinte años desde las primeras demostraciones en los laboratorios de investigación hasta la llegada del producto comercial, y luego diez o veinte años desde la primera presentación comercial hasta la adopción extendida. Salvo que, en realidad, la mayoría de las innovaciones fracasa por completo y nunca llega al público. Incluso ideas que son excelentes y acabarán por tener éxito fracasan a menudo cuando se introducen por primera vez. He estado vinculado a una serie de productos que fracasaron en su introducción y que luego tuvieron mucho éxito al volver a introducirse (a cargo de otras empresas). La diferencia real estuvo en el momento temporal. Entre los productos que fracasaron en su primera introducción comercial se encuentran el primer automóvil estadounidense (Duryea), las primeras máquinas de escribir, las primeras cámaras digitales y los primeros ordenadores domésticos (como el ordenador Altair 8800 de 1975).

El largo proceso de desarrollo del teclado de la máquina de escribir

La máquina de escribir es un dispositivo mecánico muy antiguo que ahora se encuentra principalmente en museos, aunque aún se utiliza en países en vías de desarrollo. Más allá de tener una historia fascinante, este aparato ilustra las dificultades a la hora de introducir productos nuevos en la sociedad, la influencia del *marketing* en el diseño y el largo y complicado camino que conduce a la aceptación de un producto nuevo. Su historia nos incumbe a todos, ya que la máquina de escribir ofreció al mundo la disposición de las teclas que utilizan los teclados actuales, pese a la evidencia de que no es la distribución más eficaz. La tradición y la costumbre, emparejadas con la gran cantidad de personas acostumbradas ya a un sistema existente, hacen que el cambio sea difícil o incluso imposible. Estamos de nuevo ante el problema del legado: el sólido empuje del legado inhibe el cambio.

Desarrollar la primera máquina de escribir de éxito supuso mucho más que idear sin más un mecanismo fiable para grabar las letras sobre el papel, aunque ya de por sí esa tarea era complicada. Una de las cuestiones era la interfaz de usuario: ¿cómo presentar las letras al mecanógrafo? En otras palabras: el diseño del teclado.

Pensemos en el teclado de la máquina de escribir, con su disposición de teclas arbitraria, inclinada y en diagonal, y su disposición de letras aún más arbitraria. Christopher Latham Sholes diseñó el actual teclado estándar en la década de 1870. Su diseño de máquina de escribir, con su teclado de organización extraña, acabó convirtiéndose en la máquina de escribir Remington, la primera que tuvo éxito. Pronto, todo el mundo adoptó esa disposición de teclado.

El diseño del teclado tiene una historia larga y peculiar. Las primeras máquinas de escribir experimentaron con una amplia variedad de disposiciones, usando tres ejes básicos. Una era circular, con las letras dispuestas en orden alfabético; el usuario buscaba el punto adecuado y presionaba una palanca, levantaba una varilla o hacía la operación mecánica que requiriese el dispositivo. Otra disposición popular se asemejaba a la del teclado de un piano, con las letras organizadas en una hilera larga; algunos de los primeros teclados, entre ellos una versión prematura de Sholes, incluso tenían teclas blancas y negras. Tanto la disposición circular como el teclado de piano resultaron ser incómodos. Al final, los teclados de máquinas de escribir acabaron todos usando múltiples hileras de teclas en una configuración rectangular, y las distintas empresas usaban diferentes organizaciones para las letras. Las palancas manipuladas por las teclas eran grandes y desgarbadas, y el tamaño, el espaciado y la disposición de las teclas venían dictados por esas consideraciones mecánicas, no por las características de la mano humana. De ahí que el teclado estuviese inclinado y las teclas dispuestas siguiendo un patrón diagonal, para dejar espacio a los enlaces mecánicos. Incluso aunque ya no usemos enlaces mecánicos, el diseño del teclado sigue inalterado, también para los dispositivos electrónicos más modernos.

FIGURA 7.4. La máquina de escribir de Sholes de 1872. Remington, el fabricante de la primera máquina de escribir que tuvo éxito, también hacía máquinas de coser. En la figura A se muestra la influencia de la máquina de coser en el diseño, con el uso de un pedal para lo que al final se convirtió en la tecla de «retorno de carro». Una pesa sólida colgada de la estructura servía para hacer avanzar el carro después de golpear cada una de las teclas, o cuando se presionaba la placa grande y rectangular situada bajo la mano izquierda del mecanógrafo (esto es, la «barra espaciadora»). Al pulsar el pedal se levantaba la pesa. En la figura B se muestra una ampliación del teclado. Cabe destacar que en la segunda fila hay un punto (.) en vez de una R. (Extraído de «The Type Writer» [La máquina de escribir], en Scientific American [anónimo, 1872]).

El orden alfabético de las letras parece lógico y sensato: ¿por qué cambió? El motivo tiene sus raíces en la primera tecnología de los teclados. Los primeros teclados tenían unas palancas largas que iban unidas a las teclas. Esas palancas movían barras de tipos individuales para que entrasen en contacto con el papel de mecanografía, normalmente desde atrás (las letras tecleadas no se veían desde la parte frontal de la máquina de escribir). Esos largos brazos de tipos solían chocarse y engancharse entre ellos, lo que exigía que el mecanógrafo los separase manualmente. Para evitar el atasco, Sholes dispuso las teclas y las barras de tipos de manera que las letras que se tecleaban más a menudo en secuencias no procediesen de barras de tipos adyacentes. Tras unas cuantas iteraciones y experimentos, se llegó a un estándar, que es el que actualmente rige los teclados utilizados en todo el mundo, aunque con variaciones regionales. La primera fila del teclado estadounidense incluye las teclas QWERTYUIOP, que dan nombre a este diseño: QWERTY. El mundo entero ha adoptado la disposición básica, aunque en Europa, por ejemplo, es posible encontrar los teclados QZERTY, AZERTY y QWERTZ. Las distintas lenguas utilizan alfabetos distintos, así que obviamente algunos teclados tuvieron que desplazar teclas para hacer sitio a caracteres adicionales.[64]

Cabe destacar que existe una leyenda urbana según la cual las teclas se colocaron así para ralentizar el tecleado. No es cierto: el objetivo era que las barras de tipos mecánicas se acercasen unas a otras describiendo ángulos amplios, para minimizar con ello la posibilidad de colisión. De hecho, ahora sabemos que la disposición QWERTY garantiza una rápida velocidad de escritura. Al situar las letras que suelen ir emparejadas relativamente lejos entre sí, el tecleado se acelera porque permite que, por lo general, esos pares de letras se escriban con manos distintas.

Existe una historia que nunca se ha confirmado y que cuenta que un vendedor redistribuyó la disposición del teclado para poder escribir en inglés la palabra *typewriter* («máquina de escribir») solo con la segunda fila, un cambio que infringía el principio del diseño de separar las letras que se escribiesen de manera secuencial. En la figura 7.4B puede verse que el primer teclado de Sholes no era QWERTY. En la segunda fila de teclas había un punto (.), donde ahora está la R, y las teclas de la P y la R estaban en la última fila (además de otras diferencias). Mover la R y la P de la cuarta fila a la segunda permite escribir *typewriter* usando únicamente teclas de la segunda fila.

No hay manera de confirmar la veracidad de esa historia. Por otro lado, solo la he oído como descripción del intercambio entre las teclas del punto y la R, sin mención de la tecla P. De momento, supongamos que la historia es cierta: me imagino la indignación de las mentes ingenieras. Suena a la tradicional batalla entre los ingenieros, tercos y lógicos, y el grupo de ventas y *marketing*, ajenos a ese tipo de cuestiones. ¿Se equivocó aquel vendedor? (Cabe destacar que hoy hablaríamos de decisión de *marketing*, pero por entonces el *marketing* como tal no existía como profesión). Bueno, antes de tomar partido, entendamos que hasta entonces todas las empresas de máquinas de escribir habían fracasado. Remington iba a salir con una máquina de

alfabeto no basta. Hay que saber también dónde se interrumpen las filas, y ahora mismo los diferentes teclados alfabéticos las interrumpen en puntos distintos. Tampoco existiría ya en ese caso una gran ventaja del QWERTY: que los pares de letras frecuentes se escriban con manos opuestas. En otras palabras: mejor olvidarse de ellos. En mis estudios, las velocidades de tecleo con el QWERTY y el Dvorak eran considerablemente más rápidas que la velocidad con los teclados alfabéticos, y la disposición alfabética de las teclas no era más rápida que una disposición aleatoria.

¿Podríamos hacerlo mejor si tuviéramos la posibilidad de pulsar más de un dedo a la vez? Sí, los taquígrafos de los tribunales superan en tecleo a cualquier persona. Utilizan teclados de acordes y escriben sílabas directamente sobre la página, no letras individuales; cada sílaba está representada por la pulsación simultánea de varias teclas y cada combinación se llama «acorde». El teclado más común para los secretarios de los tribunales estadounidenses requiere que se pulsen al mismo tiempo entre dos y seis teclas para codificar los dígitos, la puntuación y los sonidos fonéticos del inglés.

Pese a que los teclados de acordes pueden ser muy rápidos (normalmente, más de trescientas palabras por minuto), resulta complicado aprenderse y retener los acordes; todo el conocimiento tiene que estar en la cabeza. Basta con acercarse a un teclado normal y podrá usarse directamente. Solo hay que buscar la letra que se quiera y pulsarla. Con un teclado de acordes, hay que pulsar varias teclas a la vez. No hay manera de etiquetar las teclas de la forma adecuada ni tampoco de saber qué hacer solo mirando el teclado. El mecanógrafo casual se sentirá perdido.

Dos formas de innovación: gradual y radical[67]

Existen dos formas principales de innovación: una sigue un proceso de evolución natural y lento; la otra se consigue mediante un desarrollo nuevo y radical. Por lo general, la gente tiende a pensar en la innovación como algo radical, con grandes cambios, pero la forma más común y potente de innovación se da a pequeña escala y de manera gradual.

Pese a que todos los pasos de la evolución gradual son modestos, las mejoras continuas, lentas y constantes pueden llevar a cambios bastante significativos con el tiempo. Pensemos en el automóvil. Los vehículos de vapor (los primeros automóviles) se desarrollaron a finales del siglo XVIII. El primer automóvil comercial lo construyó en 1888 el alemán Karl Benz (su empresa, Benz & Cie, se fusionó más adelante con Daimler y actualmente se conoce como Mercedes-Benz).

El automóvil de Benz fue una innovación radical, y aunque su empresa sobrevivió, la mayoría de sus rivales no. La primera empresa de automóviles estadounidense fue Duryea, que solo duró unos años; ser el primero no garantiza el éxito. Pese a que el automóvil en sí fue una innovación radical, desde su introducción ha ido avanzando mediante una mejora siempre lenta, constante, año a año: más de un siglo de innovación gradual (con unos cuantos cambios radicales en los componentes). Gra-

cias a ese siglo de mejora gradual, los automóviles de ahora son mucho más silenciosos, rápidos, eficaces, cómodos, seguros y baratos (ajustados según la inflación) que aquellos primeros vehículos.

La innovación radical cambia paradigmas. La máquina de escribir fue una innovación radical que tuvo un impacto tremendo sobre la escritura en despachos y en hogares. Ayudó a darles a las mujeres un papel en las oficinas como mecanógrafas y secretarias, lo que condujo a la redefinición del trabajo de secretaria, que de ser un empleo sin futuro pasó a convertirse más bien en el primer paso hacia una posición ejecutiva. De manera similar, el automóvil transformó la vida doméstica, ya que permitió a la gente vivir a cierta distancia del trabajo, y tuvo un impacto enorme en el mundo de los negocios. También resultó ser una fuente gigantesca de contaminación del aire (aunque eliminó el estiércol de caballo de las calles de la ciudad). Ahora es una de las principales causas de muerte accidental, con un índice de mortalidad en todo el mundo de más de un millón de personas al año. La introducción de la iluminación eléctrica, el avión, la radio, la televisión, el ordenador doméstico y las redes sociales son todas cosas que han tenido un impacto social enorme. Los teléfonos móviles cambiaron la industria telefónica, y el uso del sistema de comunicación técnica denominado «conmutación de paquetes» condujo a Internet. Se trata de innovaciones radicales. La innovación radical cambia la vida y las industrias. La innovación gradual hace que las cosas sean mejores. Necesitamos ambas.

Innovación gradual

La mayoría del diseño evoluciona a través de la innovación gradual, mediante constantes pruebas y perfeccionamiento. En el caso ideal, el diseño se pone a prueba, se descubren y modifican las áreas problemáticas y luego el producto se sigue probando y modificando constantemente. Si un cambio empeora las cosas, se vuelve a cambiar en la siguiente ronda. Al final, las funciones malas se modifican y se convierten en buenas, y las buenas se mantienen. El término técnico para este proceso es *hill climbing* o «escalada simple», por analogía con escalar un monte con los ojos vendados: movemos el pie en una dirección y si notamos que vamos cuesta abajo, probamos con otra dirección; si entonces vamos cuesta arriba, damos otro paso más. Seguiremos haciendo lo mismo hasta llegar a un punto en el que todos los pasos vayan hacia abajo: ahí estaremos en la cima, o al menos en una cumbre zonal.[68]

Escalada simple. Este método es el secreto de la innovación gradual. Se sitúa en el centro del proceso de diseño centrado en las personas comentado en el capítulo 6. ¿Funciona siempre la escalada simple? Aunque garantice que el diseño llegue a la cima del monte, ¿qué ocurre si el diseño no está en el mejor monte posible? La escalada simple no es capaz de encontrar montes más

altos: solo encuentra la cumbre del monte desde el que se parte. ¿Queremos probar con otro monte? Habrá que intentarlo con la innovación radical, pero ahí habrá las mismas posibilidades de encontrar un monte mejor que de hallar uno peor.

Innovación radical

La innovación gradual parte de productos ya existentes y los mejora. La innovación radical comienza desde cero, a menudo impulsada por nuevas tecnologías que posibilitan capacidades nuevas. Así, la invención de los tubos de vacío fue una innovación radical que allanó el camino para los rápidos avances en radio y televisión. De manera similar, la invención del transistor permitió avances espectaculares en los dispositivos electrónicos, la potencia computacional, el incremento de la fiabilidad y la reducción de costes. El desarrollo de los satélites GPS desencadenó un torrente de servicios basados en la localización.

