

Directora del capítulo
Diane Berthelette

52

Sumario

| | |
|---|-------|
| Visión general <i>Diane Berthelette</i> | 52.2 |
| Características de los puestos de trabajo con pantallas de visualización de datos <i>Ahmet Çakir</i> | 52.4 |
| Problemas oculares y visuales <i>Paule Rey y Jean-Jacques Meyer</i> | 52.11 |
| Riesgos para la reproducción: datos experimentales <i>Ulf Bergqvist</i> | 52.15 |
| Efectos en la reproducción: evidencias en humanos <i>Claire Infante-Rivard</i> | 52.18 |
| Trastornos musculoesqueléticos <i>Gabriele Bammer</i> | 52.23 |
| Problemas de la piel <i>Mats Berg y Sture Lidén</i> | 52.26 |
| Aspectos psicosociales del trabajo con PVD <i>Michael J. Smith y Pascale Carayon</i> | 52.26 |
| Aspectos ergonómicos de la interacción ordenador/hombre <i>Jean-Marc Robert</i> | 52.31 |
| Normas ergonómicas <i>Tom F. M. Stewart</i> | 52.35 |

● VISION GENERAL

Diane Berthelette

Las nuevas tecnologías de la información se están introduciendo, en distintos grados, en todos los sectores industriales. En algunos casos, el coste de informatizar los procesos de producción puede suponer una traba para la innovación, especialmente en las empresas pequeñas o de tamaño medio, o en los países en desarrollo. Los ordenadores permiten recopilar, almacenar, procesar y distribuir rápidamente grandes cantidades de información. Además, al conectarlos en red sus capacidades aumentan notablemente, ya que es posible compartir los recursos (Young 1993).

La influencia de la informatización sobre la naturaleza del empleo y las condiciones de trabajo es notable. Desde mediados del decenio de 1980, resultó evidente que la informatización del lugar de trabajo produciría cambios en la estructura de las tareas y en la organización del trabajo y, por extensión, en los requisitos del trabajo, en la planificación de las oportunidades de trabajo y en el estrés que padece el personal de producción y de gestión. La informatización puede beneficiar o perjudicar la salud y la seguridad en el trabajo. En algunos casos, la introducción de los ordenadores ha hecho más interesante el trabajo y ha producido mejoras en el medio ambiente de trabajo, al mismo tiempo que ha reducido la carga de trabajo. Ahora bien, en otros, la innovación tecnológica ha originado un aumento de la repetitividad e intensidad de las tareas, una reducción del margen de iniciativa individual y el aislamiento del trabajador. Además, se sabe que varias empresas han aumentado el número de turnos para así obtener el máximo beneficio económico de su inversión financiera (OIT 1984).

Hasta donde sabemos, en 1994 sólo existía una fuente de estadísticas sobre el uso de los ordenadores en todo el mundo: *The Computer Industry Almanac* (Juliussen y Petska-Juliussen 1994). Es una publicación donde, además de datos estadísticos sobre la distribución internacional actual del uso de los ordenadores, se encuentran los resultados de análisis prospectivos y retrospectivos. Las cifras que se muestran en la última edición indican que el número de ordenadores aumenta de forma exponencial, con un aumento especialmente importante a principios del decenio de 1980, cuando comenzó a popularizarse el uso de los ordenadores personales. Desde 1987 la capacidad total de procesamiento informático, cuantificada en millones de instrucciones por segundo (MIPS), ha aumentado 14 veces, gracias al desarrollo de nuevos microprocesadores (componentes transistores de los microordenadores que realizan cálculos aritméticos y lógicos). A finales de 1993, la capacidad informática total alcanzaba los 357 millones de MIPS.

Por desgracia, las estadísticas disponibles no permiten distinguir entre los ordenadores utilizados para trabajar y los utilizados para fines personales. Además, algunos sectores industriales carecen de datos estadísticos, lo cual se debe probablemente a problemas metodológicos para la obtención de información válida y fiable. Ahora bien, los informes de los comités sectoriales tripartitos de la Organización Internacional del Trabajo ofrecen información completa y relevante sobre la naturaleza y el nivel de implantación de las nuevas tecnologías en diversos sectores industriales.

En 1986 el número de ordenadores en uso en todo el mundo ascendía a 66 millones. Tres años más tarde superaba los 100 millones, y en 1997 se calcula que la cifra oscilaba entre 275 y 300 millones, que para el año 2000 alcanzará los 400 millones. Son predicciones basadas en un uso cada vez más amplio de las capacidades multimedia, las autopistas de la información y las tecnologías de reconocimiento de voz y de realidad virtual. Los autores del *Almanac* estiman que en un plazo de diez años a

partir de la publicación del artículo, la mayoría de los televisores estarán equipados con ordenadores personales con el fin de simplificar el acceso a las autopistas de la información.

Según el *Almanac*, la relación entre ordenadores totales y población en 43 países de los cinco continentes era, en 1993, del 3,1 %. Cabe señalar, sin embargo, que el único país africano incluido en este cálculo fue Sudáfrica y el único país latinoamericano de Norte y Centroamérica, México. Como indican las estadísticas, existe una gran variación a nivel internacional en el grado de informatización, y la relación ordenadores:población va desde el 0,07 % al 28,7 %.

La relación entre ordenadores y población en los países en desarrollo, que no supera el 1 %, da idea del bajo nivel general de informatización existente en estos países (Tabla 52.1) (Juliussen y Petska-Juliussen 1994). En ellos, no sólo se producen pocos equipos y poco software, sino que la falta de recursos económicos les impide, en muchos casos, importar estos productos. Además, sus rudimentarios servicios telefónicos y eléctricos representan, a menudo, una barrera para un uso más extendido de los medios informáticos. Por último, la falta de un software lingüística y culturalmente adecuado y la falta de oportunidades de formación en los campos relacionados con la informática representan, por lo general, un problema adicional (Young 1993).

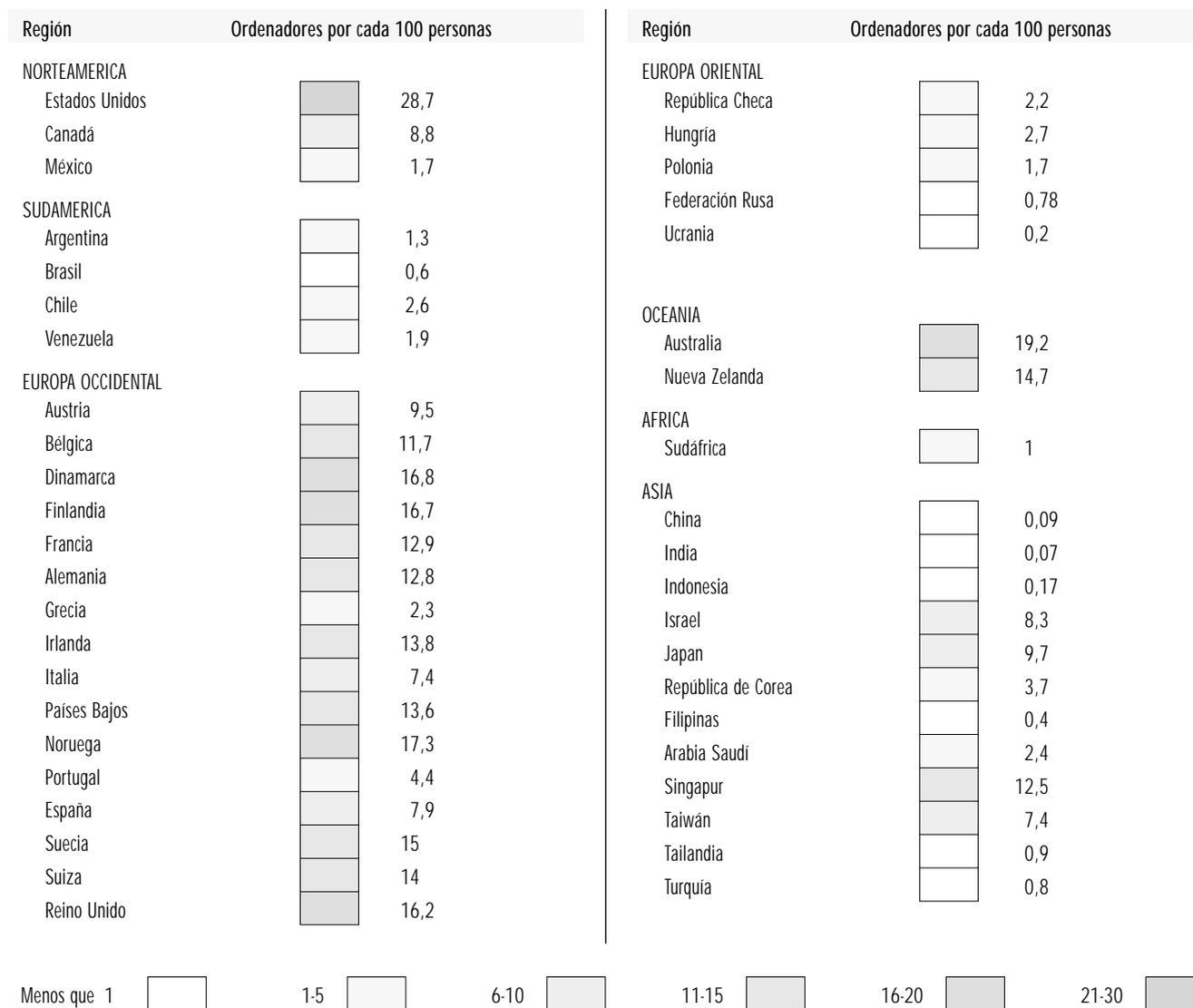
La informatización ha aumentado significativamente en los países de la antigua Unión Soviética desde el final de la Guerra Fría. Se calcula, por ejemplo, que la Federación Rusa ha aumentado su reserva de ordenadores de 0,3 millones en 1989 a 1,2 millones en 1993.

La mayor concentración de ordenadores se encuentra en los países industrializados, especialmente en Norteamérica, Australia, los países Escandinavos y Gran Bretaña (Juliussen y Petska-Juliussen 1994) y ha sido principalmente en estos países donde han surgido los primeros informes relacionados con la preocupación de los operadores de las pantallas de visualización de datos (PVD) por los riesgos para la salud detectados, y en donde se han realizado los primeros estudios para determinar la prevalencia de los efectos sobre la salud e identificar los factores de riesgo. Los problemas de salud estudiados se hallaban en las siguientes categorías: problemas visuales y oculares, problemas musculoesqueléticos, problemas de la piel, problemas reproductivos y estrés.

Pronto se hizo evidente que los efectos sobre la salud observados en los operadores de PVD dependían, no sólo de las características de la pantalla y del diseño del puesto de trabajo, sino también de la naturaleza y estructura de las tareas, de la organización del trabajo y de la forma en que se había introducido la tecnología (OIT 1989). Varios estudios han mostrado una mayor prevalencia de síntomas entre las mujeres operadoras de PVD que entre los varones. Según estudios recientes, esta diferencia, más que a una diferencia biológica real, se debe principalmente a que las mujeres suelen tener menos control sobre su trabajo que los operadores varones. Se piensa que esta falta de control puede producir niveles de estrés más elevados, que producen, a su vez, una mayor prevalencia de síntomas en las mujeres operadoras de PVD.

El uso generalizado de las PVD comenzó en el sector terciario, fundamentalmente en el trabajo de oficina y, más específicamente, en la entrada de datos y en el tratamiento de textos. No es de extrañar, por tanto, que la mayor parte de los estudios sobre PVD se hayan centrado en los trabajadores de oficinas. En los países industrializados el uso de los equipos informáticos se ha extendido, con todo, a los sectores primario y secundario. Además, aunque inicialmente eran los trabajadores del área de producción quienes utilizaban casi exclusivamente las PVD, actualmente su uso se ha extendido a todos los niveles

Tabla 52.1 • Distribución de los ordenadores en distintas regiones del mundo.



Fuente: Juliusen y Petska-Juliusen 1994.

organizativos. En los últimos años, por lo tanto, los investigadores han comenzado a estudiar una mayor diversidad de usuarios de PVD, en un intento por suplir la falta de información científica adecuada para estas situaciones.

La mayoría de los puestos de trabajo informatizados están equipados con una PVD y un teclado o ratón que permite transmitir la información y las instrucciones al ordenador. El software media el intercambio de información entre el operador y el equipo y define el formato en el que se presenta la información en la pantalla. Con el fin de determinar los posibles riesgos asociados con el uso de las PVD, es necesario conocer, en primer lugar, no sólo las características de la PVD, sino también de los demás componentes del entorno de trabajo. En 1979, Çakir, Hart y Stewart publicaron el primer análisis completo en este campo.

Resulta útil considerar el hardware utilizado por los operadores de PVD como un conjunto de componentes que interactúan entre sí (IRSST 1984). Los componentes son el propio

terminal, el puesto de trabajo (incluidas las herramientas de trabajo y el mobiliario), la sala en la que se desarrolla la actividad y la iluminación. El segundo apartado de este capítulo trata sobre las características principales de los puestos de trabajo y su iluminación y ofrece una serie de recomendaciones que tienen como objetivo optimizar las condiciones de trabajo, considerando tanto las variaciones individuales, como la diversidad de tareas y organizaciones del trabajo. Se hace énfasis en la importancia de elegir un equipo y un mobiliario adecuado que permita una disposición flexible. Esta flexibilidad es esencial si se tiene en cuenta que los niveles de competitividad internacionales y la rápida evolución del desarrollo tecnológico obligan a las empresas a realizar continuas innovaciones y a adaptarse a los cambios que éstas conllevan.

Los siguientes seis apartados tratan sobre los problemas de salud estudiados en respuesta a las preocupaciones manifestadas por los operadores de PVD. Se hace una revisión de la literatura científica relevante y se resalta la importancia y las limitaciones

de los resultados obtenidos. La investigación en este campo abarca varias disciplinas, como la epidemiología, la ergonomía, la medicina, la ingeniería, la psicología, la física y la sociología. Debido a la complejidad de los problemas y en particular, a su naturaleza multifactorial, con frecuencia han sido equipos multidisciplinarios quienes han llevado a cabo las investigaciones. Desde el decenio de 1980, estos trabajos de investigación se han complementado con la organización regular de congresos internacionales, como *Human-Computer Interaction* y *Work with Display Units*, que proporcionan una oportunidad para el intercambio de información y para difundir los resultados de los estudios entre los investigadores y diseñadores, productores e usuarios de PVD.

El octavo apartado trata específicamente de la interacción ordenador/hombre y presenta los principios y los métodos subyacentes al desarrollo y la evaluación de las herramientas de interfaz. Este artículo resultará útil no sólo para el personal de producción, sino también para aquellos que estén interesados en los criterios utilizados para seleccionar las herramientas de interfaz.

Por último, en el noveno apartado se revisan las normas internacionales en materia de ergonomía hasta 1995, en relación con el diseño y la disposición de los puestos de trabajo informatizados. El objetivo de la elaboración de estas normas es reducir los riesgos a los que están expuestos los operadores de PVD durante el ejercicio de su trabajo. Las normas proporcionan directrices para las empresas que producen los componentes de las PVD, para los empresarios responsables de la compra y el diseño de los puestos de trabajo y para los empleados con responsabilidades en la toma de decisiones. Además, pueden resultar herramientas útiles para evaluar los puestos de trabajo existentes e identificar las modificaciones necesarias para optimizar las condiciones de trabajo de los operadores.

● CARACTERÍSTICAS DE LOS PUESTOS DE TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS

Ahmet Çakir

Diseño de los puestos de trabajo

Puestos de trabajo con pantallas de visualización de datos

Las pantallas con imágenes generadas electrónicamente (pantallas de visualización de datos o PVD) representan el elemento más característico del equipo de trabajo informatizado, tanto en el lugar de trabajo como en la vida privada. Un puesto de trabajo puede estar diseñado para incluir, como mínimo, una PVD y un dispositivo de entrada de datos (por lo general un teclado), también es posible que incluya el espacio necesario para un equipo técnico adicional, como varias pantallas y dispositivos de entrada y salida de datos, etc. Hace pocos años, a principios del decenio de 1980, la entrada de datos era la tarea más habitual de los usuarios de ordenadores. Sin embargo, en muchos países industrializados, sólo un número relativamente pequeño de usuarios realiza actualmente este tipo de trabajo. Cada vez más, periodistas, directivos e incluso ejecutivos se convierten en "usuarios de PVD".

La mayor parte de los puestos de trabajo con PVD están diseñados para un trabajo sedentario; pero, el trabajar de pie podría ofrecer ciertas ventajas a los usuarios. Por ello, es necesario contar con directrices de diseño generales que puedan aplicarse a los puestos de trabajo sencillos y complejos, empleados tanto en posición sentada como de pie. A continuación se

exponen tales directrices y su aplicación a algunos puestos de trabajo típicos.

Directrices de diseño

El diseño del puesto de trabajo y la selección del equipo debería considerar no sólo las necesidades del usuario para una tarea determinada y la diversidad de tareas que el usuario deberá realizar durante la vida relativamente larga del equipo (unos 15 años o más), sino también los factores relativos al mantenimiento o al cambio de equipo. La norma ISO 9241, en su parte 5, introduce cuatro principios generales de aplicación al diseño del puesto de trabajo:

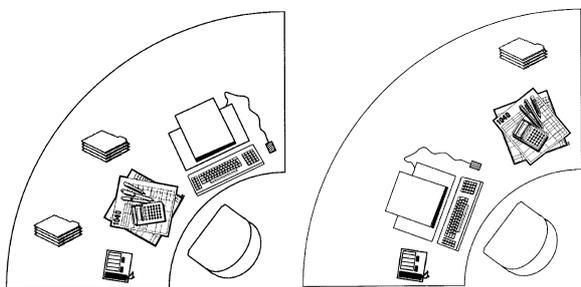
Directriz 1: Versatilidad y flexibilidad. El puesto de trabajo debería permitir al usuario realizar distintas tareas de forma cómoda y eficiente. En esta directriz se tiene en cuenta el hecho de que las tareas de los usuarios suelen variar, lo que reduce las posibilidades de aplicar de forma generalizada las directrices al lugar de trabajo.

Directriz 2: Adaptabilidad. El diseño de un puesto de trabajo y de sus componentes debe garantizar su "adaptabilidad" a distintos usuarios y a diversos requisitos de las tareas. El concepto de adaptabilidad se refiere al grado en que el mobiliario y el equipo se ajustan a las diferentes necesidades de un usuario individual, es decir, si siguen siendo confortables y no producen molestias visuales o tensión postural. Si no se trata de un puesto de trabajo diseñado para una población específica de usuarios, por ejemplo, operadores de salas de control varones europeos menores de 40 años, el concepto de puesto de trabajo debería poderse adaptar a toda la población trabajadora, incluidos los usuarios con necesidades especiales, como por ejemplo, personas discapacitadas. La mayoría de las normas existentes para el mobiliario o para el diseño de los puestos de trabajo sólo tienen en consideración a una fracción de la población trabajadora (por ejemplo, a trabajadores "sanos" entre los percentiles 5 y 95, entre 16 y 60 años de edad, considerados en la norma alemana DIN 33 402), y se olvidan de aquellas personas que necesitan una mayor atención. Además, aunque algunas prácticas de diseño aún se basen en la idea del usuario "medio", es necesario poner un mayor énfasis en la adaptabilidad individual. En relación con el mobiliario del puesto de trabajo, la adaptabilidad necesaria puede lograrse mediante un mobiliario regulable, diseñando distintos tamaños, o incluso mediante un equipo hecho a la medida del usuario. Garantizar una buena adaptabilidad es esencial para la salud y la seguridad de cada uno de los usuarios, ya que los problemas musculoesqueléticos asociados con el uso de PVD son frecuentes e importantes.