Un segundo factor es la reconsideración del significado de la tecnología. Las redes modernas de datos sirven de ejemplo. Los periódicos, las revistas y los libros se consideraron durante un tiempo parte de la industria de la edición, muy diferentes a la emisión por radio o por televisión. Todos ellos se diferenciaban a su vez del cine y de la música. Sin embargo, una vez que Internet se afianzó (a la par que mejoraban y se abarataban la potencia informática y las pantallas), quedó claro que todas esas industrias dispares eran en realidad formas distintas de proveedores de información, de manera que todas podían ofrecerse a los clientes a través de un único medio. Esta redefinición provocó el colapso conjunto de las industrias de la edición, el teléfono, la televisión, la retransmisión por cable y la música. Seguimos teniendo libros, periódicos y revistas, programas de televisión y películas, músicos y música, pero la manera en que todo ello se distribuye ha cambiado, lo que ha requerido una enorme reestructuración de las correspondientes industrias. Los juegos electrónicos, otra innovación radical, se están combinando con el cine y el vídeo, por un lado, y con los libros por el otro, para formar nuevos tipos de uniones interactivas. El colapso de esas industrias sigue en marcha y aún no está claro qué las va a sustituir.

La innovación radical es lo que busca mucha gente, pues es la forma grande y espectacular de cambio. Sin embargo, la mayoría de las ideas radicales fracasa, y las que alcanzan el éxito pueden tardar décadas o, como se ha demostrado en este capítulo, incluso siglos en hacerlo. La innovación gradual de productos es complicada, aunque esas complicaciones palidecen hasta lo insignificante en comparación con los retos que ha de afrontar la innovación radical. Las innovaciones graduales ocurren a millones todos los años; la innovación radical es mucho menos frecuente.

¿Qué industrias están listas para la innovación radical? Podría probarse con la educación, el transporte, la medicina y la vivienda, todas ellas atrasadas ya en cuanto a la necesidad de una profunda transformación.

El diseño de las cosas cotidianas, 1988-2038

La tecnología cambia rápidamente; la gente y la cultura cambian con lentitud. O como dicen los franceses:

> *Plus ça change, plus c'est la même chose.*
> Cuanto más cambian las cosas, más iguales son.

El cambio evolutivo en la gente es constante, pero el ritmo del cambio evolutivo humano se mide en miles de años. Las culturas humanas cambian algo más rápido a lo largo de periodos que se miden en décadas o en siglos. Las microculturas, como la manera en la que los adolescentes difieren de los adultos, pueden cambiar en una generación. Lo que esto significa es que, aunque la tecnología esté introduciendo constantemente maneras nuevas de hacer las cosas, la gente se resiste a cambiar.

Pensemos en tres ejemplos sencillos: interacción social, comunicación y música. Representan tres actividades humanas distintas, pero todas son tan básicas para la vida humana que las tres han persistido a lo largo de la historia desde que existen registros, y persistirán pese a producirse grandes cambios en las tecnologías que las respaldan. Son similares a la alimentación: las nuevas tecnologías cambiarán el tipo de comida que ingiramos y la manera de prepararla, pero nunca eliminarán la necesidad de comer. La gente suele pedirme que prediga «el próximo gran cambio». Mi respuesta es decirles que examinen algunos aspectos fundamentales, como la interacción social, la comunicación, los deportes y el juego, la música y el entretenimiento. Los cambios tendrán lugar en esferas de actividad de esa índole. ¿Son los únicos ámbitos fundamentales? Claro que no: pueden añadirse la enseñanza (y el aprendizaje), los negocios (y el comercio), el transporte, la expresión personal, el arte y, por supuesto, el sexo. Y no nos olvidemos de actividades importantes para el sustento, como la necesidad de una buena salud, la comida y la bebida, la ropa y la vivienda. Las necesidades fundamentales seguirán siendo también las mismas, aunque se satisfagan de maneras radicalmente distintas.

El diseño de las cosas cotidianas se publicó por primera vez en inglés en 1988 (cuando se titulaba *La psicología de los objetos cotidianos*). Desde la publicación original, la tecnología ha cambiado tanto que, aunque los principios se mantuvieran constantes, muchos de los ejemplos de 1988 ya no son relevantes. La tecnología de la interacción ha cambiado. Sí, claro, las puertas, los interruptores, las llaves y los grifos seguirán planteando las mismas dificultades que entonces, pero ahora tenemos nuevas fuentes de dificultades y de confusión. Los mismos principios que funcionaban antes aún son válidos, pero ahora hay que aplicarlos además a máquinas inteligentes, a la continua interacción con grandes fuentes de datos, a las redes sociales y a sistemas de comunicación y productos que permiten una interacción prolongada con amigos y conocidos de todo el mundo.

Gesticulamos y bailamos para interactuar con nuestros dispositivos, y a su vez ellos interactúan con nosotros mediante el sonido y el tacto, así como con múltiples pantallas de todos los tamaños; algunas de esas pantallas las llevamos encima, otras están en el suelo, en las paredes o en los techos; y algunas más se nos proyectan directamente en los ojos. Hablamos con nuestros dispositivos y estos nos responden. Y a medida que se hacen más inteligentes, van asumiendo actividades que creíamos que solo podían hacer las personas. La inteligencia artificial permea nuestra vida y nuestros dispositivos, desde nuestros termostatos hasta nuestros automóviles. Las tecnologías siempre están experimentando cambios.

¿La gente seguirá siendo la misma al cambiar la tecnología?

Al desarrollar nuevas formas de interacción y de comunicación, ¿qué nuevos principios se requieren? ¿Qué ocurre cuando llevamos gafas de realidad aumentada o incorporamos cada vez más tecnología a nuestro cuerpo? Los gestos y movimientos corporales tienen gracia, pero no son muy precisos.

Durante muchos milenios, incluso aunque la tecnología haya experimentado un cambio radical, la gente ha seguido siendo la misma. ¿Se mantendrá esto en el futuro? ¿Qué ocurre cuando añadimos cada vez más mejoras al cuerpo humano? Las personas con extremidades protésicas serán más rápidas y más fuertes y demostrarán ser mejores corredoras y deportistas que los atletas normales. Ya se están utilizando audífonos implantados y lentes y córneas artificiales. Los dispositivos implantados de memoria y de comunicación supondrán que alguna gente disponga de una realidad constantemente mejorada, sin ninguna carencia de información. Los dispositivos computacionales implantados podrían mejorar los procesos de pensamiento, de resolución de problemas y de toma de decisiones. La gente podría convertirse en cíborgs: una parte de biología y otra parte de tecnología artificial. A su vez, las máquinas se harán más similares a las personas, con capacidades computacionales semejantes a la actividad neuronal y un comportamiento típico humano. Además, los nuevos desarrollos en el campo de la biología quizá añadan elementos a la lista de complementos artificiales, con la consecuente modificación genética de personas y la adición de procesadores y dispositivos biológicos a las máquinas.

Todos estos cambios generan cuestiones éticas considerables. Quizá ya no pueda mantenerse la opinión, afianzada desde hace mucho tiempo, de que aunque la tecnología cambie, la gente seguirá siendo la misma. Por otro lado, está naciendo una nueva especie: dispositivos artificiales que tienen muchas de las capacidades de los animales y de las personas, y a veces capacidades superiores (que las máquinas pueden ser mejores que las personas en algunas cosas siempre ha sido cierto: claramente son más fuertes y más rápidas. Incluso una calculadora sencilla puede hacer cálculos aritméticos mejor que nosotros, y por eso las usamos. Muchos programas informáticos saben hacer cálculos matemáticos avanzados mejor que nosotros, lo que los

convierte en asistentes muy valiosos). La gente está cambiando; las máquinas están cambiando. Eso significa también que las culturas están cambiando.

No hay duda de que la cultura humana ha experimentado un impacto enorme con la llegada de la tecnología. Nuestra vida, el tamaño de nuestras familias y la disposición de nuestro modo de vivir, así como el papel desempeñado por los negocios y por la educación en nuestra vida, todo ello se rige por las tecnologías de cada época. La tecnología moderna de la comunicación cambia la naturaleza del trabajo conjunto. Con la adquisición por parte de algunas personas de destrezas cognitivas avanzadas gracias a los implantes, y con la incorporación en algunas máquinas de cualidades humanas mejoradas gracias a tecnologías avanzadas, inteligencia artificial y quizá tecnologías biónicas, podemos esperar que se den aún más cambios. La tecnología, la gente y las culturas: todo cambiará.

Cosas que nos hacen inteligentes

Si emparejamos el uso de movimientos y de gestos del cuerpo con pantallas de audio y de vídeo de alta calidad que puedan superponerse a los sonidos y a las imágenes del mundo para amplificarlos, explicarlos y comentarlos, le daremos a la gente el poder de superar cualquier cosa antes conocida. ¿Qué significan los límites de la memoria humana cuando una máquina puede recordarnos todo lo que ha pasado antes en el momento exacto en el que necesitamos la información pertinente? Existe el argumento de que la tecnología nos hace inteligentes: recordamos mucho más que antes y nuestras capacidades cognitivas han mejorado mucho.

Existe otro argumento: el de que la tecnología nos hace tontos. Sí, con la tecnología parecemos listos, pero en cuanto la retiramos somos peores que antes de la existencia de la tecnología. Nos hemos hecho dependientes de nuestras tecnologías para movernos por el mundo, para mantener conversaciones inteligentes, para escribir con inteligencia y para recordar.

Una vez que la tecnología puede hacer nuestros cálculos aritméticos, recordar por nosotros y decirnos cómo comportarnos, no nos hace falta aprender nada de eso. Pero en cuanto la tecnología desaparece, nos quedamos indefensos, incapaces de hacer ninguna función básica. Ahora somos tan dependientes de la tecnología que sufrimos cuando nos vemos privados de ella. Somos incapaces de hacernos nuestra propia ropa a partir de plantas y de pieles de animales; somos incapaces de cultivar y de cosechar, o de cazar animales. Sin tecnología, nos moriríamos de hambre o por congelación. Sin tecnologías cognitivas, ¿caeremos en un estado equivalente de ignorancia?

Estos temores nos acompañan desde hace mucho. En la Grecia antigua, Platón nos cuenta que Sócrates se quejaba del impacto de los libros, argumentando que la dependencia del material escrito disminuiría no solo la memoria sino la propia

necesidad de pensar, de debatir, de aprender a través de la discusión. Después de todo, decía Sócrates, cuando una persona te dice algo, puedes cuestionar esa afirmación, discutirla y debatirla, y por tanto mejorar el material y el entendimiento. Con un libro, bueno, ¿qué puedes hacer con un libro? No le puedes contraargumentar.

Sin embargo, a lo largo de los años, el cerebro humano ha seguido siendo en gran parte el mismo. La inteligencia humana desde luego no ha disminuido. Es verdad, ya no aprendemos a memorizar grandes cantidades de material. Ya no necesitamos ser del todo competentes para la aritmética, pues las calculadoras (presentes como dispositivos independientes o en casi cualquier ordenador o teléfono) se ocupan de esa tarea por nosotros. Pero ¿eso nos hace estúpidos? ¿El hecho de no acordarme ya de mi propio número de teléfono indica mi creciente debilidad? No, por el contrario, eso libera la mente de la cruel tiranía de atender a lo trivial para permitir que se concentre en lo importante y en lo crucial.

Depender de la tecnología es un beneficio para la humanidad. Con la tecnología, el cerebro no mejora ni empeora. En vez de eso, lo que cambia es la tarea. El ser humano junto a la máquina es más potente que el ser humano o que la máquina por sí solos.

Las mejores máquinas de ajedrez pueden derrotar a los mejores ajedrecistas. Pero, sorpresa, la combinación de humano y máquina puede derrotar al mejor humano y a la mejor máquina. Además, esa combinación ganadora no tiene que incluir al mejor humano ni a la mejor máquina. Tal y como explicó Erik Brynjolfsson, profesor del Massachusetts Institute of Technology, en una reunión de la Academia Nacional de Ingeniería:

> *Actualmente, el mejor ajedrecista del mundo no es un ordenador ni un ser humano, sino un equipo de humanos y de ordenadores que trabajan juntos. En las competiciones libres de ajedrez, en las que participan equipos de humanos y de ordenadores, los ganadores no suelen ser los equipos con los ordenadores más potentes o los mejores ajedrecistas. Los equipos que ganan son capaces de aprovechar las capacidades únicas de los seres humanos y de los ordenadores para ponerlas a trabajar juntas. Es una metáfora de lo que podemos hacer en adelante: conseguir que la gente trabaje junto con la tecnología en nuevas maneras de generar valor.* (Brynjolfsson, 2012).[69]

¿Y esto por qué ocurre? Brynjolfsson y Andrew McAfee citan al ajedrecista humano campeón del mundo Garri Kaspárov, que explicaba por qué «el ganador global de un reciente torneo de estilo libre no contaba ni con los mejores jugadores humanos ni con los ordenadores más potentes». Kaspárov describía un equipo formado por:

> *Un par de ajedrecistas estadounidenses aficionados que usaban tres ordenadores al mismo tiempo. Su habilidad para manejar y para «entrenar» a sus ordenadores para que analizasen en profundidad las posiciones contrarrestó con eficacia el mayor conocimiento en ajedrez que tenían sus grandes maestros oponentes y el mayor poder computacional de otros participantes. La combinación humano débil*

> *+ máquina + mejor proceso estuvo por encima de un ordenador superior actuando solo y, lo más destacable, por encima también de un humano fuerte + máquina + proceso inferior.* (Brynjolfsson y McAfee, 2011).

Por otro lado, Brynjolfsson y McAfee aseguran que el mismo patrón se da en muchas actividades, incluidos los negocios y la ciencia: «La clave para ganar la carrera no es competir contra las máquinas sino competir con máquinas. Por suerte, los seres humanos son más fuertes precisamente allí donde los ordenadores son débiles, lo que da lugar a una colaboración que puede llegar a ser muy bonita».

El científico cognitivo (y antropólogo) Edwin Hutchins, de la Universidad de California en San Diego, ha abogado por el poder de la cognición distribuida, en la que algunos componentes recaen sobre las personas (que pueden distribuirse en el tiempo y en el espacio) y otros componentes en nuestras tecnologías. Fue Hutchins quien me enseñó el enorme poder que nos aporta esta combinación. Esto responde a la pregunta: ¿la nueva tecnología nos hace estúpidos? No. Por el contrario, cambia las tareas que hacemos. Al igual que el mejor ajedrecista es una combinación de humano y de tecnología, nosotros, en combinación con la tecnología, somos más listos que nunca antes. Tal y como planteo en mi libro *Things That Make Us Smart*, el poder de la mente aislada y sin ayuda está muy sobrevalorado. Son las cosas las que nos hacen inteligentes.

> *El poder de la mente aislada y sin ayuda está muy sobrevalorado. Sin ayudas externas, el razonamiento profundo y prolongado es difícil. La memoria, el pensamiento y el razonamiento que no cuentan con ayudas tienen un poder limitado. La inteligencia humana es muy flexible y adaptativa, soberbia a la hora de inventar procedimientos y objetos que superen sus propios límites. El verdadero poder surge de concebir ayudas externas que mejoren las capacidades cognitivas. ¿Cómo hemos aumentado la memoria, el pensamiento y el razonamiento? Inventando ayudas externas: son las cosas las que nos hacen inteligentes. Alguna ayuda procede del comportamiento cooperativo y social; otra surge de la explotación de la información presente en el entorno; y alguna otra surge del desarrollo de herramientas de pensamiento —artefactos cognitivos— que complementan las capacidades y fortalecen los poderes de la mente.* (Párrafo inicial del capítulo 3 de *Things That Make Us Smart*).

El futuro de los libros

Una cosa es contar con herramientas que ayuden a la escritura de libros convencionales y otra muy distinta tener herramientas que transformen radicalmente el libro.

¿Por qué un libro tiene que componerse de palabras y de algunas ilustraciones destinadas a leerse de forma lineal desde la parte de delante hacia atrás? ¿Por qué no puede componerse de pequeños apartados que se lean en el orden deseado? ¿Por qué no ser algo dinámico, con segmentos de vídeo y de audio que quizá cambien según quien lo lea, y con notas hechas por otros

lectores o espectadores, o con los pensamientos más recientes del autor, quizá incluso variando conforme se lee, y donde la palabra *texto* pueda significar cualquier cosa: voz, vídeo, imágenes, diagramas y palabras?

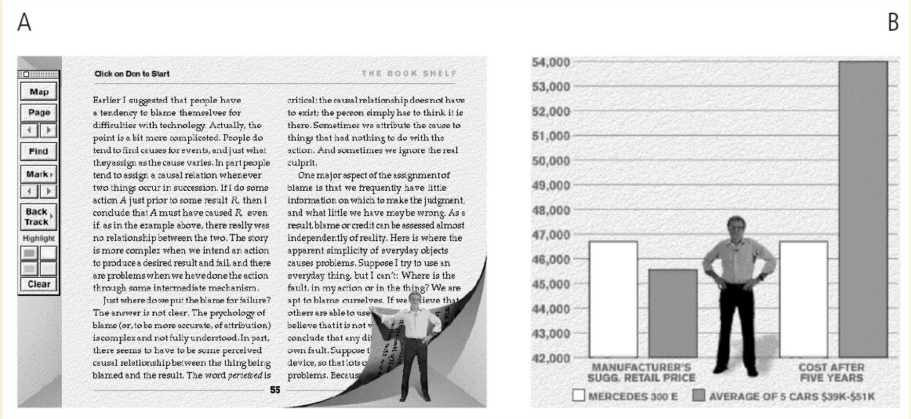


FIGURA 7.5. El libro electrónico interactivo de Voyager. En la figura A, a la izquierda, se me ve apareciendo en una página de El diseño de las cosas cotidianas. En la figura B, a la derecha, salgo explicando un elemento sobre el diseño gráfico de mi libro *Things That Make Us Smart*.

Algunos autores, sobre todo de ficción, puede que sigan prefiriendo la narración lineal de historias, pues los autores son contadores de historias, y en las historias, el orden en el que se introducen las personas y los hechos es importante para crear el suspense, para mantener al lector cautivado y para manejar los altibajos emocionales que caracterizan a las grandes narraciones. Sin embargo, en la no ficción, en libros como este, el orden no es tan importante. Este libro no intenta manipular las

emociones de nadie, ni mantener a la gente en suspense, ni ofrecer picos dramáticos. Se puede experimentar en el orden que se prefiera, leer los elementos sin seguir su secuencia y saltarse lo que no sea relevante para las necesidades de cada cual.

¿Y si este libro fuese interactivo? Si tuviéramos problemas para entender algo, supongamos que se pudiera hacer clic en la página y que apareciese yo explicándolo. Lo intenté hace muchos años con tres de mis libros, combinados todos ellos en un libro electrónico interactivo. No obstante, ese intento cayó presa de los demonios del diseño de productos: las buenas ideas que aparecen demasiado pronto fracasan.

Producir ese libro supuso mucho esfuerzo. Trabajé con un gran equipo de personas de Voyager Books, y tuve que pasar casi un año volando a Santa Monica, en California, para filmar los extractos y grabar mi parte. Robert Stein, jefe de Voyager, reunió a un talentoso equipo de editores, productores, camarógrafos, diseñadores interactivos e ilustradores. Por desgracia, el resultado se generó en un sistema informático llamado HyperCard, una herramienta ingeniosa desarrollada por Apple pero que nunca recibió un soporte integral. Al final, Apple dejó de darle soporte por completo a esa herramienta y actualmente, pese a que conservo copias de los discos originales, ya no funcionan en ninguna máquina existente (y aunque funcionasen, la resolución del vídeo es muy mala para los estándares actuales).

Quiero subrayar la frase «producir ese libro supuso mucho esfuerzo». Ni siquiera recuerdo cuánta gente estuvo implicada, pero en los créditos aparece la siguiente lista: editor-productor, director artístico-diseñador gráfico, programador, diseñadores de interfaz (cuatro personas, yo incluido), equipo de producción (veintisiete personas) y agradecimientos especiales a diecisiete personas.

Sí, hoy cualquiera puede grabar un ensayo en audio o en vídeo. Cualquiera puede grabar un vídeo y editarlo de forma sencilla. Sin embargo, producir un libro multimedia de nivel profesional con unas trescientas páginas o dos horas de vídeo (o alguna combinación similar) que puedan leer y disfrutar personas de todo el mundo exige una cantidad inmensa de talento y diversas habilidades. Los aficionados pueden hacer un vídeo de cinco o diez minutos, pero todo lo que supere eso requiere de unas capacidades de edición extraordinarias. Además, tiene que haber un escritor, un cámara, un responsable de grabación y otro de iluminación. Debe haber un director que coordine esas actividades y que seleccione el mejor enfoque para cada escena (capítulo). Se necesita un editor cualificado que encaje los segmentos. En 2011, Al Gore publicó *Nuestra elección*, un libro electrónico sobre medio ambiente que utilizaba materiales interactivos y que incluía un gran número de profesiones entre la gente responsable: editores (dos personas), editor de mesa, director de producción, editor de producción y supervisor de producción, arquitecto de *software*, ingeniero de la interfaz de usuario, ingeniero, gráficos interactivos, animación, diseño gráfico, editor de fotos, editores de vídeo (dos), camarógrafo, música y diseñador de cubierta. ¿Cuál es el futuro del libro? Uno muy caro.[70]

La llegada de nuevas tecnologías mejora la eficacia y el disfrute de los libros, del material interactivo y de todo tipo de material educativo y recreativo. Las muchas herramientas existentes facilitan la creación. Como resultado, veremos una proliferación de materiales. La mayoría será de estilo *amateur*, cosas incompletas y en cierto modo incoherentes. Pero incluso las producciones *amateur* pueden tener funciones valiosas en nuestra vida, tal y como demuestra la inmensa proliferación de vídeos caseros disponibles en Internet, en los que se nos enseña de todo, desde cómo cocinar un *pajeon* coreano hasta cómo reparar un grifo o entender ecuaciones de Maxwell de ondas electromagnéticas. No obstante, para obtener un material profesional de alta calidad que cuente una historia coherente de manera fiable, en el que los datos se hayan contrastado y el mensaje sea de autoridad, y en el que el contenido fluya, hacen falta expertos. La mezcla de tecnologías y de herramientas facilita la creación rápida e improvisada, pero el material de nivel pulido y profesional se hace mucho más complicado. La sociedad del futuro: algo que ansiar con placer, contemplación y temor.

Las obligaciones morales del diseño

El hecho de que el diseño afecte a la sociedad no es una noticia muy novedosa para los diseñadores. Muchos se toman en serio las implicaciones de su trabajo. No obstante, la manipulación consciente de la sociedad tiene graves inconvenientes, como por ejemplo que no todo el mundo se ponga de acuerdo en cuáles son los objetivos adecuados, algo nada desdeñable. Por tanto, el diseño adquiere relevancia política; de hecho, las filosofías de diseño varían de manera considerable entre los distintos sistemas políticos. En las culturas occidentales, el diseño ha reflejado la importancia capitalista del mercado, poniendo el énfasis en las características exteriores consideradas atractivas para el comprador. En la economía de consumo, el sabor no es el criterio que se usa para el *marketing* de alimentos o bebidas caros, la usabilidad no es el criterio principal en el *marketing* de aparatos domésticos o de oficinas. Estamos rodeados por objetos de deseo, no por objetos de uso.

Funciones innecesarias, modelos innecesarios: bien para el negocio, mal para el medio ambiente

En el mundo de los productos consumibles, como la comida y las noticias, siempre hay necesidad de más: más comida y más noticias. Cuando se consume el producto, los clientes son consumidores. Un ciclo interminable. En el mundo de los servicios, se aplica la misma máxima. Alguien tiene que cocinar y servir la comida en un restaurante, cuidar de nosotros cuando estamos enfermos y hacer las transacciones diarias que necesitamos. Los servicios pueden sostenerse por sí mismos porque la necesidad está siempre ahí.

Sin embargo, un negocio que fabrique y venda bienes perdurables se enfrenta a un problema: en cuanto todo el mundo que quiere el producto lo tiene, ya no hay necesidad de más. Las ventas cesan. La empresa se va a la quiebra.

En la década de 1920, los fabricantes planificaron deliberadamente formas de conseguir que sus productos quedasen obsoletos (aunque la práctica había existido desde mucho antes). Los productos se construirían con una vida útil limitada. Se diseñarían automóviles para que se rompiesen. Según se cuenta, Henry Ford compraba coches Ford en los desguaces y ponía a sus ingenieros a desmontarlos para ver qué piezas habían fallado y cuáles seguían en buen estado. Los ingenieros daban por sentado que eso lo hacían para buscar las piezas débiles y reforzarlas. Pues no. Ford explicó que su intención era encontrar las piezas que siguieran en buen estado. La empresa podía ahorrar dinero si rediseñaba esas piezas para que fallaran en el mismo momento que las demás.

Hacer que las cosas fallen no es la única manera de mantener las ventas. La industria de la ropa femenina es un buen ejemplo: lo que este año está de moda no lo estará el siguiente, así que se anima a las mujeres a sustituir su armario todas las temporadas, todos los años. La misma filosofía se extendió al poco tiempo a la industria del automóvil, en el que unos cambios drásticos de estilo introducidos con cierta frecuencia dejaban claro qué personas estaban a la última y cuáles iban rezagadas, con vehículos anticuados. Lo mismo se aplica a nuestras pantallas inteligentes, a las cámaras y a los televisores. Incluso en el ámbito de la cocina y de la colada, donde los aparatos solían durar décadas, se ha notado el impacto de la moda. Ahora, tener funciones, estilos e incluso colores desactualizados impulsa a los propietarios de una casa a cambiar. Existen algunas diferencias de género. Los hombres no son tan sensibles como las mujeres a la moda en el caso de la ropa, pero compensan de sobra esa diferencia por su interés en la última moda de los automóviles y de otras tecnologías.

Pero ¿por qué comprarse un ordenador nuevo si el viejo funciona perfectamente bien? ¿Por qué comprar una cocina o un frigorífico nuevos, un teléfono nuevo o una cámara nueva? ¿De verdad necesitamos un dispensador de cubitos de hielo en la puerta del frigorífico, una pantalla en la puerta del horno o un sistema de navegación con imágenes tridimensionales? ¿Cuál es el coste para el medio ambiente de todos esos materiales y de toda esa energía consumidos para fabricar productos nuevos, por no hablar de los problemas para desechar los viejos de manera segura?

Otro modelo de sostenibilidad de las ventas es el sistema de suscripción. ¿Tenemos un dispositivo de lectura electrónico, o un reproductor de música o de vídeo? Nos suscribimos al servicio que proporciona artículos y noticias, música y ocio, vídeo y películas. Todos son consumibles, así que aunque la pantalla inteligente en sí sea un bien fijo y perdurable, la suscripción garantiza un flujo constante de dinero a cambio de esos servicios. Por supuesto, esto solo funciona si el fabricante del bien perdurable es además quien suministra los servicios. Si no, ¿qué alternativas hay?

Ah, el modelo anual: todos los años puede introducirse un modelo nuevo, igual de bueno que el modelo del año anterior, pero que afirme ser mejor. Siempre se aumentan la potencia y las funciones. Contemplad las nuevas funciones. ¿Cómo habéis podido vivir sin ellas? Entretanto, los científicos, ingenieros e inventores siguen ocupados desarrollando tecnologías aún más nuevas. ¿Nos gusta nuestro televisor? ¿Y si emitiese en tres dimensiones? ¿Con múltiples canales de sonido envolvente? ¿Con gafas de realidad virtual para estar rodeados por imágenes en trescientos sesenta grados? ¿Y si girásemos la cabeza o el cuerpo y viésemos lo que está pasando detrás de nosotros? Al ver algún deporte, podríamos estar dentro del equipo, experimentando el partido igual que ellos. Los coches no solo se conducirán solos para que estemos más seguros, sino para ofrecer además un montón de entretenimiento. Los videojuegos no pararán de añadir pantallas y capítulos, nuevas historias y personas, y por supuesto entornos virtuales en 3D. Los aparatos domésticos hablarán entre ellos y les contarán a hogares remotos los secretos de nuestros patrones de uso.

El diseño de las cosas cotidianas está en grave peligro de convertirse en el diseño de cosas superfluas, sobrecargadas e innecesarias.

Pensamiento de diseño y pensar en el diseño

El diseño solo tiene éxito si el producto final tiene éxito: si la gente lo compra, lo usa y lo disfruta, y con ello hace correr la voz. Un diseño que la gente no adquiere es un diseño fallido, da igual lo genial que pueda considerarlo el equipo de diseño.

Los diseñadores tienen que hacer cosas que satisfagan las necesidades de la gente, en términos de funciones, en términos de ser entendibles y usables, y en términos de su capacidad para ofrecer satisfacción emocional, orgullo y deleite. En otras palabras, el diseño ha de pensarse como una experiencia integral.

No obstante, los productos de éxito necesitan más que un diseño fantástico. Tienen que poderse producir con fiabilidad, con eficacia y dentro del calendario. Si el diseño complica los requisitos de ingeniería tanto que no puede llevarse a cabo dentro de las limitaciones de costes y de calendario, será un diseño fallido. De manera similar, si el equipo de fabricación no puede generar el producto, el diseño será fallido.