Directriz 3: Cambio de postura. El diseño del puesto de trabajo debería favorecer el movimiento, ya que la carga muscular estática produce fatiga e incomodidad y puede llegar a producir problemas musculoesqueléticos crónicos. Una silla que permita mover fácilmente la parte superior del cuerpo, contar con espacio suficiente para colocar y utilizar los documentos en papel, así como para colocar el teclado en distintas posiciones durante el día, son estrategias típicas para favorecer el movimiento del cuerpo cuando se trabaja con una PVD.

Directriz 4: Mantenimiento - adaptabilidad. El diseño del puesto de trabajo debería tener en cuenta factores como el mantenimiento, la accesibilidad y la capacidad del puesto de trabajo para ajustarse al cambio en las necesidades, como por ejemplo, la posibilidad de desplazar el equipo de trabajo si es necesario realizar una tarea distinta. Las publicaciones ergonómicas no han prestado mucha atención a los objetivos de esta

Figura 52.1 • Disposición de un puesto de trabajo flexible que pueda adaptarse a las necesidades de los usuarios para distintas tareas.



recomendación, debido a que se considera que los problemas relacionados con dichos factores han sido resueltos antes de que los usuarios comiencen a trabajar en el puesto de trabajo. En la realidad, sin embargo, ocurre que el puesto de trabajo cambia constantemente y en general, los espacios abarrotados, parcial o totalmente inadecuados para las tareas que hay que realizar, no suelen ser el resultado del proceso de diseño inicial, sino el resultado de cambios posteriores.

Aplicación de las directrices

Análisis de la tarea. El diseño del puesto de trabajo debería ir precedido por un análisis de la tarea que proporcione información sobre las principales tareas que se llevarán a cabo en el puesto de trabajo y el equipo necesario para ello. En este análisis, debería determinarse la prioridad dada a las fuentes de información (como los documentos en papel, las PVD o los dispositivos de entrada de datos), la frecuencia con la que se utilizarán y las posibles restricciones (por ej., limitaciones de espacio). El análisis debería incluir las tareas principales y sus relaciones en el espacio y en el tiempo, las áreas de atención visual (¿cuántos objetos visuales se utilizarán?) y la posición y el uso de las manos (¿escribir, teclear, señalar?).

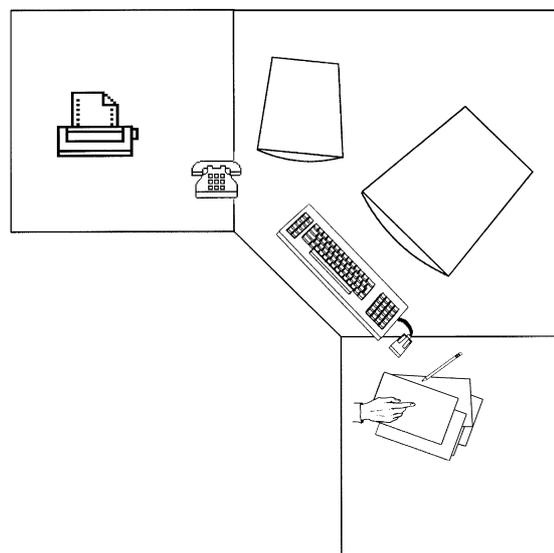
Recomendaciones generales de diseño

Altura de las superficies de trabajo. Si se utilizan superficies de trabajo con una altura fija, el espacio mínimo libre entre el suelo y el plano de trabajo debería ser superior a la suma de la *altura poplítea* (la distancia del suelo a la parte posterior de la rodilla) y la altura a los muslos (en posición sentada), más una cierta altura para el calzado (25 mm para los varones y 45 mm para las mujeres). Si el puesto de trabajo se diseña para un uso general, la altura poplítea y la altura a los muslos deberá seleccionarse para el percentil 95 de la población masculina. La altura resultante bajo la superficie será entonces de 690 mm para la población del norte de Europa y para la población norteamericana de origen europeo. Para otras poblaciones, la altura mínima deberá determinarse de acuerdo con las características antropométricas específicas de cada población.

Si se selecciona la altura del espacio para las piernas de esta manera, la superficie de trabajo resultará demasiado alta para una gran proporción de los posibles usuarios, y al menos un 30 % de estos usuarios necesitarán utilizar un reposapiés.

Si la altura de la superficie de trabajo es ajustable, el rango del ajuste puede calcularse a partir de las medidas antropométricas de las usuarias mujeres (percentil 2,5 ó 5 para la altura

Figura 52.2 • Disposición de un puesto de trabajo flexible.



mínima) y de los usuarios varones (percentil 95 ó 97,5 para la altura máxima). Por lo general, un puesto de trabajo con estas dimensiones se ajustará a una gran proporción de personas sin apenas cambios. El resultado de este cálculo es un rango de alturas entre 600 mm y 800 mm en países con una población de usuarios de una gran diversidad étnica. Debido a que pueden existir limitaciones técnicas y mecánicas para obtener un rango tan amplio, es posible obtener un buen ajuste combinando, por ejemplo, la regulación con equipos de distintos tamaños.

El grosor mínimo aceptable para la superficie de trabajo dependerá de las propiedades mecánicas del material. Desde el punto de vista técnico, es posible conseguir un grosor entre 14 mm (plástico resistente o metal) y 30 mm (madera).

Tamaño y forma de la superficie de trabajo. El tamaño y la forma de la superficie de trabajo están principalmente determinados por las tareas que se deben realizar y por el equipo necesario para ellas.

Para las tareas de entrada de datos, una superficie rectangular de 800 mm por 1200 mm proporciona suficiente espacio para colocar adecuadamente el equipo (PVD, teclado, documentos y atril) y para modificar su disposición de acuerdo con las necesidades personales. Tareas más complejas pueden requerir un espacio adicional. Así, el tamaño de la superficie de trabajo debería ser superior a 800 mm por 1.600 mm. La profundidad de la superficie debería permitir la colocación de la PVD, lo que significa que en el caso de una PVD con un tubo de rayos catódicos, por ejemplo, se necesitará una profundidad de hasta 1.000 mm.

En principio, el diseño propuesto en la Figura 52.1 proporciona la mayor flexibilidad para organizar el espacio de trabajo de diversas tareas. Con todo, no es fácil construir puestos de trabajo con este diseño; el que más se aproxima al diseño ideal es el que se muestra en la Figura 52.2. Tal diseño permite colocar una o dos PVD, dispositivos adicionales de entrada de datos, etc. El área mínima de la superficie de trabajo debería ser superior a 1,3 m².

Tabla 52.2 • Frecuencia e importancia de los elementos del equipo para una tarea determinada.

| ELEMENTO | USO | | | |
|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | TOCAR | | VER | |
| | Frecuencia | Importancia | Frecuencia | Importancia |
| TECLADO | ● | ● | ● | ● |
| PVD | ● | | ● | ● |
| RATON | ● | ● | | |
| DOCUMENTOS | ● | ● | ● | ● |

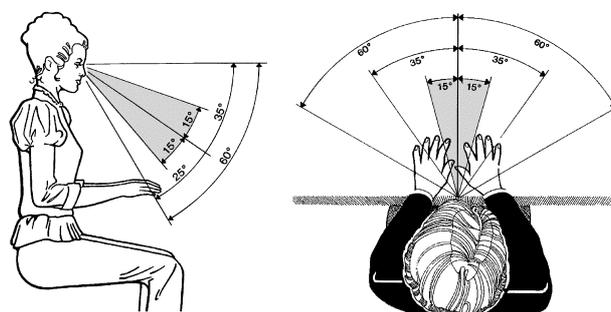
● Mayor grado de importancia o frecuencia ● Menor grado de importancia o frecuencia
 ● Grado intermedio de importancia o frecuencia

Distribución del espacio de trabajo. La distribución espacial del equipo en el puesto de trabajo debería planificarse después de un análisis de la tarea que determine la importancia y la frecuencia de uso de cada elemento (Tabla 52.2). La pantalla de visualización que se utilice con más frecuencia debería situarse en el campo central de visión, es decir, en el área que aparece sombreada en la Figura 52.3, mientras que los controles más importantes y utilizados con más frecuencia, como el teclado, deberían situarse en la zona de alcance óptimo. En el lugar de trabajo representado mediante el análisis de la tarea (Tabla 52.2), el teclado y el ratón son, con gran diferencia, las piezas de equipo manejadas con más frecuencia y debe dárseles, por lo tanto, la mayor prioridad en el área de alcance. Los documentos que se consultan con frecuencia, pero que no requieren mucha manipulación, deben tener asignada una prioridad acorde con su importancia (por ejemplo, para realizar correcciones a mano). Si se colocan a la derecha del teclado, podría solucionarse el problema, pero también podría crear un conflicto con el uso frecuente del ratón, situado también a la derecha del teclado. Puesto que la PVD no requiere una regulación frecuente, puede situarse a la derecha o a la izquierda del campo central de visión, lo que permite colocar los documentos en un soporte plano detrás del teclado. Se trata de una posible solución "optimizada", aunque no perfecta.

Puesto que las dimensiones de muchos elementos del equipo son similares a las partes correspondientes del cuerpo humano, el uso de varios elementos para una sola tarea conllevará siempre algunos problemas. Tal vez también requieran algunos movimientos entre distintas zonas del puesto de trabajo, de ahí que un diseño como el que se muestra en la Figura 52.1 es importante para varios tipos de tareas.

En las últimas dos décadas, la capacidad informática, que inicialmente requería un espacio equivalente a un salón de baile, se ha logrado miniaturizar y condensar en una simple caja. Aún así, a pesar de las expectativas de que la miniaturización del equipo pudiese resolver la mayoría de los problemas asociados con el diseño del lugar de trabajo, el tamaño de las PVD ha ido aumentando: en 1975, el tamaño de pantalla más utilizado era el de 15"; en 1995 la mayoría de la gente adquirió un monitor de 17" a 21" y el tamaño de los teclados tampoco ha disminuido en comparación con los que se utilizaban en 1973. Un análisis de la tarea cuidadoso sigue siendo sumamente importante para diseñar puestos de trabajo complejos. Además, a pesar de que

Figura 52.3 • Campo visual en el espacio de trabajo.



han aparecido nuevos dispositivos de entrada de datos, no han llegado a sustituir al teclado y requieren aún un mayor espacio en la superficie de trabajo, a veces de considerables dimensiones como por ejemplo, las tarjetas gráficas en formato A3.

Una ordenación eficiente del espacio dentro del puesto de trabajo, al igual que en los locales de trabajo puede ayudar a desarrollar puestos de trabajo aceptables desde el punto de vista ergonómico, evitando que se presenten problemas de salud y seguridad.

Una ordenación eficiente del espacio no significa ahorrar espacio a costa de la usabilidad de los dispositivos de entrada y, en especial, de los dispositivos de visualización. El uso de mobiliario adicional, como una mesa giratoria o un soporte especial para el monitor, sujeto a la mesa, parece una buena forma de ganar espacio en la mesa; ahora bien, puede ser contraproducente para la postura (al obligar a levantar los brazos) o la visión (al elevar la línea de visión a una altura menos relajada). Las estrategias de ahorro de espacio deberían garantizar que se mantiene una distancia visual adecuada (aproximadamente 600 mm a 800 mm), así como una línea de visión óptima, que se obtiene con una inclinación de aproximadamente 35° en relación con el plano horizontal (20° para la cabeza y 15° para los ojos).

Nuevos conceptos de mobiliario. Tradicionalmente, el mobiliario de oficina se ha adaptado a las necesidades de las empresas, reflejando la jerarquía de tales organizaciones: grandes mesas en "lujas" oficinas para los ejecutivos, en un extremo de la escala, y un mobiliario pequeño para las mecanógrafas y oficinas "funcionales" en el extremo opuesto. El diseño básico del mobiliario de oficina permaneció invariable durante décadas. La situación cambió radicalmente con la introducción de la tecnología de la información y dio lugar a un concepto de mobiliario totalmente nuevo: el del mobiliario de sistemas.

El mobiliario de sistemas se desarrolló cuando las personas comenzaron a darse cuenta de que el cambio en el equipo y en la organización del trabajo no podía hacerse por las limitadas capacidades del mobiliario existente para adaptarse a las nuevas necesidades. El mobiliario actual ofrece una caja de herramientas que permite a las organizaciones de usuarios crear el espacio de trabajo que necesitan, desde el mínimo indispensable para una sola PVD y un teclado, hasta puestos de trabajo complejos que permitan acomodar varios elementos del equipo, y posiblemente también, grupos de usuarios. Tal mobiliario está diseñado para el cambio e incorpora dispositivos de ordenación del cableado eficientes y flexibles. Mientras que la primera generación del mobiliario de sistemas no hizo más que añadir a una mesa existente una mesa auxiliar para la PVD, la tercera generación ha cortado completamente todos sus vínculos con la oficina

tradicional. Este nuevo enfoque ofrece una gran flexibilidad en el diseño de los espacios de trabajo, limitada únicamente por el espacio disponible y por la capacidad de las organizaciones para utilizar esta flexibilidad.

Radiación

La radiación en el contexto de las aplicaciones en las PVD

La radiación es la emisión o transferencia de energía radiante. La emisión de energía radiante en forma de luz, según el objetivo previsto en el uso de las PVD, puede ir acompañada por la emisión de varios productos secundarios como calor, sonido, radiación infrarroja y ultravioleta, ondas de radio o rayos X, entre otros. Mientras que algunas de estas formas de radiación, como la luz visible, afectan a los humanos de forma positiva, algunas emisiones de energía pueden tener efectos negativos, o incluso efectos biológicos destructivos, en especial cuando la intensidad es elevada y la duración de la exposición prolongada. Hace algunas décadas, se introdujeron límites de exposición para diferentes formas de radiación, con el fin de proteger a la gente. No obstante, actualmente se cuestionan algunos de estos límites y para campos magnéticos de baja frecuencia, no es posible establecer límites de exposición basados en los niveles de radiación natural de fondo.

Radiación de radiofrecuencia y microonda emitida por las PVD

Las PVD pueden emitir radiación electromagnética en un rango de frecuencias desde algunos kHz hasta 109 Hertz (las llamadas radiofrecuencias o RF, con longitudes de onda que van desde algunos km hasta 30 cm); no obstante, la energía total emitida depende de las características del circuito. En la práctica, sin embargo, la intensidad de campo de este tipo de radiación suele ser baja y está limitada a la proximidad inmediata de la fuente. Una comparación de la intensidad de los campos eléctricos alternos en el rango de 20 Hz a 400 kHz indica que las PVD que utilizan tecnología de tubos de rayos catódicos (TRC) emiten, en general, niveles más elevados que otro tipo de pantallas.

La radiación de "microondas" abarca el rango desde 3×10^8 Hz hasta 3×10^{11} Hz (longitudes de onda de 100 cm a 1 mm). Las PVD no tienen fuentes de radiación de microondas que emitan una cantidad detectable de energía en esta banda.

Figura 52.4 • Criterios para la evaluación de la imagen.

| Resolución | Direccionamiento | Parpadeo/velocidad de regeneración/temblor de la imagen | Contraste |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| El detalle más pequeño discernible o mensurable en una presentación visual. | El número de puntos individuales que el dispositivo es capaz de especificar en la pantalla. | La percepción de la variación del brillo en el tiempo. Al aumentar la velocidad de regeneración, disminuye el parpadeo. El temblor se debe al movimiento de la imagen durante la regeneración de la pantalla. | La razón entre la luminancia de un objeto determinado y su entorno. Es la característica fotométrica más importante para la legibilidad y comprensibilidad. |

Campos magnéticos

Los campos magnéticos derivados de las PVD proceden de las mismas fuentes que los campos eléctricos alternos. A pesar de que los campos magnéticos no son "radiaciones", en la práctica es imposible separar los campos magnéticos y los campos eléctricos alternos, ya que unos inducen a los otros. Uno de los motivos que hace que los campos magnéticos se traten en un capítulo aparte es que se sospecha que tengan efectos teratogénicos (más adelante en este capítulo se trata de esta cuestión).

A pesar de que los campos inducidos por las PVD son más débiles que los producidos por otras fuentes, como las líneas de alta tensión, las centrales eléctricas, las locomotoras eléctricas, los altos hornos o los equipos de soldadura, la exposición total producida por las PVD puede ser similar, ya que muchas personas trabajan ocho horas o más cerca de una PVD, mientras que su exposición a las líneas de alta tensión o a los motores eléctricos es mucho menos frecuente. Ahora bien, la relación entre los campos electromagnéticos y el cáncer sigue siendo un tema controvertido.

Radiación óptica

La radiación "óptica" abarca la radiación visible (la luz) con longitudes de onda entre los 380 nm (azul) y los 780 nm (rojo) y las bandas adyacentes del espectro electromagnético: el infrarrojo, de 3×10^{11} Hz a 4×10^{14} Hz (longitudes de onda de 780 nm a 1 mm) y el ultravioleta, de 8×10^{14} Hz a 3×10^{17} Hz). La radiación visible se emite a niveles de intensidad moderados, similares a los que emiten las superficies de la habitación (≈ 100 cd/m²). Con todo, la radiación ultravioleta puede ser absorbida por el cristal del tubo (TRC) o no emitirse (todos los demás tipos de pantallas). Los niveles de radiación ultravioleta, en caso de ser detectables, son muy inferiores a los niveles de exposición laboral, y lo mismo sucede en el caso de la radiación infrarroja.

Rayos X

Los TRC son fuentes conocidas de rayos X, mientras que otro tipo de tecnologías, como las pantallas de cristal líquido (LCD) no los emiten. El proceso físico que origina este tipo de emisiones también es bien conocido y los tubos y los circuitos se diseñan de forma que los niveles emitidos sean muy inferiores a los límites de exposición profesional y en muchos casos, incluso inferiores a los niveles de detección. La radiación emitida por una fuente sólo se detecta si su nivel es superior al nivel del fondo. En el caso de los rayos X, al igual que sucede con otros tipos de radiación ionizante, el nivel de fondo se debe a la radiación cósmica y a la radiación procedente de los materiales radiactivos del suelo y de los edificios. Durante su uso normal, la PVD no emiten rayos X que superen los niveles de radiación de fondo (50 nGy/h).

Recomendaciones en relación con la radiación

En Suecia, el antiguo MPR (Statens Mät och Provråd o Consejo Nacional de Metrología y Pruebas), actualmente el SWEDAC, ha publicado una serie de recomendaciones para evaluar las PVD. Uno de los principales objetivos era limitar cualquier subproducto no deseado a niveles que pueden alcanzarse utilizando los medios técnicos razonables. Se trata de un enfoque que trasciende la perspectiva clásica de limitar la exposición peligrosa a niveles en los que la probabilidad de afectar negativamente la salud o la seguridad parecieran aceptablemente bajas.

Inicialmente, las recomendaciones del MPR produjeron el efecto indeseable de reducir la calidad óptica de las pantallas de TRC. Actualmente, sin embargo, sólo algunos productos que tienen una resolución excepcionalmente alta pueden perder calidad si el fabricante cumple las recomendaciones del MPR (ahora MPR-II). En ellas se incluyen límites para electricidad estática, campos eléctricos y magnéticos, parámetros visuales, etc.

Calidad de la imagen

Definiciones de la calidad de la imagen

El término *calidad* describe la capacidad de distinguir los atributos de un objeto para un fin determinado. Así, la calidad de la imagen de una pantalla incluye todas las propiedades de la representación óptica en relación a la perceptibilidad de los símbolos en general, y a la legibilidad de los símbolos alfanuméricos. En este sentido, los términos ópticos utilizados por los fabricantes de los tubos, como resolución o tamaño mínimo de punto, describen criterios de calidad básicos relativos a la capacidad de un dispositivo dado para mostrar líneas finas o caracteres pequeños. Tales criterios son equiparables al grosor necesario de un lápiz o de un pincel para una tarea concreta de escritura o dibujo.

Algunos de los criterios de calidad utilizados por los ergonomistas describen las propiedades ópticas relevantes para la legibilidad, como el contraste, mientras que otras propiedades, como el tamaño o el ancho de los caracteres, se relacionan más con las características tipográficas. En ergonomía se consideran, además, ciertas características que dependen de la tecnología, como el parpadeo de las imágenes, su persistencia o la *uniformidad* del contraste en un tipo determinado de pantallas (véase la Figura 52.4).

La tipografía es el arte de componer los "tipos", que no se refiere únicamente a la forma de las fuentes, sino también a la selección y definición de los tipos. Aquí se utilizará el término tipografía en el primer sentido.

Características básicas

Resolución. La resolución se define como el detalle más pequeño discernible o mensurable en una presentación visual. Por ejemplo, la resolución de una pantalla de TRC se expresa como el número máximo de líneas que pueden mostrarse en un espacio determinado, al igual que se hace habitualmente con la resolución de las películas fotográficas. También es posible describir el tamaño mínimo de punto que un dispositivo puede mostrar con una determinada luminancia (brillo). Cuanto más pequeño sea el punto mínimo, mejor será el dispositivo. Así, el número de puntos de tamaño mínimo (elementos de la imagen, también conocidos como píxeles) por pulgada (ppp) representa la calidad del dispositivo. Así, por ejemplo, un dispositivo de 72 ppp es inferior a una pantalla de 200 ppp.

En general, la resolución de la mayoría de las pantallas de ordenador es bastante inferior a los 100 ppp; algunas pantallas gráficas alcanzan hasta 150 ppp, pero a costa del brillo, de manera que si se requiere un alto contraste, la resolución será menor. En comparación con la resolución de un documento impreso (entre 300 y 600 ppp en el caso de las impresoras láser), la calidad de una PVD es inferior (una imagen con 300 ppp tiene 9 veces más elementos en el mismo espacio que otra con 100 ppp).

Direccionamiento. El direccionamiento describe el número de puntos individuales que el dispositivo es capaz de especificar en el campo. El direccionamiento, que con frecuencia se confunde con la resolución (a veces deliberadamente), es una especificación de los dispositivos: "800 x 600" significa que la tarjeta gráfica puede direccionar 800 puntos por cada una de las 600 líneas horizontales. Puesto que son necesarios al menos 15 elementos en sentido vertical para escribir números, letras y otros caracteres con rasgos ascendentes y descendentes, esta pantalla mostraría un máximo de 40 líneas de texto. En la actualidad, las mejores pantallas pueden direccionar 1.600 x 1.200 puntos; sin embargo, la mayoría de las pantallas utilizadas en la Industria direccionan 800 x 600 puntos e incluso menos.

Figura 52.5 • Aspecto de una letra con distintas resoluciones de pantalla, y a la derecha, tal como aparece en papel.



En las pantallas "orientadas hacia caracteres", el direccionamiento no se hace mediante los puntos de la pantalla, sino a través de la llamada matriz de caracteres. La mayor parte de los dispositivos de este tipo cuentan con 25 líneas por pantalla, con 80 posiciones de caracteres en cada una de las líneas. En este tipo de pantallas, cada símbolo ocupa el mismo espacio, independientemente de su ancho. En la industria, el número más bajo de píxeles en la matriz es de 5 de ancho por 7 de alto. Esta matriz permite representar tanto mayúsculas como minúsculas, pero no muestran los rasgos descendentes de la "p", "q" y "g" ni los rasgos ascendentes de las mayúsculas: "Ä" o "Å". La matriz de 7 x 9, que ha sido "norma" desde mediados del decenio de 1980, proporciona una calidad considerablemente mejor. Para conseguir una buena legibilidad y una forma razonablemente buena de los caracteres, el tamaño de la matriz de caracteres debe ser de al menos 12 x 16.

Parpadeo y frecuencia de regeneración. Las imágenes de las PVD de TRC y de otro tipo no son imágenes persistentes, a diferencia de las imágenes impresas. La apariencia de estabilidad se logra gracias a un mecanismo del ojo. En cualquier caso, esto no se logra sin molestias, ya que la imagen tiende a parpadear si no se regenera constantemente. El parpadeo puede afectar al rendimiento tanto como al confort del usuario y debería evitarse siempre.

El parpadeo es la percepción de la variación del brillo en el tiempo. La intensidad del parpadeo depende de varios factores, tales como las características del fósforo, el tamaño y brillo de la imagen parpadeante, etc. Estudios recientes muestran que se necesita una frecuencia de regeneración superior a 90 Hz para satisfacer al 99 % de los usuarios, mientras que en estudios anteriores, frecuencias de regeneración tan bajas como los 50 Hz se consideraban satisfactorias. Dependiendo de las diversas características de la pantalla, es posible lograr una imagen sin parpadeo con frecuencias de regeneración entre 70 Hz y 90 Hz; las pantallas con un fondo claro (polaridad positiva) requieren un mínimo de 80 Hz para no percibir el parpadeo.

Algunos dispositivos modernos ofrecen una frecuencia de regeneración ajustable; lamentablemente, las frecuencias de regeneración más elevadas están asociadas con una menor resolución o un menor direccionamiento. La capacidad de un dispositivo para mostrar imágenes de alta "resolución" con frecuencias de regeneración elevadas puede evaluarse por el ancho de banda de vídeo. En el caso de las pantallas de alta calidad, el ancho de banda máximo es superior a 150 MHz, mientras que algunos tipos de pantallas tienen menos de 40 MHz.

Para obtener una imagen sin parpadeo y una alta resolución en dispositivos con un ancho de banda menor, los fabricantes aplican un truco que deriva de los televisores comerciales: la exploración entrelazada. En este caso, las líneas de la imagen se regeneran en forma alternada, una sí y una no, con una frecuencia determinada. Aún así, el resultado no es satisfactorio

si las imágenes son estáticas, como texto y gráficos, y la velocidad de regeneración es inferior a 2×45 Hz. Por desgracia, el intento de eliminar el molesto efecto del parpadeo puede inducir otros efectos negativos.

Temblores de la imagen. El temblor es el resultado de la inestabilidad espacial de la imagen; se refiere a un elemento determinado de la imagen que no aparece en la misma posición en la pantalla después de cada proceso de regeneración. No se puede separar la percepción de temblor de la percepción de parpadeo.

Es posible que el temblor se deba a la propia PVD, aunque también puede ser inducido por otro tipo de equipo del lugar de trabajo, como una impresora u otras PVD o dispositivos que generen campos magnéticos.

Contraste. El contraste de brillo, la relación entre la luminancia de un objeto determinado y su fondo, es la característica fotométrica más importante para la comprensibilidad y legibilidad. Aunque la mayoría de las normas indican una relación mínima de 3:1 (caracteres brillantes sobre fondo oscuro) o 1:3 (caracteres oscuros sobre fondo brillante), el contraste óptimo es en realidad de aproximadamente 10:1, y los dispositivos de buena calidad alcanzan valores superiores incluso en entornos brillantes.

El contraste de las pantallas "activas" disminuye cuando aumenta la luz ambiente, mientras que las pantallas "pasivas" (como las LCD) pierden contraste en ambientes oscuros. Las pantallas pasivas con luz de fondo incorporada proporcionan una buena visibilidad en todos los ambientes en los que puede trabajar una persona.

Nitidez. La nitidez de una imagen es una característica bien conocida, aunque su definición no es muy precisa. De aquí que no exista un método universalmente reconocido para medir la nitidez como característica relevante para una buena legibilidad.

Características tipográficas

Legibilidad y comprensibilidad. La comprensibilidad se refiere a la capacidad de entender un texto como una serie de imágenes interconectadas, mientras que la legibilidad se refiere a la percepción de caracteres únicos o agrupados. Así, una buena legibilidad es, en general, un requisito previo para la comprensibilidad.

La legibilidad de un texto depende de varios factores, algunos de los cuales se han investigado exhaustivamente, mientras que otros igualmente importantes, como la forma de los caracteres, aún no han sido clasificados. Ello se debe en parte a que el ojo humano es un instrumento muy potente y los métodos de medición que se utilizan para el rendimiento y las frecuencias de error por lo general no son útiles para distinguir entre distintas fuentes. Así, hasta cierto punto, la tipografía sigue siendo un arte más que una ciencia.

Las fuentes y la comprensibilidad. Una fuente es una familia de caracteres diseñados, bien para proporcionar una comprensibilidad óptima en un medio determinado (como por ejemplo, papel, pantallas electrónicas o pantallas de proyección), bien para proporcionar algún tipo de calidad estética o ambos. A pesar de que el número de fuentes disponibles supera las 10.000, sólo unas cuantas, quizá algunas decenas, se consideran "comprensibles". Debido a que la legibilidad y la comprensibilidad de una fuente también dependen de la experiencia del lector (se piensa, por ejemplo, que algunas fuentes "legibles" se consideran como tales únicamente porque se han utilizado prácticamente sin cambios durante décadas o incluso siglos), una misma fuente puede resultar menos legible en una pantalla que en papel,

sencillamente porque los caracteres tienen un aspecto "nuevo". Con todo, ésta no es la causa principal de la mala legibilidad de las pantallas.

En general, el diseño de las fuentes está restringido por problemas tecnológicos. Algunas tecnologías imponen límites muy estrechos para el diseño de caracteres, por ejemplo, las pantallas de cristal líquido (LED) o de trama, con un número limitado de puntos por pantalla. Ni siquiera las mejores pantallas de TRC pueden competir en muchos casos con las impresiones en papel (Figura 52.5). En los últimos años, las investigaciones han demostrado que la velocidad y la precisión de la lectura en pantalla es aproximadamente un 30 % menor a la que se logra en papel; ahora bien, se desconoce aún si esto se debe a las características de la pantalla o a otros factores.

Características con efectos mensurables. Es posible medir los efectos de algunas características de las representaciones alfanuméricas, como por ejemplo, el tamaño aparente de los caracteres, la relación altura/ancho, la relación ancho del trazo/tamaño, o el espaciado entre líneas, palabras y caracteres.

El tamaño aparente de los caracteres se mide en minutos de arco y su valor óptimo es de 20' a 22'; esto se corresponde con una altura de 3 mm a 3,3 mm, en condiciones normales de visualización en oficinas. Un menor tamaño de los caracteres puede originar un mayor número de errores, tensión visual y también mayor tensión postural, debido a la restricción en la distancia de visión. Así, el texto no debería representarse con un tamaño aparente inferior a 16'.

No obstante, las representaciones gráficas pueden requerir un texto de menor tamaño. Para evitar errores, por una parte, y una carga visual excesiva para el usuario, por otra, las partes del texto que es necesario editar deberían mostrarse en un ventana separada para garantizar una buena comprensibilidad. Los caracteres con un tamaño aparente inferior a 12' no deberían mostrarse como texto legible, sino sustituirse por un bloque rectangular sombreado. Los buenos programas permiten al usuario seleccionar el tamaño real mínimo de los caracteres que se desea mostrar como caracteres alfanuméricos.

La relación óptima altura/ancho de los caracteres es de aproximadamente 1:0,8; la legibilidad disminuye notablemente si la relación es superior a 1:0,5. Para obtener una impresión con una buena legibilidad y también para las pantallas de TRC, la relación entre la altura de los caracteres y el grosor del trazo es de aproximadamente 10:1. Ahora bien, esto ha de considerarse sólo una regla general, ya que los caracteres legibles más estéticos suelen mostrar varios grosores de trazo (véase la Figura 52.5).

El espaciado óptimo entre líneas también es muy importante no sólo para la comprensibilidad, sino también para ahorrar espacio cuando es necesario mostrar una cantidad determinada de texto en un espacio limitado. El mejor ejemplo lo tenemos en los periódicos, en los que una gran cantidad de información es mostrada en una sola página, pero sin perder la comprensibilidad. El espaciado óptimo entre líneas es de aproximadamente un 20 % de la altura de los caracteres entre los rasgos descendentes de una línea y los ascendentes de la siguiente; esta distancia equivale aproximadamente al 100 % de la altura de los caracteres entre la base de una línea de texto y los trazos ascendentes de la siguiente. Si se reduce la longitud de la línea, también es posible reducir el espaciado entre las líneas sin perder comprensibilidad.

El espaciado entre los caracteres es invariable en las pantallas orientadas hacia caracteres, y ello reduce su comprensibilidad y su calidad estética en comparación con las pantallas con espacios variables. Es preferible un espaciado proporcional, que dependa de la forma y el ancho de los caracteres. Con todo, sólo en ciertas pantallas y cuando se usan programas específicos es

posible lograr una calidad tipográfica similar a la de las fuentes impresas bien diseñadas.

Iluminación ambiental

Problemas específicos de los puestos de trabajo con PVD

Durante los últimos 90 años de desarrollo industrial, las teorías sobre la iluminación de nuevos lugares de trabajo se han regido por la idea de que una mayor cantidad de luz mejora la visión, reduce el estrés y la fatiga, y aumenta el rendimiento. "Más luz", o más correctamente, "más luz solar", era el eslogan de la gente de Hamburgo, en Alemania, hace más de 60 años, cuando se lanzaron a la calle para pedir hogares mejores y más sanos. En algunos países, como Dinamarca o Alemania, los trabajadores tienen hoy derecho a pedir luz solar en sus lugares de trabajo. La introducción de la tecnología de la información y las primeras PVD en áreas de trabajo, fue probablemente el primer suceso que hizo que trabajadores y científicos comenzaran a quejarse de *demasiada luz* en las áreas de trabajo. La discusión se avivó por el hecho fácilmente detectable de que la mayoría de las PVD estaban equipadas con TRC, que tienen superficies curvas de cristal con una gran tendencia a mostrar reflejos. Tales dispositivos, a veces conocidos como "pantallas activas", que pierden contraste cuando aumenta el nivel de iluminación ambiental. Ahora bien, no es fácil rediseñar la iluminación para reducir los problemas visuales causados por estos efectos, ya que la mayoría de los usuarios también utilizan fuentes de información en papel, que por lo general requieren un mayor nivel de iluminación ambiental para una buena visibilidad.

El papel de la luz ambiente

La luz ambiente en las proximidades de los puestos de trabajo con PVD tiene dos fines distintos. Por una parte, ilumina el espacio y los materiales de trabajo como los documentos, los teléfonos, etc. (efecto primario) y por otra, ilumina la habitación, haciendo visible su forma y proporcionando a los usuarios la impresión de un entorno luminoso (efecto secundario). Puesto que la mayoría de las instalaciones de iluminación se diseñan siguiendo el concepto de una iluminación general, las mismas fuentes de luz se utilizan para ambos fines. El efecto primario, la iluminación de los objetos para hacerlos visibles o legibles, se hizo cuestionable cuando la gente comenzó a utilizar pantallas activas que no necesitan de la luz ambiente para ser visibles. Así, el beneficio de la luz ambiente se ha reducido a su efecto secundario en los casos en los que la PVD es la principal fuente de información.

La luz ambiente afecta negativamente la función de las PVD, tanto de las de TRC (pantallas activas) como de las de LCD (pantallas pasivas), de forma específica:

Pantallas de TRC:

- La superficie curva de cristal refleja los objetos brillantes del entorno, generando una especie de "perturbación" visual.
- Dependiendo de la intensidad de la iluminación ambiental, se reduce el contraste de los objetos que aparecen en la pantalla hasta el punto de interferir con su comprensibilidad o su legibilidad.
- Las imágenes de las pantallas de TRC en color sufren una doble degradación: en primer lugar, se reduce el contraste de brillo de todos los objetos mostrados, al igual que en una pantalla de TRC monocroma y en segundo lugar, se modifican los colores, de forma que el contraste de color también disminuye. Además, se reduce el número de colores que pueden distinguirse.

Pantallas de LCD y otros tipos de pantallas pasivas:

- Los reflejos en las pantallas LCD tienen menor importancia que en las de TRC, ya que estas pantallas tienen una superficie plana.
- A diferencia de las pantallas activas, las de LCD (sin luz de fondo) pierden contraste con bajos niveles de iluminación ambiental.
- Debido a las características de pobre direccionalidad de la tecnología de algunas pantallas, la visibilidad o legibilidad de los objetos mostrados se reduce de forma significativa si la dirección principal de la luz incidente no es favorable.

Es muy variable el grado en que este efecto produce estrés a los usuarios o reduce la visibilidad, comprensibilidad o legibilidad de los objetos visuales en los distintos ambientes de trabajo. Por ejemplo, el contraste de los caracteres alfanuméricos en las pantallas monocromas (TRC) se reduce, pero si la iluminación de la pantalla es diez veces superior a la de un ambiente de trabajo normal, muchas pantallas seguirán mostrando suficiente contraste para permitir la lectura de estos caracteres. En cambio, la visibilidad de las pantallas en color de los sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD) se reduce de forma importante, por lo que la mayoría de los usuarios prefieren atenuar la luz artificial o incluso apagarla y, además, evitar la entrada de luz solar al área de trabajo.

Posibles soluciones

Cambio en los niveles de iluminación. Desde 1974, se han realizado numerosos estudios que han dado origen a una serie de recomendaciones para reducir la iluminación de los lugares de trabajo. Se han basado principalmente en estudios con pantallas poco satisfactorias. Los niveles recomendados estaban entre 100 lux y 1.000 lux, y en general, se han propuesto niveles muy inferiores a las normas existentes para la iluminación de las oficinas (por ejemplo, 200 lux ó 300 a 500 lux).

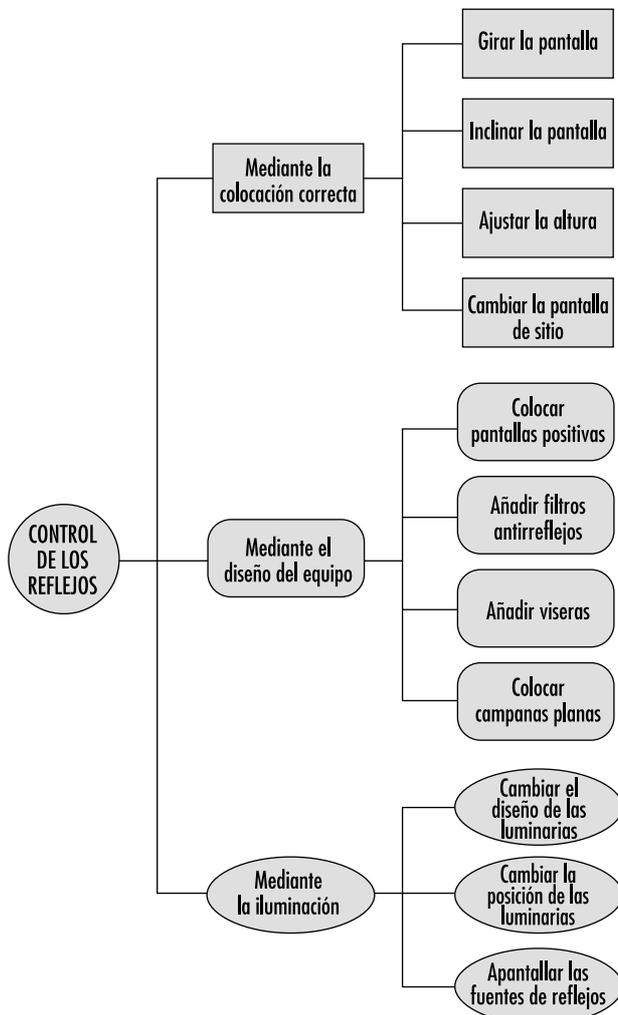
Cuando se utilizan pantallas de polaridad positivas con una luminancia de aproximadamente 100 cd/m² y algún tipo de tratamiento antirreflejo eficaz, el uso de las PVD no limita el nivel aceptable de iluminación y los usuarios aceptan niveles de hasta 1.500 lux, un valor poco frecuente en un área de trabajo.

Si las principales características de las PVD no permiten trabajar cómodamente con la iluminación normal de la oficina, como ocurre cuando se trabaja con tubos electrónicos memorizadores, lectores de microimágenes, pantallas en color, etc., es posible mejorar notablemente las condiciones visuales si se introduce una iluminación con dos componentes. El sistema es una combinación de iluminación indirecta de la sala (efecto secundario) y de iluminación directa de la tarea. Los usuarios deben poder controlar ambos componentes.