Las consideraciones de *marketing* son importantes. Los diseñadores quieren satisfacer las necesidades de la gente. El equipo de *marketing* quiere asegurarse de que la gente de verdad compre y utilice el producto. Se trata de dos conjuntos distintos de requisitos, y el diseño ha de satisfacer ambos. Da igual lo genial que sea un diseño si la gente no lo compra. Y da igual cuánta gente compre algo si luego no le va a gustar cuando empiece a usarlo. Los diseñadores serán más eficaces cuanto más aprendan sobre ventas y sobre *marketing*, así como sobre los aspectos económicos del negocio.

Por último, los productos tienen un ciclo de vida complejo. Mucha gente necesitará asistencia para utilizar un dispositivo, ya sea porque el diseño o el manual no estén claros, o porque la gente esté haciendo algo nuevo que no se tuvo en cuenta en el desarrollo del producto, o por múltiples motivos distintos. Si el servicio de asistencia ofrecido a esas personas no es adecuado, el producto sufrirá. De manera similar, si el dispositivo necesita mantenimiento, reparación o actualización, el modo en el que se gestione todo eso afectará a la apreciación del producto por parte de la gente.

En el mundo actual, sensibilizado con el medio ambiente, hay que tener en cuenta el ciclo de vida completo del producto. ¿Cuáles son los costes medioambientales de los materiales, del proceso de fabricación, de la distribución, del mantenimiento y de las reparaciones? Cuando llegue el momento de sustituir la unidad, ¿cuál será el impacto medioambiental del reciclaje o de la reutilización de la unidad antigua?

El proceso de desarrollo de un producto es complejo y difícil. Pero, en mi opinión, precisamente por eso puede resultar tan satisfactorio. Un producto magnífico supera una tormenta de desafíos. Para satisfacer la multitud de necesidades se requiere destreza y también paciencia. Se necesita una combinación de altas capacidades técnicas, grandes habilidades empresariales y una gran cantidad de habilidades sociales y personales para interactuar con los muchos grupos implicados, todos con sus propias agendas, todos con sus propios requisitos que consideran cruciales.

El diseño consta de una serie de desafíos maravillosos y emocionantes, y cada uno de ellos es una oportunidad. Como cualquier gran obra dramática, tiene sus altibajos emocionales, sus cumbres y sus valles. Los grandes productos superan los puntos bajos y acaban en alto.

Ahora dejo a mis lectores solos. A quien sea diseñador lo animo a librar la batalla de la usabilidad. A quien sea usuario lo animo a aunar voces con quienes piden productos usables. A escribir a los fabricantes. A boicotear diseños no usables. A apoyar los buenos diseños comprándolos, incluso aunque eso suponga desviarse del camino habitual o gastar un poco más. Y a expresar en voz alta cualquier preocupación en las tiendas que distribuyen los productos; los fabricantes escuchan a sus clientes.

Quien visite algún museo de ciencia y tecnología, que haga preguntas sobre lo que no entienda. Que ofrezca retroalimentación sobre las exposiciones y sobre si funcionan bien o mal. Que anime a los museos a avanzar hacia una mejor usabilidad y comprensión.

Y a disfrutar. A pasear por el mundo analizando los detalles del diseño. A aprender a observar. A enorgullecerse de las pequeñas cosas que ayudan: pensar con bondad en la persona que con tanta consideración las puso ahí. A percatarse de que incluso los detalles importan, de que el diseñador quizá tuviera que batallar para incluir algo útil. En caso de dificultades, hay

que recordar siempre que no es nuestra culpa: es un mal diseño. Recompensemos a quienes practican el buen diseño: mandémosles flores. Abucheemos a quienes no: mandémosles malas hierbas.

La tecnología cambia constantemente. Muchos cambios son para bien; otros muchos, no. Toda la tecnología puede usarse de formas que sus inventores nunca pretendieron. Un avance emocionante en este sentido es lo que yo llamo «el auge de lo pequeño».

El auge de lo pequeño[71]

Sueño con el poder de los individuos (ya sea en solitario o en grupos pequeños) para dar rienda suelta a su espíritu creativo, su imaginación y su talento en pos de desarrollar una amplia variedad de innovaciones. Las nuevas tecnologías prometen hacer esto posible. Ahora, por primera vez en la historia, los individuos pueden compartir sus ideas, sus pensamientos y sus sueños. Pueden generar sus propios productos, sus propios servicios, y ponerlos a disposición de cualquier persona del mundo. Cualquiera puede ser su propio maestro, ejercer todos los talentos especiales que tenga y poner en práctica todos sus intereses.

¿Qué impulsa ese sueño? El auge de lo pequeño: pequeñas herramientas eficaces que empoderan a los individuos. La lista es amplia y no para de crecer. Pensemos en el auge de las exploraciones musicales usando instrumentos convencionales, electrónicos y virtuales. Pensemos en el auge de la autopublicación, saltándose a editoriales, imprentas y distribuidores convencionales para sustituirlos por ediciones electrónicas baratas, disponibles para que cualquier persona del mundo pueda descargarlas en lectores de libros electrónicos.

Podemos observar la irrupción de miles de millones de vídeos pequeños, disponibles para todo el mundo. Algunos son sencillamente para autorrecrearse, otros son de lo más educativos, algunos son de humor y otros son serios. Cubren todo tipo de ámbitos, desde cómo hacer *spätzle* hasta cómo entender las matemáticas, o sencillamente cómo bailar o cómo tocar un instrumento musical. Algunas grabaciones son puro entretenimiento. Las universidades están también entrando en escena, y comparten planes de estudios enteros, con vídeos de clases incluidos. Los universitarios publican sus trabajos de clase en formato de vídeo y de texto, lo que permite al mundo entero beneficiarse de sus esfuerzos. Pensemos en ese mismo fenómeno en el campo de la escritura, de la narración de acontecimientos y de la creación de música y de arte.

Añadamos a esas posibilidades la disponibilidad inmediata de opciones baratas de motores, sensores, computación y comunicación. Pensemos ahora en el potencial de todo ello cuando aumente el rendimiento de las impresoras 3D y disminuya su precio, lo que permitirá a los individuos fabricar objetos personalizados siempre que lo necesiten. Los diseñadores de todo el mundo publicarán sus ideas y sus planos, permitiendo así el surgimiento de industrias totalmente nuevas de producción

personalizada en masa. Podrán fabricarse cantidades pequeñas igual de baratas que las grandes cantidades, y los individuos quizá incluso diseñen sus propios artículos o confíen en un creciente número de diseñadores autónomos que publiquen planos que luego puedan personalizarse e imprimirse en establecimientos de barrio con impresoras 3D o en las propias casas.

Pensemos en el auge de especialistas que ayudan a planificar comidas y a cocinarlas, a modificar diseños para que se ajusten a las necesidades y las circunstancias concretas, y que son capaces de dar consejos en una amplia variedad de temas. Los expertos compartirán su conocimiento en blogs y en la Wikipedia, todo de manera altruista, con la recompensa de los agradecimientos de sus lectores.

Sueño con el renacimiento del talento, con gente empoderada que crea y utiliza sus capacidades y sus dones. Algunos quizá busquen la seguridad y la estabilidad de trabajar para organizaciones. Otros quizá deseen fundar nuevas empresas. Algunos querrán hacerlo como *hobby*. Otros se asociarán en pequeños grupos y cooperativas, la mejor opción para reunir las diversas competencias requeridas por la tecnología moderna, para ayudar a compartir su conocimiento, para aprender unos de otros y para conformar una masa crítica siempre necesaria, incluso para proyectos pequeños. Algunos quizá ofrezcan sus servicios para facilitar las aptitudes necesarias en proyectos grandes, pero conservando su libertad y su posición de autoridad.

En el pasado, la innovación se dio en las naciones industrializadas y, con el tiempo, todas esas innovaciones fueron haciéndose más potentes, más complejas, y muchas se llenaron de funciones. La tecnología antigua se cedió entonces a las naciones en vías de desarrollo. El coste para el medio ambiente raras veces se tuvo en cuenta. Pero ante el nacimiento de lo pequeño, con tecnologías nuevas, flexibles y baratas, el poder está cambiando. Actualmente, cualquier persona del mundo puede crear, diseñar y fabricar. Las naciones recién desarrolladas están entrando en posiciones de ventaja, diseñando y construyendo por sí mismas y para sí mismas. Además, por necesidad, desarrollan dispositivos avanzados que exigen menos energía, que son más sencillos de hacer, de mantener y de usar. Desarrollan procedimientos médicos que no necesitan refrigeración ni un acceso constante a la electricidad. En vez de utilizar tecnología de segunda mano, sus resultados añaden valor para todos nosotros: llamémoslo tecnología de primera mano.

Con el auge de la interconexión global, la comunicación global, un diseño potente y unos métodos de fabricación al alcance de todos, el mundo está cambiando rápidamente. El diseño es una potente herramienta para anular desigualdades: lo único que se necesita es observación, creatividad y mucho trabajo. Cualquiera puede hacerlo. Con un *software* de código abierto, impresoras 3D baratas y de código abierto e incluso una formación de código abierto, podemos transformar el mundo.

Al cambiar el mundo, ¿qué permanece igual?

Cuando se producen cambios masivos, hay una serie de principios fundamentales que permanecen inalterados. Los seres humanos siempre han sido seres sociales. La interacción social y la capacidad para mantenerse en contacto con gente de todo el mundo, a través del tiempo, permanecerán entre nosotros. Los principios del diseño de este libro no cambiarán, pues los principios de la detectabilidad, de la retroalimentación y del poder de las prestaciones, los significantes, el mapeo y los modelos conceptuales siempre seguirán vigentes. Incluso las máquinas totalmente autónomas y automáticas seguirán estos principios en sus interacciones. Nuestras tecnologías quizá cambien, pero los principios fundamentales de la interacción son permanentes.

---

[58] Un apunte para los historiadores de la tecnología: he logrado trazar el origen de este término (en inglés, *creeping featurism*) hasta una charla pronunciada por John Mashey en 1976 (Mashey, 1976). En ese momento, Mashey era científico informático en Bell Laboratories, donde trabajó como uno de los primeros desarrolladores de UNIX, un sistema operativo informático muy conocido (que aún sigue activo como Unix, Linux, y fue la semilla originaria del Mac OS de Apple).

[59] Youngme Moon, en su libro *Different: Escaping the Competitive Herd* (Diferente. Cómo huir del rebaño competitivo; Moon, 2010), afirma: «Si existe una cepa de sabiduría convencional que prevalezca en todas las empresas de todas las industrias, esa sería la importancia de competir hasta el extremo para diferenciarse de la competencia. Y aun así, mantenerse a la par que la competencia (en cuanto a funciones, aumentos de producto, etc.) tiene el efecto perverso de convertirte en exactamente lo mismo que todos los demás» (de la sobrecubierta del libro: http://youngmemoon.com/Jacket.html).

[60] El sistema de trazado de palabras que funciona recorriendo las letras sobre el teclado de la pantalla para introducir palabras de manera rápida y eficaz (si bien no tan rápida como la del teclado tradicional de diez dedos) se describe con una cantidad considerable de detalle en la obra de Shumin Zhai y Per Ola Kristensson, dos de los desarrolladores de este método de escritura (Zhai y Kristensson, 2012).

[61] En los más de treinta años que llevan existiendo las pantallas multitáctiles en los laboratorios, numerosas empresas han lanzado productos y han fracasado. Nimish Mehta está acreditado como el inventor de la función multitáctil, algo de lo que hablaba en su trabajo de fin de máster (1982) en la Universidad de Toronto. Bill Buxton (2012), uno de los pioneros en este ámbito, ofrece un análisis valioso (estuvo trabajando en pantallas multitáctiles a principios de la década de 1980 en la Universidad de Toronto). Otro excelente estudio sobre los sistemas multitáctiles y gestuales en general (así como sobre los principios del diseño) lo ofrece Dan Saffer en su libro *Designing Gestural Interfaces* (Diseño de interfaces gestuales; 2009). La historia de Fingerworks y Apple se encuentra con facilidad buscando en Internet «Fingerworks».

[62] Véase el comentario al respecto en las notas del capítulo 2.

[63] Nótese que, en el tiempo transcurrido desde la publicación de esta edición en 2013, esta tecnología en concreto ha evolucionado muchísimo y las conversaciones con vídeo o videollamadas son ahora una realidad frecuente y extendida en gran parte del mundo, a la par que asequible y disponible a través de diversos dispositivos. (*N. de la T.*).

[64] La historia del teclado QWERTY se comenta en numerosos artículos. Agradezco al profesor Neil Kay, de la Universidad de Strathclyde, nuestra correspondencia por correo electrónico y su artículo «Rerun the Tape of History and QWERTY Always Wins» (Revisionar la historia. QWERTY siempre gana; 2013). Dicho artículo me llevó hasta el sitio web QWERTY People Archive, creado por los investigadores japoneses Koichi y Motolo Yasuoka, un recurso increíblemente detallado y valioso para quienes estén interesados en la historia del teclado, y sobre todo en la configuración QWERTY (Yasuoka y Yasuoka, 2013). El artículo sobre la máquina de escribir publicado en 1872 en la revista *Scientific American* es muy divertido de leer. El estilo de dicha revista ha cambiado drásticamente desde entonces (anónimo, 1872).

[65] Hay información sobre aspectos de salud relacionados con los teclados en el National Institute of Health (2013).

[66] ¿Es el Dvorak más rápido que el QWERTY? Sí, pero por poco: Diane Fisher y yo estudiamos una variedad de disposiciones de teclado. Pensábamos que los teclados ordenados alfabéticamente serían mejores para los principiantes. Y no: descubrimos que el conocimiento del alfabeto no era útil para encontrar las teclas. Nuestros estudios de los teclados alfabético y Dvorak se publicaron en la revista *Human Factors* (Norman y Fisher, 1984).

Los admiradores del teclado Dvorak aseguran que la mejora es muy superior a un 10 por ciento, lo que se sumaría a una velocidad de aprendizaje más rápida y a una menor fatiga. Sin embargo, yo me ciño a mis estudios y a mis declaraciones. Quien quiera saber más, incluido un digno análisis de la historia de la máquina de escribir, puede leer el libro *Cognitive Aspects of Skilled Typewriting* (Aspectos cognitivos de la mecanografía cualificada), editado por William E. Cooper, en el que se incluyen varios capítulos sobre la investigación de mi laboratorio (Cooper, W. E., 1963; Norman y Fisher, 1984; Norman y Rumelhart, 1963; Rumelhart y Norman, 1982).

[67] Roberto Verganti, profesor italiano de comercio, y yo comentamos los principios de la innovación gradual y radical (Norman y Verganti, 2014; Verganti, 2009, 2010).