Control de los reflejos de la pantalla. Controlar los reflejos de la pantalla es una tarea difícil, ya que casi todas las soluciones que mejoran las condiciones visuales afectan otras características importantes de la pantalla. Algunas soluciones propuestas durante muchos años, como los filtros de malla, eliminan los reflejos pero reducen de forma importante la legibilidad de la pantalla. Las fuentes de luz de baja luminancia producen menos reflejos en las pantallas, pero los usuarios generalmente consideran que la calidad de la iluminación es peor que con cualquier otro tipo de iluminación.

Por lo anterior, es necesario aplicar todas estas soluciones (véase la Figura 52.6) con precaución, y sólo después de un análisis de las causas reales de las molestias o problemas. Las tres formas posibles de controlar el reflejo en las pantallas son: la selección de la posición correcta de la pantalla con relación a las

Figura 52.6 • Estrategias para reducir los reflejos en las pantallas.



fuentes de reflejos; la selección del equipo adecuado o la adición de elementos al mismo; el uso de la iluminación. El coste de estas medidas es similar: no cuesta casi nada colocar las pantallas de forma que se eliminen los reflejos. No obstante, no siempre es posible; de manera que, en algunos ambientes de trabajo habrá que utilizar medidas relativas con el equipo, aunque sean más costosas. Los especialistas en iluminación suelen recomendar el control de los reflejos mediante el control de la iluminación; sin embargo, éste es el método más caro y no necesariamente el más eficaz para reducir los reflejos.

La medida más prometedora que existe actualmente es la introducción de las pantallas de polaridad positiva (pantallas con un fondo brillante) que incluyen un tratamiento antirreflejo adicional en la superficie de vidrio. Una solución aún mejor será la introducción de pantallas planas con una superficie prácticamente mate y un fondo brillante, aunque aún no están disponibles para el uso general.

Añadir viseras a las pantallas es el *último recurso* de los ergonomos en ambientes de trabajo difíciles como las áreas de producción, las torres de control de los aeropuertos, las cabinas de los operadores de grúas, etc. Si el uso de viseras fuera

realmente necesario, es probable que haya problemas más importantes con la iluminación que los meramente debidos a reflejos en las pantallas de visualización.

El cambio del diseño de las luminarias se logra principalmente de dos formas: una consiste en reducir la luminancia (el brillo aparente) de partes de las fuentes de luz (la llamada "iluminación para PVD") y la otra, en introducir luz indirecta en lugar de luz directa. Los resultados de los últimos estudios muestran que la introducción de luz indirecta proporciona una mejora importante para los usuarios, reduce la carga visual y es bien aceptada por los usuarios.

PROBLEMAS OCULARES Y VISUALES

Paule Rey y Jean-Jacques Meyer

Existen numerosos estudios dedicados a las molestias visuales de los trabajadores que utilizan pantallas de visualización de datos (PVD), muchos de los cuales muestran resultados contradictorios. Existen discrepancias entre los estudios en relación con la prevalencia de los trastornos, que varía desde prácticamente 0 % hasta el 80 % o más (Dainoff 1982). No nos deben sorprender estas diferencias, ya que reflejan el gran número de variables que influyen en el grado de molestia o discapacidad del ojo.

Un estudio epidemiológico adecuado de las molestias visuales debería tener en cuenta las distintas variables de la población, como el sexo, la edad, las deficiencias de visión o el uso de gafas, así como el nivel socioeconómico. La naturaleza del trabajo que se desarrollará con la PVD y las características del diseño del puesto de trabajo y de la organización del trabajo también son importantes y muchas de estas variables están interrelacionadas.

Con frecuencia se han utilizado cuestionarios para evaluar las molestias visuales de los operadores de PVD. En estos casos, la prevalencia de las molestias visuales varía en función del contenido de los cuestionarios y de su análisis estadístico. Las preguntas adecuadas para este tipo de estudios refieren el grado de los síntomas de astenopía que presentan los operadores de PVD. Estos síntomas son bien conocidos e incluyen picor, enrojecimiento, escozor y lagrimeo. Están relacionados con la fatiga de la función de acomodación del ojo. En ocasiones, van acompañados de cefaleas, con el dolor localizado en la región frontal de la cabeza. También pueden ocurrir alteraciones de la función visual, con síntomas tales como visión doble o disminución de la capacidad de acomodación. La agudeza visual, con todo, no suele verse afectada, siempre que la medición se realice con un tamaño constante de la pupila.

Si el cuestionario incluye preguntas generales del tipo: "¿Se siente bien al final de la jornada laboral?" o "¿Ha tenido alguna vez problemas visuales al trabajar con PVD?", la prevalencia de respuestas positivas es mayor que cuando se evalúan síntomas únicos relacionados con la astenopía.

Hay otros síntomas muy asociados a la astenopía. Con frecuencia se describe dolor en el cuello, hombros y brazos. Existen dos motivos principales por los que estos síntomas se presentan junto a los síntomas oculares. Los músculos del cuello participan en mantener una distancia estable entre los ojos y la pantalla cuando se trabaja con PVD, y este trabajo tiene dos componentes principales: la pantalla y el teclado, lo que significa que los hombros, los brazos y los ojos están trabajando al mismo tiempo y por lo tanto, están sujetos a tensiones similares relacionadas con el trabajo.

VARIABLES DEL USUARIO RELACIONADAS CON EL CONFORT VISUAL

Sexo y edad

En la mayoría de las encuestas, las mujeres describen un mayor grado de molestias visuales que los varones. En un estudio realizado en Francia, por ejemplo, el 35,6 % de las mujeres se quejaron de molestias visuales, frente al 21,8 % de los varones (nivel de significación estadística $p \leq 0,5$) (Dorard 1988). En otro estudio (Sjödren y Elfstrom 1990), se observó que aunque la diferencia en el grado de molestias entre las mujeres (41 %) y los hombres (24 %) era importante, era "más pronunciada para las personas que trabajaban entre 5 y 8 horas al día que para las que trabajaban de 1 a 4 horas". Tales diferencias no están necesariamente relacionadas con el sexo, ya que las mujeres y los hombres no suelen realizar el mismo tipo de tareas. Por ejemplo, en una planta informática estudiada, cuando tanto las mujeres como los hombres se dedicaban a una tarea tradicionalmente "femenina", ambos sexos presentaban la misma cantidad de molestias visuales. Por otra parte, cuando las mujeres realizaban tareas tradicionalmente "masculinas", no mostraban más molestias que los varones. En general, independientemente del sexo, el número de trastornos visuales entre los trabajadores cualificados que utilizan PVD para su trabajo es mucho menor que entre los trabajadores menos cualificados que realizan tareas más agotadoras, como la introducción de datos o el tratamiento de textos (Rey y Bousquet 1989). Algunos de estos datos se muestran en la Tabla 52.3.

La mayor proporción de molestias visuales se encuentra generalmente en el grupo de edad de 40 a 50 años, probablemente debido a que en esta etapa los cambios en la capacidad de acomodación de los ojos ocurren rápidamente. Aunque se ha observado que los operadores de mayor edad presentan más molestias visuales que los más jóvenes y, como consecuencia, la presbiopía (deficiencias de visión debidas al envejecimiento) suele citarse como el trastorno visual más importante asociado con la incomodidad visual en los puestos de trabajo con PVD, también es importante considerar que existe una fuerte asociación entre la adquisición de habilidades en el uso de las PVD y la edad. Generalmente hoy una mayor proporción de mujeres de más edad entre las operadoras de PVD poco cualificadas, y los varones jóvenes son, a menudo, más empleados en puestos más especializados. Es por esto que, antes de hacer una generalización sobre la edad y los problemas visuales asociados con el uso de las PVD, sería necesario corregir las cifras considerando la naturaleza del trabajo realizado con la PVD y el nivel de habilidad necesarios.

Defectos visuales y lentes correctoras

En general, aproximadamente la mitad de los operadores de PVD muestran algún tipo de deficiencia visual y muchas de estas personas utilizan lentes correctoras de algún tipo. Las

poblaciones de usuarios de PVD no difiere de la población de trabajadores en lo que se refiere a defectos oculares y uso de lentes correctoras. Por ejemplo, en un estudio (Rubino 1990) realizado con operadores de PVD italianos se observó que aproximadamente el 46 % tenía una visión normal y un 38 % presentaba miopía, lo que coincide con las cifras observadas entre los operadores de PVD suizos o franceses (Meyer y Bousquet 1990). La estimación de la prevalencia de los defectos oculares variará dependiendo de la técnica de valoración utilizada (Çakir 1981).

La mayoría de los expertos creen que la presbiopía, per se, no tiene un efecto significativo sobre la incidencia de astenopía (cansancio ocular persistente). Es más bien el uso de lentes inadecuadas lo que parece inducir con mayor frecuencia la fatiga y las molestias oculares. Existen ciertas discrepancias sobre el efecto de la miopía en las personas jóvenes. Rubino no observó ningún efecto, mientras que, según Meyer y Bousquet (1990), los operadores miopes se quejan en seguida de tener sus gafas escasamente corregidas para la distancia entre los ojos y la pantalla (generalmente unos 70 cm). Rubino ha propuesto que tal vez las personas que padecen deficiencias en la coordinación ocular sean más susceptibles a los trastornos visuales relacionados con el uso de las PVD.

Una observación importante realizada en un estudio francés, en el que un grupo de oftalmólogos examinó a 275 operadores de PVD y a 65 controles, fue que el 32 % de las personas examinadas podían mejorar su visión con una buena corrección. En este estudio, el 68 % de los participantes tenía una visión normal, el 24 % presentaba miopía y el 8 % hipermetropía (Boissin y cols. 1991). Así, a pesar de que los países industrializados se encuentran por lo general bien equipados para proporcionar un cuidado visual excelente, la corrección ocular se descuida completamente o resulta inadecuada para las personas que trabajan con PVD. Un resultado interesante de este estudio fue que se detectó un mayor número de casos de conjuntivitis en los operadores de PVD (48 %) que en los controles. Puesto que la conjuntivitis se correlaciona con las deficiencias visuales, se confirma que es necesaria una mejor corrección ocular.

Factores físicos y organizativos relacionados con el confort visual

Es evidente que para poder evaluar, corregir y prevenir las molestias visuales en el trabajo con PVD, es esencial adoptar un modelo que considere los distintos factores mencionados anteriormente y en otras secciones de este capítulo. La fatiga y las molestias oculares pueden ser el resultado de las dificultades fisiológicas individuales para una acomodación y convergencia normales de los ojos, debidos a conjuntivitis o al uso de gafas mal corregidas para la distancia. Es posible que las molestias visuales estén relacionadas con el propio puesto de trabajo o con factores de la organización del trabajo, como la monotonía o el tiempo dedicado al trabajo, ya sea ininterrumpidamente o con pausas. Una iluminación inadecuada, los reflejos en la pantalla, el parpadeo de la imagen o una luminancia excesiva de los caracteres pueden también aumentar el riesgo de molestias oculares. En la Figura 52.7 se ilustran algunos de estos aspectos.

Muchas de las características adecuadas del diseño del puesto de trabajo se describen más detalladamente en la primera parte de este capítulo.

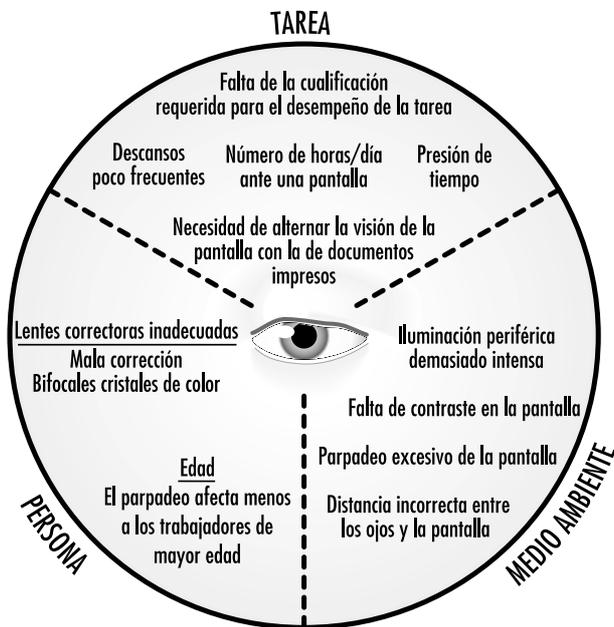
La distancia óptima para el confort visual, que al mismo tiempo deja suficiente espacio para el teclado, parece ser de unos 65 cm. Ahora bien, en opinión de muchos expertos, como Akabri y Konz (1991), idealmente "sería mejor determinar el enfoque en la oscuridad individual, así los puestos de trabajo podrían ajustarse a individuos concretos en lugar de a la media de la población". En cuanto al tamaño de los caracteres, una regla general válida es "cuanto más grandes mejor".

Tabla 52.3 • Prevalencia de los síntomas oculares en 196 operadores de PVD, clasificados en cuatro categorías.

| Categorías | Porcentaje de síntomas (%) |
|--------------------------------|----------------------------|
| Mujeres en tareas "femeninas" | 81 |
| Varones en tareas "femeninas" | 75 |
| Varones en tareas "masculinas" | 68 |
| Mujeres en tareas "masculinas" | 65 |

Fuente: Dorard 1988 y Rey y Bousquet 1989.

Figura 52.7 • Factores que aumentan el riesgo de fatiga del ojo en los trabajadores que utilizan PVD.



Generalmente, el tamaño de las letras aumenta al aumentar el tamaño de la pantalla y siempre es preciso llegar a un compromiso entre la comprensibilidad de las letras y el número de palabras y frases que pueden mostrarse en la pantalla al tiempo. Debería seleccionarse la propia PVD de acuerdo con los requisitos e intentar maximizar la comodidad del usuario.

Al diseño del puesto de trabajo y de la propia PVD se añade la necesidad de descanso de los ojos, fundamental en los trabajos menos cualificados, en los que la libertad para "moverse" es generalmente muy inferior a la de los trabajadores cualificados. Las tareas de entrada de datos y otras actividades del mismo tipo se realizan generalmente bajo una presión de tiempo y en ocasiones, incluso bajo control electrónico, que mide la productividad del operador de forma muy precisa. En otros trabajos interactivos con PVD, que conllevan el uso de bases de datos, los operadores se ven obligados a esperar la respuesta del ordenador y por lo tanto, a permanecer en su sitio.

Parpadeo y molestias oculares

El parpadeo es el cambio en el brillo de los caracteres de la pantalla en el tiempo y se describe detalladamente en la sección anterior. Cuando los caracteres no se regeneran con suficiente frecuencia, algunos operadores son capaces de percibir el parpadeo. Los trabajadores más jóvenes resultan más afectados puesto que su frecuencia de fusión del parpadeo es más alta que la de las personas de mayor edad (Grandjean 1987). La frecuencia del parpadeo aumenta al aumentar el brillo y este es uno de los motivos por los que muchos operadores de PVD no utilizan habitualmente todo el rango de brillo disponible de la pantalla. En general, una PVD con una frecuencia de regeneración de al menos 70 Hz se "ajusta" a las necesidades visuales de gran parte de los operadores de PVD.

La sensibilidad de los ojos al parpadeo aumenta con el incremento del brillo y del contraste entre el área fluctuante y el

entorno. El tamaño del área fluctuante también afecta a la sensibilidad debido a que cuanto mayor sea el área a visualizar, mayor será el área de la retina que es estimulada. El ángulo con el que incide la luz del área fluctuante sobre el ojo y la amplitud de la modulación del área fluctuante también son variables importantes.

Cuanto mayor sea el usuario de la PVD, menos sensible serán los ojos, ya que con la edad disminuye la transparencia del cristalino y la excitabilidad de la retina. Lo mismo sucede en el caso de personas enfermas. Hallazgos de laboratorio como estos han ayudado a entender las observaciones realizadas en campo. Por ejemplo, se ha observado que el parpadeo de la pantalla molesta a los operadores cuando necesitan leer documentos impresos (Isensee y Bennett, citado en Grandjean 1987), y que la combinación de la fluctuación de la pantalla y de la luz fluorescente resulta particularmente molesta.

Iluminación

Los ojos funcionan mejor cuando el contraste entre el objetivo a visualizar y el fondo es máximo, como por ejemplo, letras negras sobre papel blanco. La eficiencia aumenta aún más cuando el borde exterior del campo visual está expuesto a niveles de brillo ligeramente menores. Por desgracia, en el caso de las PVD la situación es precisamente la inversa y este es uno de los motivos por los que muchos operadores de PVD intentan protegerse los ojos contra el exceso de luz.

Un contraste inadecuado del brillo y los reflejos molestos producidos por la luz fluorescente, por ejemplo, pueden producir, trastornos visuales en los operadores de PVD. En un estudio, el 40 % de 409 operadores de PVD se quejaron de este tipo de trastornos (Läubli y cols. 1989).

Con el fin de minimizar los problemas debidos a la iluminación, al igual que en el caso de la distancia de visión, la flexibilidad es importante. Debería ser posible adaptar las fuentes de luz a la sensibilidad visual de los individuos. Los lugares de trabajo deberían ofrecer a los individuos la oportunidad de ajustar su iluminación.

Características del trabajo

Los trabajos que se realizan bajo presión de tiempo, especialmente si son poco cualificados y monótonos, van acompañados por una sensación de fatiga general que, a su vez, puede originar quejas de molestias visuales. En el laboratorio del autor, se observó que las molestias visuales aumentaban en función del número de cambios de acomodación que los ojos necesitaban realizar para el desempeño de la tarea. Esto era más frecuente en las tareas de entrada de datos o tratamiento de textos que en las tareas que involucraban un diálogo con el ordenador. Las tareas sedentarias que son y proporcionan pocas oportunidades para el desplazamiento también proporcionan menos oportunidades para la recuperación muscular y aumentan, por lo tanto, las molestias visuales.

Organización del trabajo

Las molestias oculares son sólo un aspecto de los problemas físicos y mentales asociados con muchos trabajos, como se describe más detalladamente en otras secciones de este capítulo. No es sorprendente, por lo tanto, encontrar una correlación elevada entre el nivel de molestias oculares y la satisfacción con el trabajo. Aunque el trabajo nocturno no es habitual en el trabajo de oficina, sus efectos sobre las molestias visuales en el trabajo con PVD podrían ser inesperados. A pesar de que existen pocos datos disponibles para confirmarlo, esto puede deberse, por una parte, a que durante el turno de noche la capacidad visual podría ser ligeramente menor y por lo tanto, podría ser más vulnerable a los efectos de la PVD, mientras que por otra parte, la iluminación

del ambiente puede ajustarse más fácilmente sin la interferencia de la luz natural, siempre que se eliminen los reflejos de las lámparas fluorescentes sobre las ventanas oscuras.

Las personas que utilizan PVD para trabajar en casa deberían asegurarse de que cuentan con el equipo y las condiciones de iluminación adecuadas para evitar los factores adversos del medio ambiente que se encuentran en muchos de los lugares de trabajo convencionales.

Vigilancia médica

No se ha identificado ningún agente particularmente peligroso, que suponga un riesgo para la visión. La astenopia entre los operadores de PVD parece ser más bien un fenómeno agudo, aunque se piensa que puede existir una tensión persistente de la acomodación. A diferencia de muchas enfermedades crónicas, el trabajador percibe muy pronto una mala adaptación al trabajo con una PVD, y esto hace que pueda buscar ayuda médica mucho antes que los trabajadores en otras situaciones laborales. Como resultado de estas consultas, con frecuencia se prescriben gafas, pero lamentablemente, éstas no siempre están bien adaptadas a las necesidades del lugar de trabajo aquí descritas. Es indispensable que los médicos tengan la formación específica para tratar a personas que trabajan con PVD. En el Swiss Federal Institute of Technology de Zurich, por ejemplo, se ha creado un curso especial exclusivamente con este fin.

En el caso de los trabajadores que utilizan PVD, deben tenerse en cuenta los siguientes factores. A diferencia del trabajo tradicional de oficina, la distancia entre los ojos y el objetivo a visualizar, la pantalla, es habitualmente de 50 a 70 cm y no puede modificarse. Así, sería necesario prescribir las lentes teniendo en cuenta esta distancia de visión fija. Las lentes bifocales no son apropiadas porque requieren una extensión dolorosa del cuello para que el usuario pueda leer la pantalla. Las lentes multifocales son mejores, pero dado que limitan los movimientos oculares rápidos, pueden dar lugar a más movimientos de cabeza produciendo una tensión añadida.

La corrección ocular debería ser lo más precisa posible, teniendo en cuenta los menores defectos visuales (como el astigmatismo), así como la distancia de visión a la PVD. No deberían prescribirse cristales de color, que reducen el nivel de iluminación en el centro del campo visual. Las gafas parcialmente coloridas no son útiles, ya que en el lugar de trabajo, los ojos siempre se mueven en todas direcciones. El ofrecer unas gafas especiales a los empleados, desde luego, no significa que dejen de atenderse otras molestias visuales, ya que podrían reflejar deficiencias en el diseño ergonómico del puesto y del equipo de trabajo.

Por último, es necesario mencionar que los operadores que sienten más molestias son quienes necesitan mayores niveles de iluminación para realizar un trabajo detallado y, al mismo tiempo, quienes tienen una mayor sensibilidad a los reflejos. Los operadores con la vista corregida tenderán a aproximarse más a la pantalla para ver mejor y, por lo tanto, estarán más expuestos al parpadeo.

La exploración selectiva y la prevención secundaria

Los principios habituales de la prevención secundaria en salud pública son aplicables al ambiente de trabajo. La exploración selectiva debería estar dirigida hacia los riesgos conocidos y resulta más útil para las enfermedades con períodos de latencia prolongados. La exploración debería realizarse antes de que exista ningún indicio de la enfermedad a prevenir y sólo son útiles los ensayos con alta sensibilidad, alta especificidad y alto poder predictivo. Los resultados de la exploración selectiva pueden utilizarse para evaluar el grado de exposición tanto de los individuos como de los grupos.

Puesto que, en el trabajo con PVD, no se han identificado efectos adversos graves sobre los ojos y no se ha detectado un nivel peligroso de radiaciones asociado con los problemas visuales, se ha acordado que no existen indicios de que el trabajo con PVD "cause enfermedad o lesión ocular" (OMS 1987). La fatiga y las molestias oculares descritas entre los operadores de PVD no forman parte del tipo de efectos sobre la salud que constituyen la base de la vigilancia médica en un programa de prevención secundaria.

Con todo, en la mayoría de los países miembros de la Organización Internacional del Trabajo, son comunes los reconocimientos médicos y visuales a los operadores de PVD previos al empleo, un requisito que apoyan tanto los sindicatos como los empresarios (OIT 1986). En muchos países europeos (entre ellos Francia, los Países Bajos y el Reino Unido), la vigilancia médica de los operadores de PVD, incluidas las pruebas oculares, se han instituido a raíz de la publicación de la Directiva 90/270/CEE sobre el trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Si se desea establecer un programa para la vigilancia médica de los operadores de PVD, es necesario considerar los siguientes aspectos para decidir el contenido del programa de exploración selectiva y los procedimientos de análisis adecuados:

- ¿Qué se pretende con la vigilancia y cómo deben interpretarse los resultados?
- ¿Necesitan la vigilancia todos los operadores de PVD?
- ¿Existe algún efecto ocular que se considere apropiado para un programa de prevención secundaria?

La mayor parte de las pruebas de exploración visual de rutina, al alcance de los médicos del trabajo, tienen una baja sensibilidad y un bajo poder predictivo para las molestias oculares asociadas con el trabajo con PVD (Rey y Bousquet 1990). Las tablas de Snellen para pruebas visuales son especialmente inadecuadas para medir la agudeza visual de los operadores de PVD y para predecir sus molestias oculares. En estas tablas, los objetivos a visualizar son letras oscuras y precisas en un fondo claro y bien iluminado, que no se parece en nada a las condiciones de visión típicas de las PVD. De hecho, debido a falta de métodos adecuados, los autores han desarrollado un procedimiento de análisis (el dispositivo C45) que simula la lectura y las condiciones de iluminación de un puesto de trabajo con una PVD. Lamentablemente, por el momento esto no es más que un dispositivo de laboratorio. Es importante reconocer, sin embargo, que la exploración no sustituye a un buen diseño del puesto de trabajo y a una buena organización del trabajo.

Estrategias ergonómicas para reducir las molestias visuales

A pesar de que no se ha demostrado que la exploración ocular y las visitas sistemáticas al especialista sean eficaces para reducir la sintomatología visual, se han incorporado en muchos programas de salud laboral para trabajadores que utilizan PVD. Una estrategia con una mejor relación coste-eficacia podría incluir un análisis ergonómico intensivo tanto del trabajo como del lugar de trabajo. Los trabajadores con enfermedades oculares conocidas deberían evitar el trabajo intensivo con PVD tanto como sea posible. La mala corrección de la visión es otra causa potencial de las quejas de los operadores y debe investigarse en tal caso de que ocurran. Las mejoras ergonómicas del lugar de trabajo podrían incluir estrategias para proporcionar un menor ángulo de lectura, con el fin de evitar la disminución de la frecuencia del parpadeo y la extensión del cuello, así como proporcionar la oportunidad de descansar y desplazarse por el área de trabajo. Los nuevos dispositivos, con teclados independientes, permiten ajustar las distancias. También se puede hacer que las PVD sean desplazables, por

ejemplo, colocándolas en un brazo móvil. De esta forma se podría reducir la tensión ocular al permitir cambios en la distancia de visión para ajustarla a las correcciones oculares. Con frecuencia, las medidas adoptadas para reducir el dolor muscular de los brazos, hombros y espalda permiten al ergónomo reducir al mismo tiempo la tensión visual. Además del diseño del equipo, la calidad del aire puede afectar a los ojos. Un ambiente seco puede producir sequedad ocular, por lo que es necesaria una humidificación adecuada.

En general, deben tenerse en cuenta las siguientes variables físicas:

- la distancia entre la pantalla y los ojos;
- el ángulo de lectura, que determina la posición de la cabeza y del cuello;
- la distancia a las paredes y ventanas;
- la calidad de los documentos impresos (con frecuencia muy mala);
- la luminancia de la pantalla y del entorno (para la luz natural y artificial);
- los efectos de parpadeo;
- las fuentes de reflejos y deslumbramientos,
- el nivel de humedad.

Entre las variables de la organización que deben tenerse en cuenta para mejorar las condiciones visuales de trabajo están:

- el contenido de la tarea y el nivel de responsabilidad;
- los horarios de trabajo, el trabajo nocturno y la duración del trabajo;
- la libertad para "desplazarse",
- los trabajos a tiempo parcial o tiempo completo, etcétera.

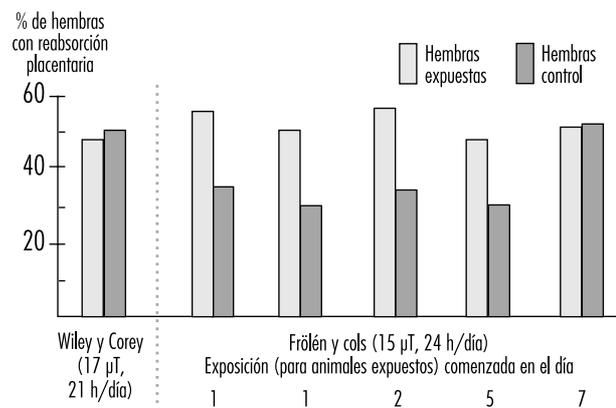
● RIESGOS PARA LA REPRODUCCION: DATOS EXPERIMENTALES

Ulf Bergqvist

El objetivo de los estudios experimentales con modelos animales que se describen aquí es, en parte, responder a la pregunta de si la exposición a campos magnéticos de extremadamente baja frecuencia (EBF), a niveles similares a los detectados en puestos de trabajo con PVD, puede afectar a la función reproductora de los animales de forma que pueda significar un riesgo para la salud humana.

Los estudios que se consideran aquí se limitan a los estudios *in vivo* (es decir, realizados en animales vivos) de la reproducción en mamíferos expuestos a campos magnéticos de muy baja frecuencia (MBF), utilizando frecuencias apropiadas, y excluyendo, por lo tanto, los estudios sobre los efectos biológicos de los campos magnéticos MBF o EBF en general. Tales estudios en animales de experimentación no lograron demostrar de forma inequívoca que los campos magnéticos, como los que se encuentran en las proximidades de una PVD, afecten la reproducción. Además, como puede verse si se consideran los datos de los estudios experimentales descritos a continuación, los datos obtenidos en animales no proporcionan una información clara sobre los posibles mecanismos de los efectos por el uso de PVD en la reproducción humana. Estos datos complementan la relativa ausencia de indicios de un efecto mensurable del uso de las PVD en los estudios reproductores en poblaciones humanas.

Figura 52.8 • Porcentaje de ratones hembras con reabsorciones placentarias en relación con la exposición.



En el estudio de Wiley y Corey (1992), la exposición comenzó en el día 1; en el de Frólén y Svedenstål (1993), comenzó el día 1 en dos series experimentales, y en días variables en las tres series siguientes.

Estudios sobre los efectos en la reproducción de los campos magnéticos MBF en roedores

En cinco estudios teratológicos, tres con ratones y dos con ratas, se utilizaron campos magnéticos MBF similares a los que se detectan en las proximidades de las PVD. Los resultados de estos estudios se resumen en la Tabla 52.4. Sólo uno de los estudios (Tribukait y Cekan 1987) mostró un mayor número de fetos con malformaciones externas. Stuchly y cols. (1988) y Huuskonen, y Juutilainen y Komulainen (1993) describieron un aumento significativo en el número de fetos con malformaciones esqueléticas, pero sólo cuando el análisis se basó en el feto como una unidad. El estudio de Wiley y Corey (1992) no mostró ningún efecto de la exposición al campo magnético sobre la reabsorción placentaria ni otras consecuencias sobre la gestación. Las reabsorciones placentarias fueron equivalentes, en términos generales, a los abortos espontáneos en humanos. Por último, Frólén y Svedenstål (1993) realizaron una serie de cinco experimentos. En cada experimento, la exposición se producía en un día distinto. Entre los primeros cuatro subgrupos experimentales (día de inicio 1– día de inicio 5), se observaron aumentos significativos en el número de reabsorciones placentarias entre las hembras expuestas. Ahora bien, no se observaron estos efectos en el experimento en el que la exposición comenzó el día 7, como se muestra en la Figura 52.8.

Las interpretaciones que los investigadores hacen de sus resultados son: Stuchly y colaboradores han señalado que las anomalías observadas no son inusuales y han atribuido sus resultados a la "variación habitual intrínseca a cualquier evaluación teratológica". Huuskonen y cols., cuyos resultados fueron similares a los de Stuchly y cols., fueron menos negativos en su valoración y consideraron que sus resultados podrían indicar un efecto real, aunque también señalaron que las anomalías eran "sutiles y probablemente no afectarían el desarrollo posterior de los fetos". En la discusión de sus resultados, en los que se observaron efectos en las primeras fases de la exposición, pero en las posteriores, Frólén y Svedenstål sugieren que los efectos observados podrían estar relacionados con efectos precoces sobre la reproducción, antes de la implantación en el útero del óvulo fecundado.

Además de los efectos sobre la reproducción, en el estudio de Stuchly y cols. se observó una disminución de las células rojas y

Tabla 52.4 • Estudios teratológicos con ratas o ratones expuestos a campos magnéticos en dientes de sierra de 18-20 kHz.

| Estudio | Sujetos ^a | Exposición al campo magnético | | | Resultados ^d |
|--|---|-------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| | | Frecuencia | Amplitud ^b | Duración ^c | |
| Tribukait y Cekan (1987) | 76 camadas de ratones (C3H) | 20 kHz | 1 μ T, 15 μ T | Expuestos en el día 14 de la gestación | Aumento significativo de las malformaciones externas; <i>sólo si se utiliza el feto como unidad de observación y sólo durante la primera mitad del experimento</i> ; sin diferencias en la reabsorción o en las muertes fetales. |
| Stuchly y cols. (1988) | 20 camadas de ratas (SD) | 18 kHz | 5,7 μ T, 23 μ T, 66 μ T | Exposición durante toda la gestación | Aumento significativo de las malformaciones esqueléticas menores; <i>sólo si se utiliza el feto como unidad de observación</i> ; ligera disminución en la concentración de células sanguíneas; sin diferencias en la reabsorción ni en otro tipo de malformaciones |
| Wiley y Corey (1992) | 144 camadas de ratones (CD-1) | 20 kHz | 3,6 μ T, 17 μ T, 200 μ T | Exposición durante toda la gestación | Sin diferencias en ninguno de los resultados (malformaciones, reabsorción, etc.). |
| Frölén y Svedenstål (1993) | 707 camadas de ratones (CBA/S) en total | 20 kHz | 15 μ T | Comenzando en distintos días de gestación en los diferentes subexperimentos | Aumento significativo en la reabsorción; <i>sólo si la exposición se inicia del día 1 al 5</i> ; sin diferencias en cuanto a las malformaciones |
| Huuskonen, Juutilainen y Komulainen (1993) | 72 camadas de ratas (Wistar) | 20 kHz | 15 μ T | Exposición en el día 12 de la gestación | Aumento significativo de las malformaciones esqueléticas menores; <i>sólo si se utiliza el feto como unidad de observación</i> ; sin diferencias en la reabsorción ni en otro tipo de malformaciones. |

^a Número total de camadas en la categoría de máxima exposición.

^b Amplitud de pico a pico.

^c La exposición varió entre 7 y 24 horas/día en los distintos experimentos.

^d Por 'diferencias' se entienden las comparaciones estadísticas entre los animales expuestos y los no expuestos; por 'aumento', la comparación entre el grupo con mayor exposición y el grupo no expuesto.

blancas de la sangre en el grupo con un nivel de exposición mayor (en otros estudios no se realizaron recuentos de células sanguíneas). Aunque los autores, sugerían que podría ser indicio de un efecto leve de los campos magnéticos, también señalaban que las variaciones en el recuento de células sanguíneas estaban "dentro de los límites normales". La falta de datos histológicos y la ausencia de efectos sobre las células de la médula ósea hacen que sea difícil evaluar estos resultados.

Interpretación y comparación de los estudios

Pocos de los resultados aquí descritos son coherentes entre sí. Como señalan Frölén y Svedenstål, "no es posible dar conclusiones cualitativas con respecto a los efectos correspondientes en los seres humanos y en los animales de experimentación". Examinemos algunos de los argumentos que pudieron llevarles a esta conclusión.

Los resultados obtenidos por Tribukait no se consideraron concluyentes, en general, por dos razones. En primer lugar, sólo se obtuvieron efectos positivos cuando se utilizó el feto como unidad de observación para el análisis estadístico, mientras que los propios datos realmente indicaron un efecto específico en la camada. En segundo lugar, existe una discrepancia en este estudio entre los resultados de la primera y la segunda parte, lo que implica que los resultados positivos pueden ser el resultado de variaciones aleatorias o factores no controlados en el experimento.

Los estudios epidemiológicos en los que se han investigado malformaciones específicas no han demostrado un aumento de malformaciones esqueléticas en los hijos de madres que trabajan con PVD y que, por lo tanto, están expuestas a campos magnéticos de MBF. Por los motivos antes expuestos (análisis

estadístico basado en el feto, anomalías probablemente no relacionadas con la salud, y falta de concordancia con lo hallado en estudios epidemiológicos), los resultados obtenidos de malformaciones esqueléticas menores no proporcionan una indicación clara de que exista un riesgo para la salud humana.

Wiley y Corey (1992) no observaron un efecto de reabsorción placentaria similar al descrito por Frölén y Svedenstål. Una de las causas de esta discrepancia podría ser que utilizaron cepas distintas de ratones, y el efecto podría ser específico para la cepa utilizada por Frölén y Svedenstål. Aparte de este posible efecto de la especie, es también notable que tanto las hembras

Información técnica

Unidades de observación

Durante la evaluación estadística de los estudios con mamíferos, debe considerarse al menos un aspecto del mecanismo, con frecuencia desconocido. Si la exposición afecta a la madre y, como consecuencia, a los fetos de la camada, debería utilizarse como unidad de observación (el efecto que está observándose y midiéndose) el estado de la camada en su conjunto, ya que los resultados individuales en los integrantes de la camada no son independientes. Por otra parte, si la hipótesis es que la exposición actúa directa e independientemente sobre los fetos individuales de la camada, entonces es apropiado utilizar el feto como una unidad para la evaluación estadística. La práctica habitual consiste en utilizar la camada como unidad de observación, a menos que existan evidencias de que el efecto de la exposición sobre un feto es independiente del efecto sobre los demás fetos de la camada.

expuestas a campos de 17 μT como las hembras control en el estudio de Wiley mostraron frecuencias de reabsorción similares a las de las hembras expuestas de las series correspondientes en el estudio de Frölén, mientras que los grupos no expuestos en este último estudio mostraron frecuencias mucho menores (véase la Figura 52.8). Una explicación hipotética podría ser que la manipulación de los animales durante el período de tres horas sin exposición produjese un nivel de estrés más alto en los ratones del estudio de Wiley. En este caso, el efecto del campo magnético podría haber quedado "enmascarado" por el efecto del estrés. Aunque es difícil descartar definitivamente esta teoría a partir de los datos proporcionados, parece poco probable. Además, si existiese un efecto "real" atribuible al campo magnético, se esperaría que fuera evidente por encima del efecto constante del estrés a medida que aumentase la exposición al campo magnético. En los datos del estudio de Wiley, en cualquier caso, no se observó esta tendencia.

El estudio de Wiley describe el control del ambiente y la rotación de las jaulas para eliminar el efecto de factores no controlados que podrían variar entre distintos puntos de la habitación, al igual que los campos magnéticos; el estudio de Frölén, en cambio, no lo describe. Así, el control de "otros factores" está mejor documentado en el estudio de Wiley. Hipotéticamente, los factores no controlados que no hayan sido aleatorizados podrían posiblemente proporcionar algunas explicaciones. También es interesante observar que la falta de efecto descrita en la serie de los 7 días en el estudio de Frölén no parece deberse a una disminución en los grupos expuestos, sino a un aumento en el grupo control. Lo cual indica que las variaciones en el grupo control son probablemente importantes

de considerar cuando se comparan los resultados dispares de los dos estudios.

Estudios de los efectos reproductores de los campos magnéticos EBF en roedores

Se han realizado varios estudios, la mayoría en roedores, con campos de 50–80 Hz. En la Tabla 52.5 se muestran los detalles de seis de estos estudios. Aunque también se han llevado a cabo otros estudios de EBF, sus resultados no aparecen publicados en la literatura científica y generalmente sólo están disponibles como resúmenes de ponencias o comunicaciones. En general, los resultados son "efectos aleatorios", "ninguna diferencia observada", etc. No obstante, en un estudio se describió un número reducido de malformaciones externas en ratones CD-1 expuestos a 20 mT en campos de 50 Hz; pero los autores indicaron que estos resultados podrían reflejar un problema de selección. También se han realizado estudios en otras especies, (monos rhesus y vacas) y tampoco se han observado efectos adversos de la exposición.