[68] Hay muy buenas descripciones del proceso de escalada simple aplicado al diseño en el libro de Christopher Alexander *Ensayo sobre la síntesis de la forma* (Alexander, 1964) y en el libro de Chris Jones *Métodos de diseño* (Jones, 1992; véase también Jones, 1984).

[69] Los comentarios de Erik Brynjolfsson, profesor del Massachusetts Institute of Technology, están sacados de la charla que dio en el simposio de la National Academy of Engineering sobre fabricación, diseño e innovación celebrado en junio de 2012 (Brynjolfsson, 2012). Su libro, en coautoría con Andrew McAfee —*La carrera contra la máquina. Cómo la revolución digital está acelerando la innovación, aumentando la productividad y transformando irreversiblemente el empleo y la economía*— incluye un análisis excelente del diseño y de la innovación (Brynjolfsson y McAfee, 2011).

[70] El libro interactivo de Al Gore se titula *Nuestra elección* (Gore, 2011). Algunos vídeos de mi libro interactivo, una obra prematura, siguen estando disponibles (Norman, 1993 y 2011b).

[71] El apartado «El auge de lo pequeño» está sacado del ensayo que escribí con motivo del centenario de la empresa Steelcase. Se reproduce aquí con la autorización de Steelcase (Norman, 2011a).

Agradecimientos

La edición original de este libro se titulaba *La psicología de los objetos cotidianos* (*PSICO*). Ese título es un buen ejemplo de la diferencia entre el ámbito académico y la industria. *PSICO* era un título ingenioso y bonito que mis amigos académicos apreciaron mucho. Cuando Doubleday-Currency se puso en contacto conmigo para publicar la versión en rústica de este libro, los editores me dijeron: «Aunque, claro, el título habrá que cambiarlo». ¿Cambiar el título? Me quedé horrorizado. No obstante, decidí seguir mi propio consejo e investigar un poco sobre los lectores. Descubrí que si bien a la comunidad académica le gustaban el título y su ingenio, a la comunidad empresarial no. De hecho, en parte del ámbito empresarial el libro pasó sin pena ni gloria porque transmitía el mensaje equivocado. Las librerías lo colocaban en la sección de psicología (junto a libros sobre sexo, amor y autoayuda). El clavo definitivo en el ataúd del título llegó cuando me pidieron que diese una charla ante un grupo de altos ejecutivos de una importante empresa manufacturera. La persona que me presentó al público elogió el libro, maldijo el título y les pidió a sus colegas que lo leyeran a pesar de que se titulase así.

Agradecimientos de PSICO. *La psicología de los objetos cotidianos*

El libro se concibió a finales de la década de 1980, cuando escribí los primeros borradores mientras estaba en la Applied Psychology Unit (APU) de Cambridge, Inglaterra, un laboratorio del British Medical Research Council (un laboratorio que ya no existe). En la APU conocí a otro profesor estadounidense visitante, David Rubin, de la Universidad de Duke, que estaba analizando las formas de recordar los poemas épicos. Rubin me demostró que no todo estaba en la memoria: gran parte de la información se encontraba en el mundo, o al menos en la estructura del cuento, en la poesía y en el estilo de vida de la gente.

Tras pasar el otoño y el invierno en Cambridge, Inglaterra, en la APU, me fui a Austin, Texas, a pasar la primavera y el verano (sí, el orden contrario a lo que podría predecirse pensando en el clima de ambos sitios). En Austin, estuve en el Microelectronics

and Computer Consortium (MCC), donde acabé el manuscrito. Por último, cuando regresé a mi hogar en la Universidad de California en San Diego (UCSD), revisé varias veces más el libro. Lo estuve usando en mis clases y lo envié a varios colegas para que me hicieran sugerencias. Me beneficié enormemente de mis interacciones en todos esos lugares: la APU, el MCC y, por supuesto, la UCSD. Los comentarios de mis estudiantes y de mis lectores fueron de un valor incalculable y me llevaron a hacer una revisión radical de la estructura original.

Mis anfitriones en la APU de Gran Bretaña fueron de lo más amables, sobre todo Alan Baddeley, Phil Barnard, Thomas Green, Phil Johnson-Laird, Tony Marcel, Karalyn y Roy Patterson, Tim Shallice y Richard Young. Peter Cook, Jonathan Grudin y Dave Wroblewski me proporcionaron una ayuda inestimable durante mi estancia en el MCC de Texas (otra institución que ya no existe). En la UCSD, quisiera dar las gracias especialmente a los estudiantes de Psicología 135 y 205: mis cursos de grado y posgrado de Ingeniería Cognitiva en la UCSD.

Mi conocimiento de cómo interactuamos con el mundo se amplió y se reforzó gracias a años de debate y de interacciones con un equipo muy potente de personas de la UCSD, procedentes de los departamentos de Ciencia Cognitiva, Psicología, Antropología y Sociología, organizados todos por Mike Cole, con reuniones informales una vez a la semana. Los miembros principales eran Roy d'Andrade, Aaron Cicourel, Mike Cole, Bud Mehan, George Mandler, Jean Mandler, Dave Rumelhart y yo mismo. En años posteriores, saqué un provecho enorme de mis interacciones con Jim Hollan, Edwin Hutchins y David Kirsh, todos ellos miembros del profesorado del Departamento de Ciencia Cognitiva en la UCSD.

El primer manuscrito de *PSICO* se vio radicalmente mejorado por la lectura crítica de mis colegas. En especial, estoy en deuda con mi editora de Basic Books, Judy Greissman, que me ofreció su paciente crítica a lo largo de las diferentes revisiones que llevó a cabo del manuscrito.

Mis colegas en la comunidad del diseño fueron de lo más útiles con sus comentarios: Mike King, Mihai Nadin, Dan Rosenberg y Bill Verplank. Tengo que dedicarles un agradecimiento especial a Phil Agre, Sherman DeForest y Jef Raskin: todos ellos leyeron el manuscrito con atención y me hicieron numerosas y valiosas sugerencias. Recopilar las ilustraciones se convirtió en parte de la diversión mientras viajaba por el mundo, cámara en mano. Eileen Conway y Michael Norman me ayudaron a reunir y a organizar las figuras y las ilustraciones. Julie Norman me ayudó como hace en todos mis libros, con sus correcciones, ediciones, comentarios y ánimos. Eric Norman me ofreció un valioso conjunto de consejos, apoyo y pies y manos fotogénicos.

Por último, mis colegas del Institute for Cognitive Science de la UCSD me ayudaron en todo el desarrollo, en parte mediante la magia del correo informático internacional, en parte con su participación personal en los detalles del proceso. Quiero destacar

a Bill Gaver, a Mike Mozer y a Dave Owen por sus comentarios detallados, aunque fueron muchos quienes me ayudaron en un momento u otro durante la investigación que precedió al libro y los varios años de escritura.

Agradecimientos de *El diseño de las cosas cotidianas*, edición revisada

Dado que esta nueva edición sigue la organización y los principios de la primera, toda la ayuda que se me prestó en aquella edición anterior ha valido también para esta.

He aprendido mucho en los años que han transcurrido desde la primera edición de este libro. Por un lado, por aquel entonces yo era un académico. Entretanto, he trabajado en diversas empresas. La experiencia más importante la viví en Apple, donde empecé a apreciar cómo ciertos problemas que raras veces afectan a los científicos (presupuesto, calendario, presión de la competencia y la base fija de productos) pueden regir las decisiones en el mundo de los negocios. Mientras estuve en Apple, la empresa había perdido el rumbo, pero no hay mejor experiencia de aprendizaje que la de una compañía en problemas: ahí tienes que aprender rápido.

Aprendí sobre calendarios y presupuestos, sobre las exigencias de los diferentes departamentos, sobre el papel del *marketing*, el diseño industrial, el grafismo, la usabilidad y el diseño interactivo (actualmente, todo amontonado bajo la categoría del diseño de experiencias). Visité numerosas empresas por todo Estados Unidos, en Europa y en Asia, y hablé con numerosos socios y clientes. Fue una gran experiencia de aprendizaje. Estoy en deuda con Dave Nagel, que me contrató y luego me ascendió a vicepresidente de tecnología avanzada, y con John Scully, el primer CEO con el que trabajé en Apple: John tenía la visión de futuro correcta. Aprendí de mucha gente, demasiada como para poder nombrar a todo el mundo (un vistazo rápido a la gente de Apple con la que trabajé estrechamente y que sigue en mi lista de contactos da como resultado doscientos cuarenta nombres).

Aprendí sobre diseño industrial primero gracias a Bob Brunner y luego de la mano de Jonathan (Joni) Ive (Joni y yo tuvimos que luchar juntos para convencer a la dirección de Apple de que produjese sus ideas. ¡Cómo ha cambiado Apple!). Joy Mountford dirigía el equipo de diseño en tecnología avanzada y Paulien Strijland dirigía el grupo de pruebas de usabilidad en el Departamento de Productos. Tom Erickson, Harry Saddler y Austin Henderson trabajaron para mí en la Oficina del Arquitecto de la Experiencia del Usuario. Larry Tesler, Ike Nassi, Doug Solomon, Michael Mace, Rick LaFaivre, Guerrino De Luca y Hugh Dubberly tuvieron una relevancia particular para el aumento de mis conocimientos. De especial importancia fueron los Apple Fellows Alan Kay, Guy Kawasaki y Gary Starkweather (en un principio, me contrataron como Apple Fellow. Todos los Apple Fellows presentaban sus informes ante el vicepresidente de tecnología avanzada).[72] Steve Wozniak, por una curiosa particu-

laridad, era empleado en Apple y estaba bajo mi mando, lo que me permitió pasar una tarde exquisita con él. Me disculpo ante todos los que fuisteis de muchísima ayuda y no aparecéis mencionados aquí.

Le doy las gracias a mi mujer y lectora crítica, Julie Norman, por su paciencia durante las atentas y repetidas lecturas de los manuscritos, por decirme cuándo estaba siendo estúpido, redundante y excesivamente prolijo. Eric Norman apareció de niño en dos de las fotografías de la primera edición, y ahora, veinticinco años después, leyó el manuscrito completo y me hizo unas críticas convincentes y valiosas. Mi ayudante, Mimi Gardner, aguantó las embestidas del correo electrónico, lo que me permitió concentrarme en la escritura, y por supuesto mis amigos del Nielsen Norman Group me aportaron inspiración. Gracias, Jakob.

Danny Bobrow, del Palo Alto Research Center, frecuente colaborador y coautor de artículos científicos durante cuatro décadas, me facilitó consejos constantes y críticas convincentes de mis ideas. Lera Boroditsky compartió conmigo su investigación sobre el espacio y el tiempo, y me complació aún más al abandonar Stanford para aceptar un trabajo en el departamento que yo había fundado, el de Ciencia Cognitiva, en la USCD.

Por supuesto, estoy en deuda con el profesor Yutaka Sayeki, de la Universidad de Tokio, por permitirme utilizar su historia con el manejo de los intermitentes de su motocicleta. Usé esa historia ya en la primera edición, pero ocultando su nombre. Un diligente lector japonés averiguó de quién se trataba, así que para esta edición le pedí a Sayeki permiso para nombrarlo.

El profesor Kun-Pyo Lee me invitó a pasar dos meses al año durante tres años en el Korea Advanced Institute for Science and Technology (KAIST), en el Departamento de Diseño Industrial, lo que me facilitó un conocimiento mucho más profundo sobre la enseñanza del diseño, la tecnología coreana y la cultura del noreste de Asia, además de muchos amigos y un amor permanente por el *kimchi*.

Alex Kotlov, que vigilaba el acceso al edificio de Market Street, en San Francisco, en el que hice las fotografías de los ascensores con control de destino, no solo me permitió sacar las fotos, sino que resultó que había leído *DISCCO*.

En los años transcurridos desde la publicación de *PSICO/ DISCCO*, he aprendido una cantidad considerable de cosas sobre la práctica del diseño. En IDEO, estoy en deuda con David Kelly y con Tim Brown, así como con los IDEO Fellows Barry Katz y Kristian Simsarian. He mantenido debates muy fructíferos con Ken Friedman, antiguo decano de la Facultad de Diseño de la Universidad Tecnológica de Swinburne (Melbourne), así como con mis colegas de muchas de las grandes escuelas de diseño de todo el mundo: en Estados Unidos, Londres, Delft, Eindhoven, Ivrea, Milán, Copenhague y Hong Kong.

Y gracias a Sandra Dijkstra, mi agente literaria durante casi treinta años. *PSICO* fue uno de sus primeros libros, y ahora cuenta con un equipo enorme de personas y numerosos autores de éxito. Gracias, Sandy.

Andrew Haskin y Kelly Fadem, por entonces estudiantes de la California College of the Arts (CCA) de San Francisco, hicieron todos los dibujos del libro: una mejora enorme con respecto a los dibujos de la primera edición, hechos por mí.

Janaki (Mythily) Kumar, diseñadora de experiencias del usuario en SAP, me facilitó unos valiosos comentarios sobre prácticas del mundo real.

Thomas Kelleher (T. J.), mi editor en Basic Books para esta edición revisada, me proporcionó consejos y sugerencias de edición con mucha rapidez y eficacia (lo que me llevó a hacer otra revisión completa del manuscrito que mejoró enormemente el libro). Doug Sery fue mi editor en MIT Press para la edición británica del libro (así como para la publicación de *Living with Complexity*). En este libro, T. J. se ocupó de todo el trabajo y Doug se centró en darme ánimos.

---

[72] Dentro de Apple, existe la figura de los Apple Fellows, esto es, empleados de la empresa que han revolucionado la industria informática de algún modo y que han logrado avances muy importantes en Apple. Son muy pocas la personas que han alcanzado esta distinción. (*N. de la T.*).

Lecturas generales y anotaciones

A continuación, ofrezco una selección de lecturas generales, para al final detallar algunos apuntes sobre un par de capítulos concretos.

En este mundo de acceso rápido a la información, cualquiera puede encontrar por su cuenta información sobre los temas comentados en este libro. He aquí un ejemplo: en el capítulo 5, comento el análisis de causa raíz, así como el método japonés denominado «los cinco porqués». Pese a que mis descripciones de estos conceptos facilitadas en el capítulo son autosuficientes para muchos propósitos, quienes deseen saber más pueden utilizar sus motores de búsqueda favoritos con las palabras cruciales entrecomilladas.

La mayoría de la información relevante puede encontrarse en Internet. El problema es que las direcciones (URL) son efímeras. Las ubicaciones donde hoy se encuentra la información valiosa quizá ya no sean las mismas mañana. El Internet frágil y de poca confianza, que es el que tenemos hoy, quizá quede por fin sustituido, gracias a Dios, por un sistema superior. Sea por la razón que sea, las direcciones de Internet que ofrezco en este libro quizá ya no funcionen. La buena noticia es que, con los años que pasarán tras la publicación de este libro, sin duda surgirán nuevos métodos de búsqueda mejorados. Será incluso más fácil encontrar más información sobre cualquiera de los conceptos comentados en este libro.

Las notas que se han ofrecido a pie de página son puntos de partida excelentes. Facilito referencias cruciales para los conceptos que se van comentando en el libro. Las citas del libro tienen dos finalidades. En primer lugar, acreditan a los creadores de las ideas. En segundo lugar, sirven como punto de partida para llegar a entender mejor los conceptos. Para obtener información más avanzada (así como desarrollos más recientes), lo conveniente es salir a buscar. Unas capacidades de búsqueda mejoradas son herramientas importantes para alcanzar el éxito en el siglo XXI.

Lecturas generales

Cuando se publicó la primera edición de este libro, la disciplina del diseño de interacciones no existía, el campo de la interacción entre humanos y ordenadores estaba en pañales y la mayoría de los estudios se hacía bajo el disfraz de la «usabilidad» o la «interfaz de usuario». Había varias disciplinas muy distintas luchando por aportar claridad a este ámbito, pero a menudo con poca o ninguna interacción entre ellas. Las disciplinas académicas de la ciencia informática, la psicología, los factores humanos y la ergonómica sabían de la existencia unas de otras y a menudo trabajaban juntas, pero el diseño no estaba incluido ahí. ¿Por qué el diseño no? Cabe destacar que todas las disciplinas mencionadas pertenecen a los ámbitos de la ciencia y de la ingeniería: en otras palabras, de la tecnología. Por entonces, el diseño se enseñaba principalmente en escuelas de arte o de arquitectura, como una profesión más que como una disciplina académica con base investigadora. Los diseñadores tenían poquísimo contacto con la ciencia y con la ingeniería. Eso suponía que, aunque se formaba a muchos profesionales excelentes, en esencia no había teoría: el diseño se aprendía mediante prácticas, mentorías y experiencia.

Pocas personas integradas en las disciplinas académicas eran conscientes de la existencia del diseño como una empresa seria, y como resultado, el diseño, y en particular el diseño gráfico, el diseño de comunicaciones y el diseño industrial, trabajaban completamente aislados de la disciplina entonces emergente de la interacción entre humanos y ordenadores, así como de las disciplinas ya existentes de los factores humanos y de la ergonomía. En los departamentos de Ingeniería Mecánica se enseñaba algo de diseño de productos, pero de nuevo con poca interacción con el diseño. El diseño, sencillamente, no era una disciplina académica, así que había poca conciencia mutua y poca colaboración, si es que había alguna. Actualmente quedan restos de esa distinción, pero el diseño se va convirtiendo cada vez más en una disciplina de base investigadora, en la que los profesores tienen experiencia práctica así como estudios de doctorado. Las fronteras se están desdibujando.

Esta historia peculiar sobre la existencia de muchos grupos independientes y dispares que trabajaban todos en asuntos similares complica la aportación de referencias que abarquen tanto el aspecto académico del diseño de interacciones y de experiencias como el diseño aplicado. La proliferación de libros, manuales y revistas sobre interacción entre humanos y ordenadores, diseño de experiencias y usabilidad es enorme: no podemos citarlos todos. En los materiales que expongo a continuación, ofrezco una cantidad muy limitada de ejemplos. Cuando reuní por primera vez una lista de obras que consideraba importantes, era demasiado extensa. Caí presa del problema descrito por Barry Schwartz en su libro *The Paradox of Choice: Why More Is Less* (La paradoja de elegir. Por qué más es menos; 2005). Así que decidí simplificar y ofrecer menos. Es fácil encontrar otras obras, incluidos títulos importantes que se publicarán después de este libro. Entretanto, pido disculpas a mis muchos amigos cuyas obras relevantes y útiles quedaron fuera de mi lista.

El diseñador industrial Bill Moggridge tuvo una influencia gigantesca en la implantación de la interacción dentro de la comunidad del diseño. Desempeñó un papel crucial en el diseño del primer ordenador portátil. Fue uno de los tres fundadores de IDEO, una de las empresas de diseño más influyentes del mundo. Escribió dos libros de entrevistas con personas clave en el primer desarrollo de la disciplina: *Designing Interactions* (Diseñar interacciones; 2007) y *Designing Media* (Diseñar medios; 2010). Como es costumbre en los debates sobre la disciplina del diseño, las obras de Moggridge se centran casi por completo en la práctica del diseño, con poca atención al aspecto científico. Barry Katz, profesor de diseño en el California College of the Arts de San Francisco y en la d.school de Stanford, además de IDEO Fellow, ofrece una historia excelente de la práctica del diseño dentro de la comunidad de empresas de Silicon Valley, en California: *Make It New. Historia del diseño en Silicon Valley* (Katz, 2015). Encontramos una historia excelente y de lo más exhaustiva sobre el campo del diseño de productos en la obra de Bernhard Bürdek *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño de producto* (Bürdek, 2005). El libro de Bürdek, publicado originalmente en alemán y con una traducción excelente al inglés, es la historia más exhaustiva del diseño de productos que he podido encontrar. Lo recomiendo encarecidamente a quienes quieran conocer los cimientos históricos.

A los diseñadores modernos les gusta caracterizar su trabajo como un aporte de conocimiento profundo sobre los aspectos básicos de los problemas, algo que va mucho más allá de la concepción popular del diseño como la creación de cosas bonitas. Los diseñadores subrayan este aspecto de su profesión haciendo mención al enfoque específico con el que encaran los problemas, un método que han calificado como «pensamiento de diseño». Una buena introducción a esta cuestión surge del libro *Diseñar el cambio* (Brown y Katz, 2009), de Tim Brown y Barry Katz. Brown es CEO de IDEO y Katz es IDEO Fellow (véase el párrafo anterior).

Jan Chipchase y Simon Steinhardt ofrecen una excelente introducción a la investigación en el diseño en *Hidden in Plain Sight* (Oculto a simple vista; 2013). Este libro presenta una crónica de la vida de un investigador en el campo del diseño que estudia a la gente observándola en casas, barberías y habitaciones de todo el mundo. Chipchase es director creativo ejecutivo de perspectiva global en Frog Design y trabaja en la oficina de Shanghái. La labor que hicieron Hugh Beyer y Karen Holtzblatt en *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems* (Diseño contextual. Definición de sistemas enfocados en el cliente; 1998) expone un método potente de análisis del comportamiento; también han elaborado un libro de ejercicios muy útil (Holtzblatt, Wendell y Wood, 2004).

Hay muchos libros excelentes. A continuación, se detallan algunos más:

Buxton, W., *Sketching user experience: Getting the design right and the right design*, San Francisco: Morgan Kaufmann, 2007. [Véase también el libro de ejercicios complementario (Greenberg, Carpendale, Marquardt y Buxton, 2012)].

Coates, D., *Watches tell more than time: Product design, information, and the quest for elegance*, Nueva York: McGraw-Hill, 2003.
Cooper, A., R. Reimann y D. Cronin, *About face 3: The essentials of interaction design*, Indianapolis: Wiley Pub, 2007.
Hassenzahl, M., *Experience design: Technology for all the right reasons*, San Rafael: Morgan & Claypool, 2010.
Moggridge, B., *Designing interactions*, Cambridge: MIT Press (2007), http://www.designinginteractions.com. En el capítulo 10 se describen los métodos del diseño de interacciones: http://www.designinginteractions.com/chapters/10.

Existen dos manuales que ofrecen un tratamiento exhaustivo y detallado de los temas abordados en este libro:

Jacko, J. A., *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies, and emerging applications*, 3.ª ed., Boca Raton: CRC Press, 2012.
Lee, J. D. y A. Kirlik, *The Oxford handbook of cognitive engineering*, Nueva York: Oxford University Press, 2013.

¿Con cuál de los dos quedarse? Ambos manuales son excelentes, y aunque sean caros, la inversión merece la pena si se pretende trabajar en estos ámbitos. El primero, el manual de interacción entre humanos y ordenadores, se centra sobre todo en interacciones con la tecnología optimizadas por ordenador, mientras que el segundo, sobre ingeniería cognitiva, ofrece una cobertura mucho más amplia. ¿Cuál es más útil? Eso depende del problema en el que se esté trabajando. Para mi labor, los dos son esenciales.

Por último, recomiendo dos sitios web:

Interaction Design Foundation, www.interaction-design.org. Se aconseja prestar especial atención a sus artículos enciclopédicos.
SIGCHI, www.sigchi.org. El Computer-Human Interaction Special Interest Group, colectivo de interacción entre ordenadores y seres humanos de la Association for Computing Machinery (ACM).

Para concluir, paso a detallar varios apuntes sobre lecturas pertinentes para los capítulos 5 y 6.

Se ha trabajado mucho en el estudio del error, de la fiabilidad humana y de la resiliencia. Una buena fuente de información, más allá de las citadas en el capítulo 5, es el artículo en inglés de la Wiki of Science sobre el error humano (Wiki of Science, 2013). Véase también el libro *Behind Human Error* (Tras el error humano; Woods, Decker, Cook, Johannesen y Sarter, 2010).

Dos de las personas más importantes que han trabajado con el error humano son el psicólogo británico James Reason y el ingeniero danés Jens Rasmussen. Véanse también los libros del investigador sueco Sidney Dekker y de Nancy Leveson, profesora del Massachusetts Institute of Technology (Dekker, 2011, 2012, 2013; Leveson, N., 2012; Leveson, N. G., 1995; Rasmussen, Duncan y Leplat, 1987; Rasmussen, Pejtersen y Goodstein, 1994; Reason, J. T., 1990, 2008).

Si no se indica lo contrario, todos los ejemplos de deslices recogidos en el capítulo 5 los recopilé yo mismo, sobre todo a partir de errores cometidos por mí, por mis socios investigadores, por mis colegas y por mis estudiantes. Todo el mundo registraba diligentemente sus deslices, con el requisito de que solo los que se hubiesen anotado de manera inmediata se añadirían a la colección. Muchos se publicaron por primera vez en Norman, 1981.

Respecto al capítulo 6, y tal y como se ha señalado anteriormente, una buena introducción al pensamiento de diseño es *Diseñar el cambio*, de Tim Brown y Barry Katz (Brown y Katz, 2009). Brown es CEO de IDEO y Katz es profesor en el California College of the Arts, profesor visitante en la d.school de Stanford y también IDEO Fellow. Existen múltiples fuentes en Internet, pero a mí me gusta designthinkingforeducators.com.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander, C., *Notes on the synthesis of form*, Cambridge: Harvard University Press, 1964 [trad. cast.: *Ensayo sobre la síntesis de la forma*, Buenos Aires: Infinito, 1986, trad. de Enrique L. Revol].

Anderson, R. J., *Security engineering—A guide to building dependable distributed systems*, 2.ª ed., Nueva York: Wiley, 2008, http://www.cl.cam.ac.uk/~rja14/book.html.

Anónimo, «The type writer», en *Scientific American*, 27, n.º 6, 10 de agosto de 1872, p. 1.

Atance, C. M. y D. K. O'Neill, «Episodic future thinking», en *Trends in Cognitive Sciences*, 5, n.º 12, 2001, pp. 533-537, http://www.sciencessociales.uottawa.ca/ccll/eng/documents/15Episodicfuturethinking_000.pdf.

Aviation Safety Network, *Accident description: Airbus A320-111*, 1992, recuperado el 13 de febrero de 2013 de http://aviation-safety.net/database/record.php?id=19920120-0.

Baum, L. F. y W. W. Denslow, *The wonderful wizard of Oz*, Chicago y Nueva York: G. M. Hill Co, 1900, http://hdl.loc.gov/loc.rbc/gen.32405 [trad. cast.: *El maravilloso mago de Oz*, Madrid: Fuente Dorada, 1979, trad. de Antonio Quevedo].

Beyer, H. y K. Holtzblatt, *Contextual design: Defining customer-centered systems*, San Francisco: Morgan Kaufmann, 1998.

Bobrow, D., R. Kaplan, M. Kay, D. Norman, H. Thompson y T. Winograd, «GUS, a frame-driven dialog system», en *Artificial Intelligence*, 8, n.º 2, 1977, pp. 155-173.

Boroditsky, L., «How Languages Construct Time», en S. Dehaene y E. Brannon (eds.), *Space, time and number in the brain: Searching for the foundations of mathematical thought*, Ámsterdam y Nueva York: Elsevier, 2011.

Brown, T. y B. Katz, *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*, Nueva York: Harper Business, 2009 [trad. cast.: *Diseñar el cambio. Cómo el* design thinking *transforma organizaciones e inspira la innovación*, Barcelona: Empresa Activa, 2020, trad. de Marta García Madera].

Brynjolfsson, E., comentarios en el simposio de junio de 2012 de la National Academy of Engineering sobre fabricación, diseño e innovación, en K. S. Whitefoot y S. Olson (eds.), *Making value: Integrating manufacturing, design, and innovation to thrive in the changing global economy*, Washington D. C.: The National Academies Press, 2012.

Brynjolfsson, E. y A. McAfee, *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*, Lexington: Digital Frontier Press (ed. Kindle), 2011 [trad. cast.: *La carrera contra la máquina. Cómo la revolución digital está acelerando la innovación, aumentando la productividad y trans-*

formando irreversiblemente el empleo y la economía, Barcelona: Antoni Bosch, 2013, trad. de Julio Viñuela Díaz], http://raceagainstthemachine.com/.

Bürdek, B. E., *Design: History, theory, and practice of product design*, Boston: Birkhäuser-Publishers for Architecture, 2005 [trad. cast.: *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño de producto*, Madrid: Experimenta, 2019, trad. de Eugenio Vega].

Buxton, W., *Sketching user experience: Getting the design right and the right design*, San Francisco: Morgan Kaufmann, 2007.

—, «Multi-touch systems that I have known and loved», 2012, recuperado el 13 de febrero de 2013 de http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html.

Carelman, J., *Catalogue d'objets introuvables: Et cependant indispensables aux personnes telles que acrobates, ajusteurs, amateurs d'art*, París: Éditions Balland, 1984 [trad. cast.: *Catálogo de objetos imposibles*, Barcelona: Aura Comunicación, 1990, trad. de Pólux Hernúñez].

Carver, C. S. y M. Scheier, *On the self-regulation of behavior*, Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press, 1998.

Chapanis, A. y L. E. Lindenbaum, «A reaction time study of four control-display linkages», en *Human Factors*, 1, n.º 4, 1959, pp. 1-7.