Como puede observarse en la Tabla 52.5, los resultados obtenidos fueron muy variables. Resulta más difícil resumir estos estudios, ya que existen muchas variaciones en el régimen de exposición, en los criterios de valoración y en otros factores. El feto (o la cría "seleccionada" superviviente) fue la unidad utilizada en la mayoría de los estudios. En general, es evidente que estos estudios no muestran un efecto teratogénico importante debido a la exposición al campo magnético durante la gestación. Como se señaló anteriormente, las "malformaciones esqueléticas menores" no parecen ser importantes para evaluar el riesgo en humanos. Los resultados de los estudios conductuales de Salzinger y Freimark (1990) y McGivern y Sokol (1990)

Tabla 52.5 • Estudios teratológicos con ratas o ratones expuestos a campos magnéticos de 15-60 kHz sinusoidales o de impulsos cuadrados.

| Estudio | Sujetos ^a | Exposición al campo magnético | | | Duración de la exposición | Resultados |
|-----------------------------|---|-------------------------------|--|---|--|---|
| | | Frecuencia | Amplitud | Descripción | | |
| Rivas y Rius (1985) | 25 ratones Swiss | 50 Hz | 83 μT , 2,3 mT | Impulsos, de 5 ms de duración | Antes y durante la gestación y el crecimiento de las crías; total 120 días | Sin diferencias significativas al nacimiento ni en ninguno de los parámetros medidos; menor peso corporal en los machos adultos |
| Zecca y cols. (1985) | 10 ratas SD | 50 Hz | 5,8 mT | | Día 6-15 de la gestación, 3 h/día | Sin diferencias significativas |
| Tribukait y Cekan (1987) | 35 ratones C3H | 50 Hz | 1 μT , 15 μT (pico) | Formas de onda cuadrada de 0,5 ms de duración | Día 0-14 de la gestación, 24 h/día | Sin diferencias significativas |
| Salzinger y Freimark (1990) | 41 crías de ratas SD. Sólo crías macho | 60 Hz | 100 μT (rms). También exposición a campos eléctricos. | Polarización circular uniforme | Día 0-22 de la gestación y 8 días después del nacimiento, 20 h/día | Menor aumento en la respuesta cuando el entrenamiento comenzó a los 90 días de edad |
| McGivern y Sokol (1990) | 11 crías de ratas SD. Sólo crías macho. | 15 Hz | 800 μT (pico) | Formas de onda cuadrada de 0,3 ms de duración | Día 15-20 de la gestación, 2x15 min/día | Disminución de la conducta de delimitación territorial por olor a los 120 días de edad. Ligero aumento en el peso de los órganos. |
| Huuskonen y cols. (1993) | 72 ratas Wistar | 50 Hz | 12,6 μT (rms) | Sinusoidal | Día 0-12 de la gestación, 24 h/día | Más fetos/camada. Malformaciones esqueléticas menores |

^a A menos que se indique otra cosa, las cifras representan el número de animales (madres) en la categoría de mayor exposición.

son interesantes, pero no constituyen indicios de los riesgos para la salud humana en los puestos de trabajo con PVD, ni desde el punto de vista de los procedimientos (uso de fetos y, en el caso de McGivern, una frecuencia distinta) ni de los efectos.

Resumen de los estudios específicos

Salzinger y McGivern observaron un retardo en el desarrollo conductual 3 - 4 meses después del nacimiento, en las crías de hembras expuestas. En estos estudios se utilizó aparentemente a crías individuales como unidad estadística, por lo que puede cuestionarse si el efecto descrito se debe a un efecto sobre la madre. En el estudio de Salzinger, también se expuso a las crías durante los primeros 8 días de vida, lo que significa que este estudio abarcó más que los riesgos reproductores. En ambos estudios se utilizó un número de camadas limitado. Además, los resultados de estos estudios no se corroboran entre sí, ya que hubo importantes variaciones en la exposición entre uno y otro, como puede observarse en la Tabla 52.5.

Además del cambio conductual en los animales expuestos, en el estudio de McGivern se observó un aumento del peso de los órganos sexuales masculinos: la próstata, las vesículas seminales y el epidídimo (todas las partes del sistema reproductor masculino). Los autores especulan sobre si este hecho podría estar relacionado con la estimulación de los niveles enzimáticos de la próstata, ya que se ha observado cierto efecto de los campos magnéticos sobre algunas de las enzimas presentes en la próstata con campos de 60 Hz.

Huuskonen y cols. (1993) observaron un aumento en el número de fetos por camada (10,4 fetos/camada en el grupo expuesto a 50 Hz frente a 9 fetos/camada en el grupo control). Los autores, al no observar una tendencia similar en otros estudios, quitaron importancia a este resultado señalando que "podría tratarse de un efecto incidental, más que real, del campo magnético". En 1985, Rivas y Rius describieron un resultado distinto, con un número ligeramente menor de nacimientos de crías vivas por camada en los grupos expuestos frente a los no expuestos. La diferencia no fue estadísticamente significativa. Los autores utilizaron tanto una base "por feto" como "por camada" para otros aspectos del análisis. El aumento en las malformaciones esqueléticas menores sólo se observó cuando el análisis se basó en el feto como unidad de observación.

Recomendaciones y resumen

A pesar de la falta relativa de datos consistentes y positivos que demuestren efectos reproductivos en humanos o en animales, aún están justificados los intentos por reproducir los resultados de algunos de los estudios. Estos estudios deberían intentar reducir las variaciones en las exposiciones, métodos de análisis y cepas de animales utilizadas.

En general, los estudios experimentales realizados con campos magnéticos de 20 kHz han producido resultados ligeramente variables. Si se considera estrictamente el procedimiento de análisis de las camadas y las pruebas de hipótesis estadísticas, no se ha demostrado ningún efecto en ratas (a pesar de que en ambos estudios se obtuvieron resultados no significativos similares). En ratones, los resultados han sido variables y no parece posible, por el momento, realizar ni una sola interpretación coherente de ellos. En el caso de los campos magnéticos de 50 Hz, la situación varía ligeramente. Existen muy pocos estudios epidemiológicos sobre esta frecuencia y uno de los estudios indicó un posible riesgo de aborto. En cambio, en los estudios experimentales con animales no se han obtenido resultados similares. Globalmente, los resultados no demuestran un efecto en la gestación

de los campos magnéticos de extremadamente baja frecuencia generados en las PVD. En conjunto, por lo tanto, los resultados no indican un efecto de los campos magnéticos MBF o EBF de las PVD sobre la reproducción.

EFFECTOS EN LA REPRODUCCION: EVIDENCIAS EN HUMANOS

Claire Infante-Rivard

La seguridad de las pantallas de visualización de datos (PVD), en términos de consecuencias para la reproducción, se ha cuestionado desde la introducción generalizada de las PVD en el ambiente de trabajo durante el decenio de 1970. La preocupación por los efectos adversos en el embarazo surgió inicialmente como resultado de numerosos informes de aparentes "clusters" de abortos espontáneos o malformaciones congénitas entre las operadoras de PVD embarazadas (Blackwell y Chang 1988). A pesar de que se determinó que estos "clusters" no eran más de los esperados debidos al azar, ante el uso extendido de las PVD en los lugares de trabajo modernos (Bergqvist 1986), se iniciaron estudios para explorar esta posibilidad más detalladamente.

De los estudios publicados, que se revisan aquí, se podría concluir que, en general, el trabajo con las PVD no parece estar asociado con un mayor riesgo de consecuencias adversas en el embarazo. No obstante, esta conclusión generalizada es aplicable a las PVD tal como habitualmente se encuentran y se utilizan en las oficinas por trabajadores del sexo femenino. Con todo, si por alguna razón técnica existiese una pequeña proporción de PVD que indujesen realmente un campo magnético intenso, esta conclusión general de seguridad no podría aplicarse a esa situación especial, ya que no es probable que los estudios publicados hayan tenido la capacidad estadística para detectar este tipo de efectos. Si se desea obtener conclusiones generalizables sobre la seguridad, es indispensable que los estudios futuros, sobre el riesgo de efectos adversos sobre el embarazo asociado al uso de PVD, empleen mediciones de la exposición más refinadas.

Los efectos sobre la reproducción estudiados con más frecuencia han sido:

- Abortos espontáneos (10 estudios): definidos generalmente como la interrupción no intencionada del embarazo con hospitalización antes de la semana 20 de gestación.
- Malformaciones congénitas (8 estudios): se evaluaron muchos tipos distintos, pero en general, fueron diagnosticadas en el momento del nacimiento.
- Otras consecuencias (8 estudios): tales como, bajo peso al nacer (inferior a 2.500 g), muy bajo peso al nacer (inferior a 1.500 g) y fecundabilidad (tiempo desde la interrupción del método anticonceptivo hasta el embarazo). Véase la Tabla 52.6.

Discusión

Al evaluar los "clusters" descritos entre consecuencias adversas en el embarazo y uso de PVD, se llegó a la conclusión de que había grandes probabilidades de que estos "clusters" se debieran al azar (Bergqvist 1986). Además, los resultados de los escasos estudios epidemiológicos que han evaluado la relación entre el uso de PVD y las consecuencias adversas en el embarazo no demuestran, en general un aumento del riesgo estadísticamente significativo.

En esta revisión, sólo dos de los diez estudios sobre abortos espontáneos determinaron un aumento estadísticamente significativo del riesgo con la exposición a las PVD (Goldhaber, Polen

Resumen de los estudios sobre las consecuencias en la reproducción

En un estudio de casos-control sobre la relación entre los factores ambientales y profesionales y las malformaciones congénitas (Kurppa y cols. 1986) se identificaron 1.475 casos en el Registro Finlandés de Malformaciones Congénitas durante el período entre 1976 y 1982 (véase la Tabla 52.6). En uno de los casos de malformaciones, el control se hizo en una mujer del mismo distrito, cuyo parto tuvo lugar inmediatamente antes. La exposición a las pantallas de visualización de datos (PVD) durante el primer trimestre del embarazo fue evaluada directamente mediante entrevistas personales realizadas tanto en la clínica durante una visita postparto, como en el domicilio. La clasificación del uso de las PVD como probable o evidente la hicieron higienistas industriales (que no conocían el resultado del embarazo) a partir de la denominación del trabajo y las respuestas a las preguntas abiertas en las que se pedía a las mujeres que describieran una jornada laboral normal. No hubo evidencias de un mayor riesgo ni entre las mujeres que dijeron estar expuestas a las PVD (OR 0,9; IC 95 % 0,6 – 1,2) ni entre las mujeres cuya denominación del trabajo indicaba una posible exposición a las PVD (235 casos/255 controles).

Se identificó una cohorte de mujeres suecas pertenecientes a tres grupos profesionales estableciendo un vínculo entre el censo profesional y el Registro Médico de Nacimientos durante 1980–1981 (Ericson y Källén 1986). Se realizó un estudio de casos en esta cohorte; los casos fueron: 412 mujeres hospitalizadas por abortos espontáneos y 110 mujeres más con otras consecuencias (muerte perinatal, malformaciones congénitas o peso al nacer inferior a 1.500 g). Los controles se hicieron en 1.032 mujeres de edad similar, con hijos sin ninguna de estas características, elegidas del mismo registro. De acuerdo con los índices de probabilidades no ajustados, se observó una relación exposición–respuesta entre la exposición a las PVD estimada en horas por semana (divididas en categorías de cinco horas), y las consecuencias en el embarazo (excluidos los abortos espontáneos). Después de considerar factores como el consumo de tabaco y el estrés, no fue significativo el efecto del uso de las PVD sobre todas las consecuencias adversas para el embarazo.

Se realizó un estudio de cohortes con 4.117 embarazos en empleadas de la seguridad social de Suecia (Westerholm y Ericson 1986), seleccionando para ello uno de los tres grupos profesionales identificados por Ericson en un estudio anterior. Se compararon las tasas de abortos espontáneos con hospitalización, bajo peso al nacer, mortalidad perinatal y malformaciones congénitas en esta cohorte con las tasas en la población general. La cohorte fue dividida en cinco grupos de exposición, definidos por el sindicato y los representantes patronales. No se halló una mayor tasa en ninguna de las consecuencias estudiadas. El riesgo global relativo de abortos espontáneos, estandarizado por la edad de la madre, fue de 1,1 (IC 95 % 0,8 – 1,4).

Se realizó un estudio de cohortes de 1.820 nacimientos en mujeres que trabajaron en alguna ocasión en el centro de servicio postal noruego entre 1967–1984 (Bjerkedal y Egenaes 1986). Se calcularon las tasas de niños nacidos muertos, muertos durante la primera semana después del parto, muerte perinatal, peso bajo o muy bajo al nacer, nacimientos pretérmino, partos múltiples y malformaciones congénitas en los embarazos ocurridos durante el período de trabajo en el centro (990 embarazos) y los ocurridos antes o después del trabajo en el centro (830 embarazos). Las tasas de consecuencias adversas en el embarazo se estimaron para tres períodos de seis años, 1967–1972, 1973–1978 y 1979–1984. La introducción de las PVD comenzó en 1972, y en 1980 su uso estaba generalizado. El estudio concluyó que no había indicios de que la introducción de las PVD en el centro hubiese producido un aumento en la tasa de consecuencias adversas en el embarazo.

Se identificó una cohorte de 9.564 embarazos a través de los registros de pruebas de embarazo en orina de tres clínicas de California en 1981–1982 (Goldhaber, Polen y Hiatt. 1988). Un requisito para participar en este estudio era tener un seguro médico del norte de California.

Se obtuvieron las consecuencias en el embarazo en todos los casos excepto en 391 embarazos. De esta cohorte, 460 de 556 casos de abortos espontáneos (<28 semanas), 137 de 156 casos de malformaciones congénitas y 986 de 1.123 controles (correspondientes a uno de cada cinco nacimientos normales en la cohorte original), respondieron a un cuestionario postal retrospectivo sobre exposiciones químico-ambientales, incluidos pesticidas y el uso de PVD durante el embarazo. El índice de probabilidades para las mujeres que utilizaron PVD durante más de 20 horas por semana en el primer trimestre del embarazo, ajustado por 11 variables incluidas la edad, los abortos o las malformaciones previas, el consumo de tabaco y de alcohol, fue de 1,8 (IC 95 % 1,2 – 2,8) para los abortos espontáneos y de 1,4 (IC 95 % 0,7 – 2,9) para los defectos de nacimiento, en comparación con las mujeres que no utilizaron PVD.

En un estudio realizado en la unidad de maternidad de 11 hospitales del área de Montreal durante un período de dos años (1982–1984), se entrevistó a 56.012 mujeres sobre factores laborales, personales y sociales después del parto (51.855) o del tratamiento por aborto espontáneo (4.127) (McDonald y cols. 1988). Las mujeres también proporcionaron información sobre 48.637 embarazos previos. Se registraron las consecuencias adversas en el embarazo (abortos espontáneos, niños nacidos muertos, malformaciones congénitas y bajo peso al nacer) tanto para el embarazo en curso como para los anteriores. La razón entre las tasas observadas y las esperadas se calculó por grupo profesional para los embarazos actuales y anteriores. Las tasas esperadas para cada grupo profesional fueron halladas de las consecuencias en el total de la muestra, y ajustadas por ocho variables, incluidas la edad, el consumo de tabaco y de alcohol. No se encontró un mayor riesgo en las mujeres expuestas a las PVD.

Se realizó un estudio de cohortes en 1.475 mujeres, comparando las tasas de amenazas de aborto, duración de la gestación, peso al nacer, peso de la placenta e hipertensión inducida por el embarazo entre las mujeres que utilizaban PVD y las que no (Nurminen y Kurppa 1988). La cohorte se definió como todos los casos negativos de un estudio previo de casos-control sobre malformaciones congénitas. La información acerca de los factores de riesgo se obtuvo de entrevistas personales. Las razones de las tasas ajustadas y no ajustadas para las consecuencias estudiadas no mostraron un efecto estadísticamente significativo del uso de las PVD.

Se realizó un estudio de casos-control de 344 abortos espontáneos tratados en tres hospitales de Calgary, Canadá, entre 1984 y 1985 (Bryant y Love 1989). Se eligieron dos grupos de controles (314 prenatales y 333 postparto) entre mujeres que habían dado a luz o que previsiblemente lo harían en los hospitales del estudio. Se emparejaron los controles con cada caso basándose en la edad que contaban cuando tuvieron el último período menstrual, el número de partos y el hospital en el que se llevaría a cabo el parto. El uso de PVD en el hogar y en el trabajo, antes y durante el embarazo, se determinó mediante entrevista en el hospital, en el caso de los controles postparto y de los abortos espontáneos, y en el domicilio, trabajo o centro de estudio, en el caso de los controles prenatales. Se controlaron las variables socioeconómicas y obstétricas. El uso de PVD fue similar entre los casos y los controles prenatales (OR=1,14; p=0,47) y postnatales (OR=0,80; p=0,2).

En un condado de California se realizó un estudio de casos-control en 628 mujeres con abortos espontáneos, identificadas a través de muestras enviadas a patología, cuyo último período menstrual tuvo lugar en 1986, y 1.308 controles con nacimientos vivos (Windham y cols. 1990). Los controles se seleccionaron aleatoriamente, en una proporción de dos a uno, entre mujeres emparejadas por la fecha del último período menstrual y por el hospital. Las actividades durante las primeras 20 semanas de embarazo se identificaron a través de entrevistas telefónicas. También se preguntó a las participantes sobre el uso de PVD durante su trabajo en este período. Los índices de probabilidades no ajustados entre los abortos espontáneos con un uso de PVD

Continúa en la página siguiente.

inferior a 20 horas por semana (1,2; IC 95 % 0,88 – 1,6) e igual o superior a 20 horas por semana (1,3; IC 95 % 0,87 – 1,5), no mostraron diferencias importantes cuando se ajustaron por variables como el grupo profesional, la edad de la madre, la pérdida fetal previa, el consumo de alcohol y de tabaco. En un análisis posterior de las mujeres del grupo control, no se observó un riesgo significativamente mayor de bajo peso al nacer o de retardo del crecimiento intrauterino.

Se realizó un estudio de casos-control en 24.352 embarazos ocurridos entre 214.108 empleadas de comercios y oficinas en Dinamarca, entre 1982 y 1985 (Brandt y Nielsen 1990). Los casos, 421 mujeres que respondieron a las preguntas de las 661 mujeres que tuvieron hijos con malformaciones congénitas y que trabajaron durante el embarazo, fueron comparadas con 1.365 mujeres que respondieron a las preguntas de 2.252 trabajadoras embarazadas seleccionadas aleatoriamente. Los embarazos, su resultado y el tipo de empleo se determinaron mediante el cruce de tres bases de datos. La información sobre el uso de la PVD (sí/no/horas por semana) y otros factores personales y relacionados con el trabajo, como estrés, exposición a disolventes, forma de vida y factores ergonómicos, se determinaron mediante una encuesta por correo. En este estudio el uso de las PVD durante el embarazo no estuvo asociado a un mayor riesgo de malformaciones congénitas.

Utilizando la misma base del estudio anterior sobre las malformaciones congénitas (Brandt y Nielsen 1990), 1.371 mujeres de las 2.248 cuyos embarazos terminaron en abortos espontáneos con hospitalización, se compararon con 1.699 embarazos seleccionados aleatoriamente (Nielsen y Brandt 1990). A pesar de que el estudio se realizó en trabajadoras de comercios y oficinas, no todos los embarazos ocurrieron durante el período en que las mujeres estaban empleadas. La medida de la asociación utilizada en este estudio fue la razón entre la tasa de uso de la PVD en las mujeres con abortos espontáneos y la tasa de uso en la población de la muestra (formada por todos los embarazos, incluidos los que terminaron en abortos espontáneos). La razón de la tasa ajustada de la exposición a la PVD y el aborto espontáneo fue de 0,94 (IC 95 % 0,77 – 1,14).

Se realizó un estudio de casos-control entre 573 mujeres que tuvieron hijos con malformaciones cardiovasculares entre 1982 y 1984 (Tikkanen y Heinonen 1991). Los casos se identificaron a través del Registro Finlandés de Malformaciones Congénitas. El grupo control fue de 1.055 mujeres seleccionadas aleatoriamente entre todos los partos hospitalarios en el mismo período de tiempo. El uso de PVD, clasificado como nunca, regular u ocasional, fue evaluado mediante una entrevista realizada 3 meses después del parto. No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el uso de PVD, en el hogar o en el trabajo, y las malformaciones cardiovasculares.

Se realizó un estudio de cohortes con 730 mujeres casadas, con embarazos entre 1983 y 1986 (Schnorr y cols. 1991). Las mujeres trabajaban como operadoras telefónicas u operadoras de información telefónica para dos compañías telefónicas en ocho estados del sureste de Estados Unidos. Sólo las operadoras de información telefónica utilizaban PVD en su trabajo. El uso de PVD se determinó a través de los registros de la empresa. Los casos de abortos espontáneos (pérdida fetal antes de la semana 28 de gestación) se identificaron mediante entrevistas telefónicas; posteriormente, se utilizaron los certificados de nacimiento para contrastar la información de las mujeres con las consecuencias en el embarazo y, siempre que fue posible, se consultó a los médicos. Se midió la intensidad de los campos eléctricos y magnéticos de muy bajas o extremadamente bajas frecuencias en una muestra de los puestos de trabajo. Los puestos con PVD mostraron intensidades de campo más elevadas que los que no tenían PVD. No se observó un mayor riesgo para las mujeres que utilizaron PVD durante el primer trimestre del embarazo (OR 0,93; IC 95 % 0,63 – 1,38) semanal, y no parecía haber una relación exposición-respuesta cuando se consideró el tiempo de uso de la PVD.

Se utilizó una cohorte de 1.365 empleadas danesas de comercios y oficinas, que trabajaban en la época en que quedaron embarazadas,

identificadas mediante un estudio previo (Brandt y Nielsen 1990; Nielsen y Brandt 1990), para estudiar la fecundabilidad en relación con el uso de PVD (Brandt y Nielsen 1992). La fecundabilidad se definió como el tiempo entre la interrupción del uso de anticonceptivos y la concepción, y se determinó a través de una encuesta por correo. El estudio mostró un riesgo relativo, de espera prolongada hasta el embarazo, superior en el subgrupo con al menos 21 horas semanales de uso de la PVD. (RR 1,61; IC 95 % 1,09 – 2,38).

Se utilizó una cohorte de 1.699 empleadas danesas de comercios y oficinas, formada por mujeres empleadas y no empleadas en la época en que quedaron embarazadas, identificadas del estudio descrito en el párrafo anterior, para estudiar el bajo peso al nacer (434 casos), los nacimientos prematuros (443 casos), fetos pequeños para la edad gestacional (749 casos) y mortalidad infantil (160 casos) en relación con las pautas de uso de las PVD (Nielsen y Brandt 1992). El estudio no pudo mostrar un mayor riesgo de estos resultados adversos del embarazo en las mujeres que utilizaban PVD.

En un estudio de casos-control se encuestó a 150 mujeres nulíparas con abortos espontáneos diagnosticados clínicamente y a 297 mujeres nulíparas trabajadoras, que acudían a un hospital de Reading, Inglaterra, para recibir asistencia prenatal entre 1987 y 1989 (Roman y cols. 1992). Las entrevistas personales se realizaron durante la primera visita prenatal, en los controles, y tres semanas después del aborto, en las mujeres con abortos espontáneos. Para mujeres que indicaron que utilizaban PVD, se evaluó el tiempo de exposición estimado en horas por semana y la fecha de la primera exposición. También se evaluaron otros factores como las horas extra, la actividad física en el trabajo, el estrés y el confort físico en el trabajo, la edad, el consumo de alcohol y el número de abortos previos. El índice de probabilidades de aborto espontáneo en las mujeres que trabajaban con PVD fue 0,9 (IC 95 % 0,6 – 1,4), y no hubo relación con el tiempo de uso de la PVD. Los resultados no variaron cuando se ajustaron por otros factores como la edad de la madre, consumo de tabaco, alcohol y los abortos espontáneos previos.

A partir de una población de empleados bancarios y de oficina de tres empresas finlandesas, se identificaron 191 casos de abortos espontáneos con hospitalización y 394 controles (nacimientos vivos) utilizando los registros médicos finlandeses de 1975 a 1985 (Lindbohm y cols. 1992). El uso de PVD se definió utilizando las informaciones de los trabajadores y de las empresas. La intensidad de los campos magnéticos se evaluó de forma retrospectiva en un laboratorio, con una muestra de las PVD utilizadas en las empresas. El índice de probabilidades de aborto espontáneo y uso de PVD fue de 1,1 (IC 95 % 0,7 – 1,6). Cuando se agrupó a las usuarias de PVD según la intensidad de los campos de las PVD utilizadas, el índice de probabilidades fue de 3,4 (IC 95 % 1,4 – 8,6) para las trabajadoras que utilizaron PVD con un campo magnético más intenso, en la banda de las extremadamente bajas frecuencias (0,9 μ T), comparadas con las que utilizaron PVD con niveles de intensidad de campo inferiores a los límites de detección (0,4 μ T). Tal índice de probabilidades varió muy poco cuando se ajustó por factores ergonómicos y de carga mental de trabajo. Cuando se comparó a las trabajadoras expuestas a una intensidad mayor de los campos magnéticos con trabajadoras no expuestas a las PVD, el índice de probabilidades dejó de ser significativo.

Se realizó un estudio sobre consecuencias adversas en el embarazo y fertilidad en funcionarias de la hacienda británica (Bramwell y Davidson 1994). De los 7.819 cuestionarios enviados por correo en la primera etapa del estudio, se recogieron 3.711. El uso de las PVD se determinó con este primer cuestionario. La exposición se evaluó como horas de uso de PVD por semana durante el embarazo. Un año más tarde, se envió un segundo cuestionario para evaluar la incidencia de consecuencias adversas en el embarazo entre estas mujeres. Se obtuvieron 2.022 respuestas de las participantes originales. Como posibles factores de confusión se incluyeron el historial del embarazo, factores ergonómicos, factores de estrés laboral y consumo de cafeína, alcohol, tabaco y tranquilizantes. No hubo relación entre el nivel de exposición determinado un año antes y la incidencia de consecuencias adversas en el embarazo.

Tabla 52.6 • Utilización de PVD como un factor de las consecuencias adversas en el embarazo.

| Objetivos | | Métodos | | | | Resultados | |
|--------------------------------|---|-------------------|---|--|---|---|---|
| Estudio | Consecuencia | Diseño | Casos | Controles | Exposición | OR/RR (IC 95 %) | Conclusión |
| Kurppa y cols. (1986) | Malformaciones congénitas | Casos y controles | 1.475 | 1.475 misma edad, misma fecha de parto | Por la de nominación del puesto, entrevistas personales | 235 casos, 255 controles, 0,9 (0,6-1,2) | Sin indicios de mayor riesgo para las mujeres expuestas a las PVD o para las mujeres cuya denominación del puesto indicaba una posible exposición |
| Ericson y Källén (1986) | Abortos espontáneos, muerte neonatal, malformaciones, peso muy bajo al nacer | De casos | 412 22 62 26 | 1.032 de edad similar y del mismo registro | Por la de nominación del puesto | 1,2 (0,6-2,3) (consecuencias combinadas) | El efecto del uso de PVD no fue estadísticamente significativo |
| Westerholm y Ericson (1986) | Muerte fetal, bajo peso al nacer, mortalidad prenatal, malformaciones | Cohorte | 7 – 13 43 | 4.117 | Por la de nominación del puesto | 1,1 (0,8-1,4) ND(NS) ND(NS) 1,9 (0,9-3,8) | Sin diferencias en ninguno de los resultados estudiados. |
| Bjerkedal y Egeaes (1986) | Muerte fetal, muerte durante la primera semana de vida, muerte prenatal, bajo peso al nacer, peso muy bajo al nacer, pretérmino, parto múltiple, malformaciones | Cohorte | 17 8 25 46 10 97 16 71 | 1.820 | Registros de empleo | ND(NS) ND(NS) ND(NS) ND(NS) ND(NS) ND(NS) ND(NS) ND(NS) | Se concluyó que no había indicios de que la introducción de las PVD en el centro hubiese aumentado la tasa de consecuencias adversas en el embarazo. |
| Goldhaber, Polen y Hlat (1988) | Abortos espontáneos, malformaciones | Casos y controles | 460 137 | 1.123 20 % de todos los nacimientos normales, misma región, mismo tiempo | Cuestionario por correo | 1,8 (1,2-2,8) 1,4 (0,7-2,9) | Riesgo estadísticamente mayor de abortos espontáneos con la exposición a la PVD. Sin un mayor riesgo de malformaciones congénitas asociado con la exposición a las PVD. |
| McDonald y cols. (1988) | Abortos espontáneos, muerte fetal, malformaciones, bajo peso al nacer | Cohorte | 776 25 158 228 | | Entrevistas personales | 1,19 (1,09-1,38) actual/0,97 previa 0,82 actual/0,71 previa 0,94 actual/1,12 (89-1,43) previa 1,10 | No se detectó un mayor riesgo en las mujeres expuestas a las PVD. |
| Nurminen y Kurppa (1988) | Amenaza de aborto, gestación < 40 semanas, bajo peso al nacer, peso de la placenta, hipertensión | Cohorte | 239 96 57 ND ND | | Entrevistas personales | 0,9 PVD: 30,5 %, no: 43,8 % PVD: 25,4 %, no: 23,6 % otras comparaciones (ND) | Las razones de las tasas crudas y ajustadas no mostraron efectos estadísticamente significativos del trabajo con PVD. |
| Bryant y Love (1989) | Abortos espontáneos | Casos y controles | 344 | 647 Mismo hospital, edad, último período menstrual, número de partos | Entrevistas personales | 1,14 (p = 0,47) prenatal 0,80 (p = 0,2) postnatal | El uso de PVD fue similar entre los casos y los controles prenatales y postnatales. |
| Windham y cols. (1990) | Abortos espontáneos, bajo peso al nacer, retardo del crecimiento intrauterino | Casos y controles | 626 64 68 | 1.308 misma edad y último período menstrual | Entrevistas telefónicas | 1,2 (0,88-1,6) 1,4 (0,75-2,5) 1,6 (0,92-2,9) | Las odds-ratio crudas de los abortos espontáneos y el uso de PVD menor a 20 horas por semana fueron de 1,2; IC 95 % 0,88-1,6 y de 1,3; IC 95 % 0,87-1,5 para 20 o más horas por semana. El riesgo de bajo peso al nacer y retardo del crecimiento intrauterino no fue significativamente más elevado. |

Continúa en la página siguiente.

Tabla 52.6 • Utilización de PVD como un factor de las consecuencias adversas en el embarazo.

Continuación

| Objetivos | | Métodos | | | | Resultados | |
|----------------------------|--|-------------------|--------------------------|---|---|--|--|
| Estudio | Consecuencia | Diseño | Casos | Controles | Exposición | OR/RR (IC 95 %) | Conclusión |
| Brandt y Nielsen (1990) | Malformaciones congénitas | Casos y controles | 421 | 1.365; 9,2 % de todos los embarazos, mismo registro | Cuestionario por correo | 0,96 (0,76-1,20) | El uso de PVD durante el embarazo no se asoció con un mayor riesgo de malformaciones congénitas. |
| Nielsen y Brandt (1990) | Abortos espontáneos | Casos y controles | 1.371 | 1.699; 9,2 % de todos los embarazos, mismo registro | Cuestionario por correo | 0,94 (0,77-1,14) | No hubo riesgo estadísticamente significativo de abortos espontáneos con la exposición a las PVD. |
| Tikkanen y Heinonen (1991) | Malformaciones cardiovasculares | Casos y controles | 573 | 1.055 mismo tiempo, parto hospitalario | Entrevistas personales | Casos 6,0 %, controles 5,0 % | No hubo asociación estadísticamente significativa entre el uso de PVD y las malformaciones cardiovasculares |
| Schnorr y cols. (1991) | Abortos espontáneos | Cohorte | 136 | 746 | Registros de empresa de las mediciones de los campos magnéticos | 0,93 (0,63-1,38) | No hubo un mayor riesgo para las mujeres que utilizaron PVD durante el primer trimestre de embarazo ni tampoco, una relación exposición–respuesta aparente para el tiempo de uso de la PVD por semana. |
| Brandt y Nielsen (1992) | Tiempo hasta el embarazo | Cohorte | | | Cuestionario por correo | 1,61 (1,09-2,38) | Para un tiempo hasta el embarazo superior a 13 meses, se observó un riesgo relativo mayor en el grupo con al menos 21 horas de uso de PVD por semana. |
| Nielsen y Brandt (1992) | Bajo peso al nacer, nacimientos pretérmino, tamaño pequeño para la edad gestacional, mortalidad infantil | Cohorte | 434 443 749 160 | | Cuestionario por correo | 0,88 (0,67-1,66) 1,11 (0,87-1,47) 0,99 (0,62-1,94) ND(NS) | No se observó un riesgo mayor en las mujeres expuestas a las PVD. |
| Roman y cols. (1992) | Abortos espontáneos | Casos y controles | 150 | 297 nulíparas hospitalizadas | Entrevistas personales | 0,9 (0,6-1,4) | No hubo relación con el tiempo de uso de las PVD. |
| Lindbohm y cols. (1992) | Abortos espontáneos | Casos y controles | 191 | 394 registros médicos | Registros laborales de las mediciones de campo | 1,1 (0,7-1,6), 3,4 (1,4-8,6) | La razón entre las trabajadoras expuestas a intensidades elevadas de campos magnéticos y las expuestas a niveles no detectables fue de 3,4 (IC 95% 1,4-8,6) |
| Bramwell y Davidson (1994) | Abortos espontáneos, fecundabilidad | Cohorte | 26 | – | Cuestionario por correo | ND(NS) | No hubo relación entre el uso de PVD y las consecuencias adversas en el embarazo. |

OR = odds-ratio. IC = Intervalo de confianza. RR = Riesgo relativo. ND = Valor no descrito. NS = Estadísticamente no significativo.

y Hiatt 1988; Lindbohm y cols. 1992). Ninguno de los ocho estudios sobre malformaciones congénitas mostró un mayor riesgo asociado con la exposición a las PVD. De los ocho estudios que consideraron otras consecuencias adversas en el embarazo, uno describe una asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de embarazo y el uso de las PVD (Brandt y Nielsen 1992).

A pesar de que no existen diferencias importantes entre los tres estudios con resultados positivos y los que muestran resultados negativos, los avances en la evaluación de la exposición pueden haber aumentado las posibilidades de detectar un riesgo significativo. Si bien no fue exclusivo de los estudios positivos,

estos tres estudios intentaron dividir a las trabajadoras en distintos niveles de exposición. Si existe un factor inherente al uso de las PVD que predisponga a una consecuencia adversa en el embarazo, la dosis recibida por la trabajadora podría influir sobre este resultado. Además, los resultados de los estudios realizados por Lindbohm y cols. (1992) y Schnorr y cols. (1991) sugieren que sólo una pequeña proporción de las PVD podrían ser responsables del aumento del riesgo de abortos espontáneos entre las usuarias. Si esto es cierto, la incapacidad para identificar estas PVD podría introducir un sesgo y una subestimación del riesgo de abortos espontáneos entre las usuarias de PVD.

Otros factores asociados con el trabajo con PVD, como el estrés y las restricciones ergonómicas, se han propuesto también como posibles factores de riesgo de consecuencias adversas en el embarazo (McDonald y cols. 1988; Brandt y Nielsen 1992). El hecho de que muchos de estos estudios no hayan controlado estos posibles factores de confusión puede haber producido resultados poco fiables.

Aunque puede ser biológicamente plausible que la exposición a niveles elevados de campos magnéticos de extremadamente bajas frecuencias, causados por algunas PVD, conlleve un mayor riesgo de efectos negativos en el embarazo (Bergqvist 1986), sólo se han intentado medir en dos estudios (Schnorr y cols. 1991; Lindbohm y cols. 1992). Los campos magnéticos de frecuencias extremadamente bajas están presentes en cualquier ambiente en el que se utilice electricidad. La contribución de estos campos a los efectos adversos sólo podría detectarse si hubiera una variación, en tiempo o en espacio, de estos campos. Si bien las PVD contribuyen a los niveles totales de los campos magnéticos en el lugar de trabajo, se piensa que sólo un pequeño porcentaje de las PVD tienen una influencia importante en los campos magnéticos medidos en el ambiente de trabajo (Lindbohm y cols. 1992). Se piensa que sólo una fracción de las mujeres que trabajan con PVD puede estar expuesta a niveles de radiación magnética superiores a las normalmente encontradas en el ambiente de trabajo (Lindbohm y cols. 1992). La falta de precisión en la evaluación de la exposición cuando se considera a todos los usuarios de PVD como "expuestos" reduce la capacidad de un estudio para detectar la influencia de los campos magnéticos derivados de las PVD sobre los efectos adversos en el embarazo.

En algunos estudios, mujeres sin trabajos retribuidos representaban una gran proporción de los grupos de comparación en las mujeres expuestas a PVD. En estas comparaciones, ciertos procedimientos de selección pueden haber afectado a los resultados (Infante-Rivard y cols. 1993); por ejemplo, se ha descartado automáticamente de la selección a las mujeres con enfermedades graves, dejando a mujeres sanas con más probabilidades para hallar efectos en la reproducción favorables en la población. Por otra parte, existe también la posibilidad de un "efecto de embarazo no sano en la trabajadora", ya que, las mujeres que tienen hijos pueden dejar de trabajar, mientras que las que no tienen hijos y quienes sufren abortos, pueden continuar trabajando. Una estrategia propuesta para calcular la magnitud de este sesgo es realizar un análisis independiente de las mujeres empleadas y no empleadas.

● TRASTORNOS MUSCULOSQUELETICOS

Gabriele Bammer

Introducción

Los operadores de PVD describen con frecuencia problemas musculoesqueléticos en el cuello, los hombros y las extremidades superiores. No se trata de problemas exclusivos de los operadores de PVD, sino que también los refieren otros trabajadores que realizan tareas repetitivas o que requieren mantener el cuerpo en una postura fija (carga estática). Las tareas que conllevan el uso de fuerza también se asocian frecuentemente con problemas musculoesqueléticos, pero estas tareas no son generalmente un problema de salud y seguridad importante en el caso de los operadores de PVD.

Entre los trabajadores de oficina, cuyo trabajo es por lo general sedentario y no suele estar asociado con un estrés físico,

la introducción de las PVD en los lugares de trabajo hizo que los problemas musculoesqueléticos relacionados con el trabajo adquirieran mayor relevancia. Un aumento de tipo epidémico de los problemas registrados a mediados del decenio de 1980 en Australia y, en menor grado, en Estados Unidos y el Reino Unido a principios del decenio de 1990, ha dado lugar a un debate sobre si estos síntomas tienen una base fisiológica y si están o no relacionados con el trabajo.

Quienes cuestionan que los problemas musculoesqueléticos asociados con el trabajo con PVD (y de otro tipo) tengan una base fisiológica, generalmente defienden uno de los siguientes puntos de vista: los trabajadores fingen que están enfermos; los trabajadores se sienten motivados inconscientemente por las diversas ventajas secundarias, como las pagas compensatorias o los beneficios psicológicos de estar enfermo, conocidos como neurosis compensatoria; los trabajadores están convirtiendo un conflicto psicológico no resuelto o un trastorno emocional en síntomas físicos, es decir, trastornos de conversión y por último, que la fatiga normal se está exagerando desproporcionadamente por un proceso social que cataloga tal fatiga como un problema, conocido como iatrogenesis social. Un análisis riguroso de las evidencias para estas explicaciones alternativas muestra que no están tan bien fundamentadas como las que plantean una base fisiológica para estos trastornos (Bammer y Martin 1988). A pesar de que cada vez hay más indicios de que los trastornos musculoesqueléticos tienen una base fisiológica, se desconoce la naturaleza exacta de estos problemas (Quintner y Elvey 1990; Cohen y cols. 1992; Fry 1992; Helme, LeVasseur y Gibson 1992).

Prevalencia de los síntomas

Numerosos estudios han documentado la prevalencia de los problemas musculoesqueléticos entre los operadores de PVD. Se han llevado a cabo principalmente en los países occidentales industrializados, aunque el interés por estos problemas es cada vez mayor en los países asiáticos y latinoamericanos, inmersos en un proceso rápido de industrialización. Existe una variación considerable de un país a otro en la forma en que se describen los trastornos musculoesqueléticos y en el tipo de estudios realizados. La mayoría de los estudios se basan en los síntomas referidos por los trabajadores, más que en los resultados de reconocimientos médicos. En general, los estudios pueden dividirse en tres grupos: los que han examinado lo que puede denominarse problemas compuestos, los que se han centrado en trastornos específicos y los que se han centrado en los problemas en una zona concreta o en un pequeño grupo de zonas.