Chipchase, J. y S. Steinhardt, *Hidden in plain sight: How to create extraordinary products for tomorrow's customers*, Nueva York: HarperCollins, 2013.

Christensen, C. M., S. Cook y T. Hal, «What customers want from your products», en *Harvard Business School Newsletter: Working Knowledge*, 2006, recuperado el 2 de febrero de 2013 de http://hbswk.hbs.edu/item/5170.html.

Coates, D., *Watches tell more than time: Product design, information, and the quest for elegance*, Nueva York: McGraw-Hill, 2003.

Colum, P. y L. Ward (trads.), *The Arabian nights: Tales of wonder and magnificence*, Nueva York: Macmillan, 1953 (véase también http://www.bartleby.com/16/905.html para consultar una versión similar de «Alí Babá y los cuarenta ladrones» en inglés) [trad. cast.: *Las mil y una noches*, Barcelona: Ramón Sopena, 1960, trad. de Pedro Pedraza y Paéz de la versión de Antoine Galland].

Cooper, A., R. Reimann y D. Cronin, *About face 3: The essentials of interaction design*, Indianapolis: Wiley, 2007.

Cooper, W. E. (ed.), *Cognitive aspects of skilled typewriting*, Nueva York: Springer-Verlag, 1963.

Csíkszentmihályi, M., *Flow: The psychology of optimal experience*, Nueva York: Harper & Row, 1990 [trad. cast.: *Fluir (*Flow*). Una psicología de la felicidad*, Barcelona: Kairós, 1997, trad. de Nuria López Buisán].

—, *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*, Nueva York: Basic Books, 1997.

Degani, A., «Chapter 8: The grounding of the Royal Majesty», en A. Degani (ed.), *Taming HAL: Designing interfaces beyond 2001*, Nueva York: Palgrave Macmillan, 2004, http://ti.arc.nasa.gov/m/profile/adegani/Grounding%20of%20the%20Royal%20Majesty.pdf.

Dekker, S., *Patient safety: A human factors approach*, Boca Raton: CRC Press, 2011.

—, *Just culture: Balancing safety and accountability*, Farnham y Burlington: Ashgate, 2012.

—, *Second victim: Error, guilt, trauma, and resilience*, Boca Raton: Taylor & Francis, 2013.

Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, *Federal motor vehicle safety standards: Minimum sound requirements for hybrid and electric vehicles*, 2013, recuperado de https://www.federalregister.gov/articles/2013/01/14/2013-00359/federal-motorvehicle-safety-standards-minimum-sound-requirements-for-hybridand-electric-vehicles-p-79.

Design Council, *The "double-diamond" design process model*, 2005, recuperado el 9 de febrero de 2013 de http://www.designcouncil.org.uk/designprocess.

Dismukes, R. K., «Prospective memory in workplace and everyday situations», en *Current Directions in Psychological Science* 21, n.º 4, 2012, pp. 215-220.

Duke University Medical Center, *Types of errors*, 2013, recuperado el 13 de febrero de 2013 de http://patientsafetyed.duhs.duke.edu/module_e/types_errors.html.

Fischhoff, B., «Hindsight ≠ foresight: The effect of outcome knowledge on judgment under uncertainty», en *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 104, 1975, pp. 288-299. En http://www.garfield.library.upenn.edu/classics1992/A1992HX83500001.pdf se puede leer una buena reflexión sobre ese artículo hecha por Baruch Fischhoff en 1992 (el artículo se declaró «clásico bibliográfico»).

—, *Judgment and decision making*, Abingdon y Nueva York: Earthscan, 2012.

Fischhoff, B. y J. D. Kadvany, *Risk: A very short introduction*, Oxford y Nueva York: Oxford University Press, 2011 [trad. cast.: *Riesgo. Una breve introducción*, Madrid: Alianza Editorial, 2013, trad. de Pepe Ventura López].

Florêncio, D., C. Herley y B. Coskun, «Do strong web passwords accomplish anything?», artículo presentado en *Proceedings of 2nd USENIX workshop on hot topics in security*, Boston, 2007, http://www.usenix.org/event/hotsec07/tech/full_papers/florencio/florencio.pdf y también http://research.microsoft.com/pubs/74162/hotsec07.pdf.

Gaver, W., «Auditory Interfaces», en M. Helander, T. K. Landauer y P. V. Prabhu (eds.), *Handbook of human-computer interaction*, 2.ª ed. revisada, Ámsterdam y Nueva York: Elsevier, 1997, pp. 1003-1041.

Gaver, W. W., «The SonicFinder: An interface that uses auditory icons», en *Human-Computer Interaction*, 4, n.º 1, 1989, pp. 67-94, http://www.informaworld.com/10.1207/s15327051hci0401_3.

Gawande, A., *The checklist manifesto: How to get things right*, Nueva York: Metropolitan Books, Henry Holt and Company, 2009.

Gibson, J. J., *The ecological approach to visual perception*, Boston: Houghton Mifflin, 1979.

Goffman, E., *The presentation of self in everyday life*, Garden City: Doubleday, 1959 [trad. cast.: *La presentación de la persona en la vida cotidiana*, Buenos Aires: Amorrortu, 1977, trad. de Hildegarde B. Torres Perrén y Flora Setaro].

—, *Frame analysis: An essay on the organization of experience*, Nueva York: Harper & Row, 1974 [trad. cast.: *Frame analysis. Los marcos de la experiencia*, Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas, 2006, trad. de José Luis Rodríguez].

Gore, A., *Our choice: A plan to solve the climate crisis*, Emmaus: Push Pop Press, Rodale y Melcher Media (ed. *e-book*), 2011 [trad. cast.: *Nuestra elección. Un plan para resolver la crisis climática*, Barcelona: Gedisa, 2009, trad. de Rafael González del Solar], http://pushpoppress.com/ourchoice/.

Greenberg, S., S. Carpendale, N. Marquardt y B. Buxton, *Sketching user experiences: The workbook*, Waltham: Morgan Kaufmann, 2012.

Grossmann, I., J. Na, M. E. W. Varnum, D. C. Park, S. Kitayama y R. E. Nisbett, «Reasoning about social conflicts improves into old age», en *Proceedings of National Academy of Sciences*, 2010, http://www.pnas.org/content/early/2010/03/23/1001715107.abstract.

Gygi, B. y V. Shafiro, *From signal to substance and back: Insights from environmental sound research to auditory display design*, vol. 5954, Berlín y Heidelberg: Springer, 2010, http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-12439-6_16?LI=true.

Hassenzahl, M., *Experience design: Technology for all the right reasons*, San Rafael: Morgan & Claypool, 2010.

Hollan, J. D., E. Hutchins y D. Kirsh, «Distributed cognition: A new foundation for human-computer interaction research», en *ACM Transactions on Human-Computer Interaction: Special Issue on Human-Computer Interaction in the New Millennium*, 7, n.º 2, 2000, pp. 174-196, http://hci.ucsd.edu/lab/hci_papers/JH1999-2.pdf.

Hollnagel, E., D. D. Woods y N. Leveson (eds.), *Resilience engineering: Concepts and precepts*, Aldershot y Burlington: Ashgate, 2006 [trad. cast.: *Ingeniería de la resiliencia. Conceptos y preceptos*, Madrid: Modus Laborandi, 2013, trad. de Gema Fernández Sampedro], http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip0518/2005024896.html.

Holtzblatt, K., J. Wendell y S. Wood, *Rapid contextual design: A how-to guide to key techniques for user-centered design*, San Francisco: Morgan Kaufmann, 2004.

Hurst, R., *Pilot error: A professional study of contributory factors*, Londres: Crosby Lockwood Staples, 1976.

Hurst, R. y L. R. Hurst, *Pilot error: The human factors*, 2ª ed., Londres y Nueva York: Granada, 1982.
Hutchins, E., J. Hollan y Norman, D. A., «Direct manipulation interfaces», en D. A. Norman y S. W. Draper (eds.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1986, pp. 339-352.
Hyman, I. E., S. M. Boss, B. M. Wise, K. E. McKenzie y J. M. Caggiano, «Did you see the unicycling clown? Inattentional blindness while walking and talking on a cell phone», en *Applied Cognitive Psychology*, 24, n.º 5, 2010, pp. 597-607, http://dx.doi.org/10.1002/acp.1638.
IDEO, *Human-centered design toolkit*, sitio web de IDEO, 2013, recuperado el 9 de febrero de 2013 de http://www.ideo.com/work/humancentered-design-toolkit/.
Inspector General United States Department of Defense, *Assessment of the USAF aircraft accident investigation board (AIB) report on the F-22A mishap of November 16*, 2010, Alexandria: The Department of Defense Office of the Deputy Inspector General for Policy and Oversight, 2013, http://www.dodig.mil/pubs/documents/DODIG-2013–041.pdf.
Jacko, J. A., *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies, and emerging applications*, 3.ª ed., Boca Raton: CRC Press, 2012.
Jones, J. C., *Essays in design*, Chichester y Nueva York: Wiley, 1984 [trad. cast.: *Diseñar el diseño*, Barcelona: Gustavo Gili, 1985, trad. de Iris Menéndez Sallés].
—, *Design methods*, 2.ª ed., Nueva York: Van Nostrand Reinhold, 1992 [trad. cast.: *Métodos de diseño*, Barcelona: Gustavo Gili, 1982, trad. de María Luisa López Sardá y Esteve Riambau i Sauri].
Kahneman, D., *Thinking, fast and slow*, Nueva York: Farrar, Straus and Giroux, 2011 [trad. cast.: *Pensar rápido, pensar despacio*, Barcelona: Debate, 2012, trad. de Joaquín, Chamorro Mielke].
Katz, B., *Make it New: The history of Silicon Valley design*, Cambridge: MIT Press, 2015 [trad. cast.: *Make it New. Historia del diseño en Silicon Valley*, Madrid: Experimenta, 2020, trad. de Eugenio Vega Pindado].
Kay, N., «Rerun the tape of history and QWERTY always wins», en *Research Policy*, 2013.
Kempton, W., «Two theories of home heat control», en *Cognitive Science, 10*, 1986, pp. 75-90.
Kumar, V., *101 design methods: A structured approach for driving innovation in your organization*, Hoboken: Wiley, 2013, http://www.101designmethods.com/.
Lee, J. D. y A. Kirlik, *The Oxford handbook of cognitive engineering*, Nueva York: Oxford University Press, 2013.
Leveson, N., *Engineering a safer world*, Cambridge: MIT Press, 2012, http://mitpress.mit.edu/books/engineering-safer-world.
Leveson, N. G., *Safeware: System safety and computers*, Reading: Addison-Wesley, 1995.

Levitt, T., *The marketing imagination*, Nueva York y Londres: Free Press y Collier Macmillan, 1983.
Lewis, K. y B. Herndon, «Transactive memory systems: Current issues and future research directions», en *Organization Science*, 22, n.º 5, 2011, pp. 1254-1265.
Lord, A. B., *The singer of tales*, Cambridge: Harvard University Press, 1960.
Lützhöft, M. H. y S. W. A. Dekker, «On your watch: Automation on the bridge», en *Journal of Navigation*, 55, n.º 1, 2002, pp. 83-96.
Mashey, J. R., «Using a command language as a high-level programming language», artículo presentado en *Proceedings of 2nd international conference on Software engineering*, San Francisco, California (EE. UU.), 1976.
Mehta, N., *A flexible machine interface*, TFM, Department of Electrical Engineering, University of Toronto, 1982.
Meisler, S., «Short-lived coin is a dealer's delight», en *Los Angeles Times*, 31 de diciembre de 1986, pp. 1-7.
Ministerio de Transporte y Comunicaciones de España, «Report of a collision between PAA B-747 and KLM B-747 at Tenerife, March 27, 1977», traducción al inglés en *Aviation Week and Space Technology*, 20 y 27 de noviembre de 1987.
Moggridge, B., *Designing interactions*, Cambridge: MIT Press, 2007, http://www.designinginteractions.com. En el capítulo 10 se describen los métodos del diseño de interacciones, http://www.designinginteractions.com/chapters/10.
—, *Designing media*, Cambridge: MIT Press, 2010.
Moon, Y., *Different: Escaping the competitive herd*, Nueva York: Crown Publishers, 2010.
NASA, A. S. R. S., *NASA Aviation Safety Reporting System*, 2013, recuperado el 19 de febrero de 2013 de http://asrs.arc.nasa.gov.
National Institute of Health, *PubMed Health: Carpal tunnel syndrome*, 2013, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0001469/.
National Research Council Steering Committee on the Usability Security and Privacy of Computer Systems, *Toward better usability, security, and privacy of information technology: Report of a workshop*, The National Academies Press, 2010, http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12998.
National Transportation Safety Board, *Aircraft accident report: Air Florida, Inc., Boeing 737-222, N62AF, collision with 14th Street Bridge near Washington National Airport (Executive Summary)*, informe del NTSB n.º AAR-82-08, 1982, http://www.ntsb.gov/investigations/summary/AAR8208.html.
—, *Marine accident report grounding of the Panamanian passenger ship ROYAL MAJESTY on Rose and Crown Shoal near Nantucket, Massachusetts June 10, 1995*, informe del NTSB n.º MAR-97-01, aprobado el 2 de abril de 1997, National Transportation Safety Board, Washington D. C., 1997, http://www.ntsb.gov/doclib/reports/1997/mar9701.pdf.

—, *NTSB identifies origin of JAL Boeing 787 battery fire; design, certification and manufacturing processes come under scrutiny*, 2013, comunicado de prensa del NTSB, recuperado el 16 de febrero de 2013 de http://www.ntsb.gov/news/2013/130207.html.

Nickerson, R. S. y M. J. Adams, «Long-term memory for a common object», en *Cognitive Psychology*, 11, n.º 3, 1979, pp. 287-307, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0010028579900136.

Nielsen, J., *Why you only need to test with 5 users*, sitio web de Nielsen Norman Group, 2013, recuperado el 9 de febrero de 2013 de http://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/.

Nikkan Kogyo Shimbun, Ltd. (ed.), *Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects*, Cambridge: Productivity Press, 1988.

Norman, D. A., *Memory and attention: An introduction to human information processing*, 1.ª y 2.ª eds., Nueva York: Wiley, 1969 y 1976.

—, «Memory, knowledge, and the answering of questions», en R. Solso (ed.), *Contemporary issues in cognitive psychology: The Loyola symposium*, Washington D. C.: Winston, 1973.

—, «Categorization of action slips», en *Psychological Review*, 88, n.º 1, 1981, pp. 1-15.

—, *Learning and memory*, Nueva York: Freeman, 1982 [trad. cast.: *El aprendizaje y la memoria*, Madrid: Alianza, 1995, trad. de María Victoria Sebastián Gascón].

—, «Design rules based on analyses of human error», en *Communications of the ACM*, 26, n.º 4, 1983, pp. 254-258.

—, *The psychology of everyday things*, Nueva York: Basic Books, 1988, reeditado como *The design of everyday things*, Garden City: Doubleday, 1990, y Nueva York: Basic Books, 2002 [trad. cast.: *La psicología de los objetos cotidianos*, Donostia: Nerea, 1990, trad. de Fernando Santos Fontenla].

—, «Coffee cups in the cockpit», en *Turn signals are the facial expressions of automobiles*, Cambridge: Perseus Publishing, 1992, pp. 154-174, http://www.jnd.org/dn.mss/chapter_16_coffee_c.html.

—, *Things that make us smart*, Cambridge: Perseus Publishing, 1993.

—, *Defending human attributes in the age of the machine*, Nueva York: Voyager, 1994, http://vimeo.com/18687931.

—, «Emotion and design: Attractive things work better», en *Interactions Magazine*, 9, n.º 4, 2002, pp. 36-42, http://www.jnd.org/dn.mss/Emotion-and-design.html.

—, *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*, Nueva York: Basic Books, 2004 [trad. cast.: *El diseño emocional. Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*, Barcelona: Paidós, 2005, trad. de Ferrán Meler Ortí].

—, *The design of future things*, Nueva York: Basic Books, 2007 [trad. cast.: *El diseño de los objetos del futuro*, Barcelona: Paidós, 2010, trad. de Genís Sánchez Barberán].
—, «When security gets in the way», en *Interactions*, 16, n.º 6, 2009, pp. 60-63, http://jnd.org/dn.mss/when_security_gets_in_the_way.html.
—, *Living with complexity*, Cambridge: MIT Press, 2010.
—, «The rise of the small», en *Essays in honor of the 100th anniversary of Steelcase*, 2011a, http://100.steelcase.com/mind/donnorman/.
—, *Conceptual models*, vídeo, 2011b, recuperado el 19 de julio de 2012 de http://www.interaction-design.org/tv/conceptual_models.html.
Norman, D. A. y D. G. Bobrow, «Descriptions: An intermediate stage in memory retrieval», en *Cognitive Psychology*, 11, 1979, pp. 107-123.
Norman, D. A. y S. W. Draper, *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
Norman, D. A. y D. Fisher, «Why alphabetic keyboards are not easy to use: Keyboard layout doesn't much matter», en *Human Factors*, 24, 1984, pp. 509-519.
Norman, D. A. y A. Ortony, «Designers and users: Two perspectives on emotion and design», en S. Bagnara y G. Crampton-Smith (eds.), *Theories and practice in interaction design*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2006, pp. 91-103.
Norman, D. A. y D. E. Rumelhart, «Studies of typing from the LNR Research Group», en W. E. Cooper (ed.), *Cognitive aspects of skilled typewriting*, Nueva York: Springer-Verlag, 1963.
Norman, D. A. y R. Verganti, «Incremental and radical innovation: Design research versus technology and meaning change», en *Design Issues*, 2014, http://www.jnd.org/dn.mss/incremental_and_radi.html.
Núñez, R. y E. Sweetser, «With the future behind them: Convergent evidence from Aymara language and gesture in the cross-linguistic comparison of spatial construals of time», en *Cognitive Science*, 30, n.º 3, 2006, pp. 401-450.
Ortony, A., D. A. Norman y W. Revelle, «The role of affect and protoaffect in effective functioning», en J.-M. Fellous y M. A. Arbib (eds.), *Who needs emotions? The brain meets the robot*, Nueva York: Oxford University Press, 2005, pp. 173-202.
Oudiette, D., J. W. Antony, J. D. Creery y K. A. Paller, «The role of memory reactivation during wakefulness and sleep in determining which memories endure», en *Journal of Neuroscience*, 33, n.º 15, 2013, p. 6672.

Perrow, C., *Normal accidents: Living with high-risk technologies*, Princeton: Princeton University Press, 1999 [trad. cast.: *Accidentes normales. Convivir con las tecnologías de alto riesgo*, Madrid: Modus Laborandi, 2009, trad. de José Manuel Iranzo Amatriain].

Portigal, S. y J. Norvaisas, «Elevator pitch», en *Interactions*, 18, 4 de julio de 2011, pp. 14-16, http://interactions.acm.org/archive/view/julyaugust-2011/elevator-pitch1.

Rasmussen, J., «Skills, rules, and knowledge: Signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models», en *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-13*, 1983, pp. 257-266.

Rasmussen, J., K. Duncan y J. Leplat, *New technology and human error*, Chichester y Nueva York: Wiley, 1987.

Rasmussen, J., L. P. Goodstein, H. B. Andersen y S. E. Olsen, *Tasks, errors, and mental models: A festschrift to celebrate the 60th birthday of Professor Jens Rasmussen*, Londres y Nueva York: Taylor & Francis, 1988.

Rasmussen, J., A. M. Pejtersen y L. P. Goodstein, *Cognitive systems engineering*, Nueva York: Wiley, 1994.

Reason, J. T., «Actions not as planned», en G. Underwood y R. Stevens (eds.), *Aspects of consciousness*, Londres: Academic Press, 1979.

Reason, J., «The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems», en *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 327, n.º 1241, 1990, pp. 475-484.

Reason, J. T., *Human error*, Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press, 1990 [trad. cast.: *El error humano*, Madrid: Modus Laborandi, 2009, trad. de José Ángel Sisqués].

—, *Managing the risks of organizational accidents*, Aldershot y Brookfield: Ashgate, 1997 [trad. cast.: *La gestión de los grandes riesgos. Principios humanos y organizativos de la seguridad*, Madrid: Modus Laborandi, 2010, trad. de José Manuel Iranzo Amatriain].

—, *The human contribution: Unsafe acts, accidents and heroic recoveries*, Farnham y Burlington: Ashgate, 2008 [trad. cast.: *La contribución humana. Actos peligrosos y acciones ejemplares*, Madrid: Modus Laborandi, 2010, trad. de José Manuel Iranzo Amatriain].

Roitsch, P. A., G. L. Babcock y W. W. Edmunds, *Human factors report on the Tenerife accident*, Washington D. C.: Air Line Pilots Association, s. f., http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/35.pdf.

Romero, S., «Frenzied scene as toll tops 200 in Brazil blaze», en *The New York Times*, 27 de enero de 2013, http://www.nytimes.com/2013/01/28/world/americas/brazil-nightclub-fire.html?_r=0. Véase también: http://thelede.blogs.nytimes.com/2013/01/27/fire-at-a-nightclub-insouthern-brazil/?ref=americas.

Ross, N. y Tweedie, N., «Air France Flight 447: "Damn it, we're going to crash"», en *The Telegraph*, 28 de abril de 2012, http://www.telegraph.co.uk/technology/9231855/Air-France-Flight-447-Damn-it-were-going-to-crash.html.

Rubin, D. C. y T. C. Kontis, «A schema for common cents», en *Memory & Cognition*, 11, n.º 4, 1983, pp. 335-341, http://dx.doi.org/10.3758/BF03202446.

Rubin, D. C. y W. T. Wallace, «Rhyme and reason: Analyses of dual retrieval cues», en *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, n.º 4, 1989, pp. 698-709.

Rumelhart, D. E. y D. A. Norman, «Simulating a skilled typist: A study of skilled cognitive-motor performance», en *Cognitive Science*, 6, 1982, pp. 1-36.

Saffer, D., *Designing gestural interfaces*, Cambridge: O'Reilly, 2009.

Schacter, D. L., *The seven sins of memory: How the mind forgets and remembers*, Boston: Houghton Mifflin, 2001 [trad. cast.: *Los siete pecados de la memoria. Cómo olvida y recuerda la mente*, Barcelona: Ariel, 2003, trad. de Joan Soler Chic].

Schank, R. C. y Abelson, R. P., *Scripts, plans, goals, and understanding: An inquiry into human knowledge structures*, Hillsdale: L. Erlbaum Associates, distribuido por el Departamento de Halsted Press de John Wiley and Sons, 1977 [trad. cast.: *Guiones, planes, metas y entendimiento. Un estudio de las estructuras del conocimiento humano*, Barcelona: Paidós, 1988, trad. de Elisabeth Gilboy y Javier Zanón].

Schieber, F., «Human factors and aging: Identifying and compensating for age-related deficits in sensory and cognitive function», en N. Charness y K. W. Schaie (eds.), *Impact of technology on successful aging*, Nueva York: Springer Publishing Company, 2003, http://sunburst.usd.edu/~schieber/psyc423/pdf/human-factors.pdf.

Schneier, B., *Secrets and lies: Digital security in a networked world*, Nueva York: Wiley, 2000.

Schwartz, B., *The paradox of choice: Why more is less*, Nueva York: HarperCollins, 2005.

Seligman, M. E. P., *Helplessness: On depression, development, and death*, Nueva York: W. H. Freeman, 1992 [trad. cast.: *Indefensión. En la depresión, el desarrollo y la muerte*, Madrid: Debate, 2000, trad. de Luis Aguado Aguilar].

Seligman, M. E. P. y M. Csíkszentmihályi, «Positive psychology: An introduction», en *American Psychologist*, 55, n.º 1, 2000, pp. 5-14.

Sharp, H., Y. Rogers y J. Preece, *Interaction design: Beyond human-computer interaction*, 2.ª ed., Hoboken: Wiley, 2007.

Shingo, S., *Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system*, Stamford: Productivity Press, 1986.

Smith, P., *Ask the pilot: A look back at the catastrophic chain of events that caused history's deadliest plane crash 30 years ago*, 2007, recuperado el 7 de febrero de 2013 de http://www.salon.com/2007/04/06/askthepilot227/.

Spink, A., C. Cole y M. Waller, «Multitasking behavior», en *Annual Review of Information Science and Technology*, 42, n.º 1, 2008, pp. 93-118.

Strayer, D. L. y F. A. Drews, «Cell-phone–induced driver distraction», en *Current Directions in Psychological Science*, 16, n.º 3, 2007, pp. 128-131.

Strayer, D. L., F. A. Drews y D. J. Crouch, «A Comparison of the cell phone driver and the drunk driver», en *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 48, n.º 2, 2006, pp. 381-391.

Toyota Motor Europe Corporate Site, *Toyota production system*, 2013, recuperado el 19 de febrero de 2013 de http://www.toyota.eu/about/Pages/toyota_production_system.aspx.

Verganti, R., *Design-driven innovation: Changing the rules of competition by radically innovating what things mean*, Boston: Harvard Business Press, 2006, http://www.designdriveninnovation.com/.

—, «User-centered innovation is not sustainable», en *Harvard Business Review Blogs*, 19 de marzo de 2010, http://blogs.hbr.org/cs/2010/03/user-centered_innovation_is_no.html.

Vermeulen, J., K. Luyten, E. V. D. Hoven y K. Coninx, «Crossing the bridge over Norman's gulf of execution: Revealing feedforward's true identity», artículo presentado en *CHI 2013*, París, 2013.

Wegner, D. M., «Transactive memory: A contemporary analysis of the group mind», en B. Mullen y G. R. Goethals (eds.), *Theories of group behavior*, Nueva York: Springer-Verlag, 1987, pp. 185-208, http://www.wjh.harvard.edu/~wegner/pdfs/Wegner Transactive Memory.pdf.

Wegner, T. G. y D. M. Wegner, «Transactive memory», en A. S. R. Manstead y M. Hewstone (eds.), *The Blackwell encyclopedia of social psychology*, Oxford (Inglaterra) y Cambridge (EE. UU.): Blackwell, 1995, pp. 654-656.

Whitehead, A. N., *An introduction to mathematics*, Nueva York: Henry Holt and Company, 1911 [trad. cast.: *Introducción a las matemáticas*, Buenos Aires: Emecé, 1949, trad. de Abel J. Ceci].

Wiki of Science, *Error (human error)*, 2013, recuperado el 6 de febrero de 2013 de http://wikiofscience.wikidot.com/quasiscience:error.

Wikipedia, colaboradores, *Air Inter Flight 148*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2013a, recuperado el 13 de febrero de 2103 de http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Air_Inter_Flight_148&oldid=534971641.

—, *Decimal time*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2013b, recuperado el 13 de febrero de 2013 de http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Decimal_time&oldid=501199184.

—, *Stigler's law of eponymy*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2013c, recuperado el 2 de febrero de 2013 de http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Stigler%27s_law_of_eponymy&oldid=531524843.
—, *Telephonoscope*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2013d, recuperado el 8 de febrero de 2013 de http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Telephonoscope&oldid=535002147.
Winograd, E. y R. M. Soloway, «On forgetting the locations of things stored in special places», en *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, n.º 4, 1986, pp. 366-372.
Woods, D. D., S. Dekker, R. Cook, L. Johannesen y N. Sarter, *Behind human error*, 2.ª ed., Farnham y Burlington: Ashgate, 2010.
Yasuoka, K. y M. Yasuoka, *QWERTY people archive*, 2013, recuperado el 8 de febrero de 2013 de http://kanji.zinbun.kyoto-u.ac.jp/db-machine/~yasuoka/QWERTY/.
Zhai, S. y P. O. Kristensson, «The word-gesture keyboard: Reimagining keyboard interaction», en *Communications of the ACM*, 55, n.º 9, 2012, pp. 91-101, http://www.shuminzhai.com/shapewriter-pubs.htm.

Índice

Portada
El diseño de las cosas cotidianas
Prefacio a la edición revisada
01. La psicopatología de las cosas cotidianas
02. La psicología de las acciones cotidianas
03. Conocimiento en la cabeza y en el mundo
04. Saber lo que hacer: limitaciones, detectabilidad y retroalimentación
05. ¿Error humano? No, mal diseño
06. Pensamiento de diseño
07. Diseñar en el mundo de los negocios
Agradecimientos
Lecturas generales y anotaciones
Referencias bibliográficas
Sobre este libro
Sobre Don Norman
Créditos

Índice

Portada
El diseño de las cosas cotidianas
Prefacio a la edición revisada
01. La psicopatología de las cosas cotidianas
02. La psicología de las acciones cotidianas
03. Conocimiento en la cabeza y en el mundo
04. Saber lo que hacer: limitaciones, detectabilidad y retroalimentación
05. ¿Error humano? No, mal diseño
06. Pensamiento de diseño
07. Diseñar en el mundo de los negocios
Agradecimientos
Lecturas generales y anotaciones
Referencias bibliográficas
Sobre este libro
Sobre Don Norman
Créditos