Problemas compuestos

El término se refiere a una mezcla de problemas, que puede incluir dolor, pérdida de fuerza y trastornos sensoriales en diversas partes de la mitad superior del cuerpo. Los problemas compuestos se tratan como una sola entidad, conocida en Australia y el Reino Unido como lesiones por esfuerzos repetitivos (LER), en Estados Unidos como trastornos por traumas acumulativos (TTA) y en Japón como trastornos cervicobraquiales profesionales (TCP). En una revisión realizada en 1990 (Bammer 1990) sobre estos problemas en los trabajadores de oficinas (el 75 % de los estudios se realizó con trabajadores que utilizaban PVD), se encontró que 70 estudios habían investigado los problemas compuestos y 25 de ellos habían descrito que ocurrían en un rango de frecuencias de entre el 10 y el 29 % de los trabajadores estudiados. En los extremos, tres estudios no habían encontrado problemas, mientras que otros tres habían determinado que el 80 % de los trabajadores padecían trastornos musculoesqueléticos. La mitad de los estudios describían también problemas graves o frecuentes y 19 de ellos indicaban una

Tabla 52.7 • Resumen de los estudios de campo empíricos que han utilizado un análisis multivariante para estudiar las causas de los problemas musculoesqueléticos entre los trabajadores de oficina.

| Referencia | Nº/% usuarios de PVD | Factores | | |
|---|----------------------|-------------------|---------------|--------------------------|
| | | Ajenos al trabajo | Bio-mecánicos | Organización del trabajo |
| Blignault (1985) | 146/90% | ● | ● | ● |
| División de epidemiología de la South Australian Health Commission (1984) | 456/81% | ● | ● | ● |
| Ryan, Mullerworth y Pimble (1984) | 52/100% | ● | ● | ● |
| Ryan y Bampton (1988) | 143 | | | |
| Ellinger y cols. (1982) | 280 | ● | ● | ● |
| Pot, Padmos y Bowers (1987) | 222/100% | no estudiados | ● | ● |
| Sauter y cols. (1983b) | 251/74% | ● | ● | ● |
| Stellman y cols. (1987a) | 1.032/42% | no estudiados | ● | ● |

● = no factor ● = factor

Fuente: Adaptado de Bammer 1990.

prevalencia de entre un 10 y un 19 %. En un estudio no se describieron problemas, mientras que en otro, se describieron en el 59 % de los trabajadores. Las prevalencias más elevadas se encontraron en Australia y Japón.

Trastornos específicos

Los trastornos específicos incluyen problemas relativamente bien definidos, como la epicondilitis o el síndrome del túnel carpiano. Son trastornos menos frecuentemente estudiados y que ocurren con menor frecuencia. De 43 estudios realizados sobre este tema, 20 hallaron estos trastornos en un 0,2 a un 4 % de los trabajadores. En cinco estudios no se encontraron indicios de trastornos específicos y en un estudio se observaron en el 40–49 % de los trabajadores.

Partes específicas del cuerpo

Otros estudios se han centrado en zonas concretas del cuerpo, como el cuello o las muñecas. Los problemas cervicales son los más frecuentes y se han investigado en 72 estudios, 15 de los cuales han demostrado que ocurren en un 40 a un 49 % de los trabajadores. Tres estudios hallaron estos problemas en el 5 - 9 % de los trabajadores y un estudio, en más del 80 %. Menos de la mitad de estos estudios investigaron problemas graves, y generalmente los observaron con una frecuencia de entre un 5 % y un 39 %. Tales niveles elevados de problemas cervicales se han encontrado en distintas partes del mundo, como Australia, Finlandia, Francia, Alemania, Japón, Noruega, Singapur, Suecia, Suiza, el Reino Unido y Estados Unidos. En cambio, sólo en 18 estudios se investigaron los problemas de las muñecas; de éstos, siete observaron este tipo de problemas en un 10 % a un 19 % de los trabajadores. Un estudio los describió en un 0,5 a un 4 % de los trabajadores y otro, entre un 40 - 49 %.

Causas

En general, todo el mundo coincide en que la introducción de las PVD está asociada con un aumento de los movimientos repetitivos y un aumento de la carga estática debido al aumento de la velocidad de pulsación, y de la reducción (en comparación con las máquinas de escribir) de las tareas no relacionadas con el teclado, como cambiar de hoja, esperar los retornos del carro o el uso de cinta o líquido corrector. La necesidad de mirar la pantalla también puede producir un aumento de la carga estática y la colocación inadecuada de la pantalla, del teclado o de las teclas de función puede dar lugar a posturas que pueden favorecer la aparición de problemas. También existen indicios de que la introducción de las PVD pueden asociarse con una reducción del personal y un aumento de la carga de trabajo. Asimismo, puede producir cambios en los aspectos psicosociales del trabajo, incluidas las relaciones sociales y jerárquicas, las responsabilidades de los trabajadores, las perspectivas profesionales y la carga mental de trabajo. En algunos lugares de trabajo, estos cambios han seguido una dirección favorable para los trabajadores, mientras que en otros, han producido un menor control del trabajador sobre su trabajo, falta de apoyo social para el trabajo, "descualificación", falta de oportunidades de promoción, ambigüedad en las funciones, estrés mental y vigilancia electrónica (ver revisión de Bammer 1987b y el informe de la OMS 1989 sobre una reunión de la Organización Mundial de la Salud). La asociación entre algunos de estos cambios psicosociales y los problemas musculoesqueléticos se comenta a continuación. También parece que la introducción de las PVD ha contribuido a estimular un movimiento social en Australia que tuvo como consecuencia el reconocimiento de la existencia y relevancia de estos problemas (Bammer y Martin 1992).

Las causas pueden analizarse, por lo tanto, a nivel individual, social o del lugar de trabajo. A nivel individual, las causas posibles de estos trastornos pueden dividirse en tres categorías: trastornos no relacionados con el trabajo, factores biomecánicos y factores de la organización del trabajo (véase la Tabla 52.7). Se han utilizado varios enfoques para el estudio de las causas, pero los resultados obtenidos en conjunto han sido similares a los de estudios de campo empíricos en los que se ha utilizado el análisis multivariable (Bammer 1990). Los resultados de estos estudios se resumen en las Tablas 52.7 y 52.8. Estudios más recientes corroboran estos resultados generales.

Factores no relacionados con el trabajo

Existen pocos indicios de que factores no relacionados con el trabajo sean causas importantes de estos trastornos, aunque existen algunos indicios de que las personas con una lesión previa en la zona correspondiente o con problemas en otras partes del cuerpo pueden tener una mayor probabilidad de desarrollar problemas. No existe una relación clara con la edad y en un estudio en el que se examinó la relación con la neurosis no se encontró ninguna.

Factores biomecánicos

Se ha hallado que trabajar con determinadas articulaciones en ángulos extremos está asociado con problemas musculoesqueléticos. Los efectos debidos a otros factores biomecánicos están menos definidos y algunos estudios han hallado que son importantes, mientras otros no. Estos factores son: la evaluación de la adecuación del mobiliario y del equipo por los investigadores, la evaluación de la adecuación del mobiliario y/o del equipo por los trabajadores; los factores visuales en el lugar de trabajo, como reflejos; los factores visuales personales, como el uso de gafas; y la antigüedad en el puesto o como trabajador de oficina (Tabla 52.8).

Tabla 52.8 • Resumen de estudios que muestran la implicación de ciertos factores considerados causa de problemas musculoesqueléticos en los trabajadores de oficina.

| País ¹ | Nº/% usuarios de PVD | No relacionados con el trabajo | | | Biomecánicos | | | | | | Organización del trabajo | | | | |
|-------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------|----------|---------------------|
| | | Edad | Predisposición biológica | Neuroticismo | Ángulos articulares | Eval. Obj. Mobil. Equip. | Eval. Subj. Mobil. Equip. | Trabajo visual | Visión individuo | Anti-güedad en el puesto | Presión | Autonomía | Cohesión entre compañeros | Variedad | Uso del teclado (h) |
| Australia | 146/90% | ∅ | | ∅ | | ∅ | | | | ∅ | ○ | ● | ● | ● | ∅ |
| Australia | 456/81% | ● | ○ | | | ■ | | | | ∅ | ○ | | | ● | ○ |
| Australia | 52/143/100% | ▲ | | | ■ | ■ | | | | ○ | ○ | | ● | | ○ |
| Alemania | 280 | ○ | ○ | | | ■ | ∅ | ■ | | ○ | ○ | ● | | | ○ |
| Países Bajos | 222/100% | | | | ■ | ■ | | ∅ | ∅ | | ○ | | ● | (∅) | ○ |
| Estados Unidos | 251/74% | ∅ | | | | | ∅ | ■ | | ■ | ○ | ● | | (∅) | ● |
| Estados Unidos | 1.032/42% | | | | | | ∅ | ■ | ■ | | ○ | ● | | ● | |

○ = asociación positiva, estadísticamente significativa. ● = asociación negativa, estadísticamente significativa. ■ = asociación estadísticamente significativa no direccional.
 ∅ = asociación no estadísticamente significativa. (∅) = no variabilidad del factor en este estudio. ▲ = el número de síntomas fue mayor en los más jóvenes y en los de mayor edad.

¹El recuadro vacío significa que el factor no se incluyó en este estudio.

Fuente: Adaptado de Bammer 1990.

Factores relacionados con la organización

Existen varios factores de la organización del trabajo claramente asociados con los problemas musculoesqueléticos. Se describen con más detalle en otras secciones de este capítulo. Entre ellos están: la elevada presión de trabajo, la baja autonomía (es decir, poco nivel de control sobre el trabajo), la poca cohesión entre compañeros (es decir, poco apoyo de otros compañeros de trabajo), lo que significa que los trabajadores no reciben ayuda de los demás en los momentos de mayor presión y poca diversidad del trabajo.

El único factor estudiado, y con el que se obtuvieron resultados muy variados, fue el número de horas de trabajo con un teclado (Tabla 52.8). En general, se observa que las causas de los problemas musculoesqueléticos a nivel individual son multifactoriales. Los factores relacionados con el trabajo, en especial la organización del trabajo, pero también los factores biomecánicos, tienen un papel claro. Los factores específicos más importantes pueden variar de un lugar de trabajo a otro y entre una persona y otra, dependiendo de las circunstancias individuales. Por ejemplo, el uso generalizado de apoyos para las muñecas en un lugar de trabajo en el que los problemas principales son un nivel de presión muy elevado y poca variedad de tareas no es probable que sea una estrategia eficaz. Por otra parte, un trabajador con una carga de trabajo satisfactoria y una diversidad de tareas podría, a pesar de todo, presentar problemas si la PVD está colocada en un ángulo inadecuado.

La experiencia australiana, en donde la prevalencia de los problemas musculoesqueléticos disminuyó a finales del decenio de 1980, puede resultar útil para indicar cómo pueden abordarse las causas de estos problemas. Aunque este proceso no se ha documentado ni se ha investigado detalladamente, es probable que hayan existido varios factores asociados con esta disminución de la prevalencia. Uno de ellos ha sido la introducción generalizada de mobiliario y equipos de diseño "ergonómico" en los lugares de trabajo. También se han mejorado las prácticas de trabajo a través de una multiplicidad de tareas y una reestructuración para reducir la

presión y aumentar la autonomía y la variedad. Tales cambios estuvieron acompañados a menudo con la aplicación de una mayor igualdad de oportunidades de empleo y con estrategias de democracia industrial. Asimismo, se llevaron a cabo estrategias generalizadas de prevención y de intervención precoz. De una forma menos positiva, algunos lugares de trabajo parecen haber aumentado su dependencia en los trabajadores temporales para realizar los trabajos repetitivos de teclado. Ello significa que los problemas no estarían relacionados con la empresa, sino que serían responsabilidad exclusiva del trabajador. Además, la importante controversia originada alrededor de estos problemas ha ocasionado que se estigmaticen, de forma que muchos trabajadores son ahora más renuentes a quejarse o a reclamar indemnizaciones cuando desarrollan algún síntoma. El problema se agudizó cuando algunos trabajadores comenzaron a perder los juicios entablados contra las empresas, rodeados de una gran publicidad. La reducción de los fondos para la investigación, la suspensión de publicaciones sobre la incidencia y prevalencia estadísticas y de publicaciones científicas sobre estos trastornos, así como la pérdida de interés de los medios de comunicación por estos problemas han hecho que parezca que el problema ha desaparecido.

Conclusión

Los problemas musculoesqueléticos relacionados con el trabajo son un problema importante en todo el mundo. Significan un coste enorme tanto para el individuo como para la sociedad. No existen criterios aceptados internacionalmente para estos trastornos y es necesario un sistema internacional de clasificación. Debe hacerse énfasis en la prevención y en la intervención precoz, que debe ser multifactorial. Es necesario enseñar los principios ergonómicos a todos los niveles, desde la educación básica hasta la universitaria y deben existir directrices y

normas basadas en los requisitos mínimos. Su puesta en práctica requiere tanto el compromiso de la empresa como la participación activa de los empleados (Hagberg y cols. 1993).

A pesar de los numerosos casos registrados de personas con problemas graves y crónicos, existen pocas evidencias de tratamientos eficaces o de la mejor forma de rehabilitar a estos trabajadores para que puedan reintegrarse a la población activa. Lo cual demuestra que la prevención y la intervención precoz son las estrategias más importantes para controlar los problemas musculoesqueléticos relacionados con el trabajo.

● PROBLEMAS DE LA PIEL

Mats Berg y Sture Lidén

Los primeros informes de problemas de la piel entre las personas que trabajaban cerca de una PVD proceden de Noruega, en 1981. En el Reino Unido, Estados Unidos y Japón también se han descrito algunos casos. En Suecia, sin embargo, se han publicado numerosos casos, y los debates sobre los efectos del uso de las PVD sobre la salud se intensificaron cuando el Consejo Nacional de Aseguradoras sueco reconoció en 1985 un caso de enfermedad dérmica en un operador de PVD como una enfermedad profesional. La aceptación de la indemnización en este caso coincidió con un aumento notable del número de casos de

Estudios de casos: las PVD y los problemas de piel

Suecia: 450 pacientes fueron identificados y examinados por problemas de piel que atribuían al trabajo con PVD. Sólo se detectaron dermatosis faciales comunes y ninguno de los pacientes presentó dermatosis específicas que pudieran estar relacionadas con el uso de las PVD. A pesar de que muchos pacientes consideraban que sus síntomas eran importantes, las lesiones visibles de la piel eran, en realidad, leves de acuerdo con las definiciones médicas habituales, y la mayoría de los pacientes observaron una mejoría sin necesidad de tratamiento farmacológico a pesar de que continuaron utilizando PVD. Muchos de estos pacientes padecían alergias de contacto identificables, lo que explicaba sus síntomas de piel. Los estudios epidemiológicos en los que se comparó a pacientes que trabajaban con PVD con una población control no expuesta con un estado de piel similar no mostró ninguna relación entre el estado de la piel y el uso de las PVD. Por último, en un estudio de provocación tampoco se demostró ninguna relación entre los síntomas de los pacientes y los campos electrostáticos o magnéticos producidos por las PVD (Wahlberg y Lidén 1988; Berg 1988; Lidén 1990; Berg, Hedblad y Erhardt 1990; Swanbeck y Bleeker 1989). En cambio, a diferencia de los resultados obtenidos en los escasos estudios epidemiológicos iniciales (Murray y cols. 1981; Frank 1983; Lidén y Wahlberg 1985), en un estudio epidemiológico a gran escala (Berg, Lidén y Axelson 1990; Berg 1989) de 3.745 trabajadores administrativos seleccionados aleatoriamente, de los cuales 809 se sometieron a un examen médico, se mostró que, a pesar de que los empleados expuestos a las PVD presentaban significativamente más problemas de piel que la población control no expuesta, la exploración médica no reveló síntomas de piel más visibles o más enfermedades de la piel.

Gales [RU]: en un estudio mediante cuestionario no se hallaron diferencias entre los problemas de piel manifestados por trabajadores que utilizaban PVD y una población control (Carmichael y Roberts 1992).

Singapur: una población control de profesores presentó significativamente más problemas de piel que los usuarios de PVD (Koh y cols. 1991).

enfermedades dérmicas que se sospechaba que estuvieran relacionados con el uso de las PVD. En el departamento de dermatología laboral del Hospital Karolinska de Estocolmo, el número de casos aumentó de siete entre 1979 y 1985 a 100, entre noviembre de 1985 y mayo de 1986.

A pesar del número relativamente grande de personas que acudieron en busca de un tratamiento médico, por lo que ellos creían que eran problemas de piel relacionados con el uso de las PVD, no existen pruebas concluyentes de que las PVD, por sí mismas, causen enfermedades dérmicas de origen profesional. La frecuencia de enfermedades dérmicas en personas expuestas a las PVD parece tratarse de una coincidencia o podría estar relacionada con otros factores del lugar de trabajo. La observación de que el aumento en la incidencia de quejas por problemas de piel entre los operadores de PVD suecos no se haya observado en otros países en los que el debate en los medios de comunicación no ha sido tan intenso, corrobora esta conclusión. Además, los datos científicos obtenidos en *estudios de provocación*, en los que se ha expuesto intencionalmente a pacientes a campos electromagnéticos relacionados con las PVD para determinar si podía inducirse un efecto en la piel, no muestran datos significativos que permitan demostrar un posible mecanismo para el desarrollo de estos problemas que pudiera estar relacionado con los campos derivados de las PVD.

Con todo, es posible que el estrés relacionado con el trabajo sea un factor importante para explicar las molestias dérmicas asociadas con el uso de las PVD. Por ejemplo, en estudios de seguimiento de subgrupo de empleados de oficina expuestos a las PVC que estaban siendo estudiados por problemas de piel, se comprobó que el número de empleados del grupo con síntomas dérmicos que experimentaban estrés laboral era significativamente mayor que en el grupo sin síntomas de piel. Se observó una correlación entre los niveles de las hormonas sensibles al estrés, (testosterona, prolactina y tiroxina) y los síntomas de piel durante los días que trabajaban, pero no en sus días libres. Así, una posible explicación de las molestias faciales asociadas con el uso de PVD podría ser por los efectos de la tiroxina, que produce una dilatación de los vasos sanguíneos (Berg y cols. 1992).

ASPECTOS PSICOSOCIALES DEL TRABAJO CON PVD ●

Michael J. Smith y Pascale Carayon

Introducción

Los ordenadores proporcionan eficiencia, ventajas competitivas y la capacidad de desarrollar procesos que no serían posibles de otra forma. Algunas áreas, como el control de procesos de fabricación, la gestión de inventarios, la gestión de registros, el control de sistemas complejos o la automatización de las oficinas se han beneficiado del uso de la informática. La informatización requiere una infraestructura considerable para que funcione adecuadamente. Además de los cambios arquitectónicos y eléctricos necesarios para el uso de las máquinas, la introducción de los equipos informáticos requiere cambios en conocimiento y preparación de los empleados y la aplicación de nuevos métodos de gestión del trabajo. Las demandas de los trabajos que utilizan equipos informáticos pueden ser muy distintas de las de trabajos tradicionales. Con frecuencia, los trabajos informatizados son más sedentarios y pueden requerir más actividad mental y atención en las tareas y, al mismo tiempo, un menor consumo físico de energía. Las demandas de producción pueden ser elevadas,

con una presión de trabajo constante y pocas posibilidades para la toma de decisiones.

Las ventajas económicas del uso de ordenadores en el trabajo han restado importancia a los posibles problemas sociales, de salud y seguridad para los trabajadores, como la pérdida de trabajo, los trastornos por traumas acumulativos y el mayor estrés mental. En muchos lugares de trabajo, la transición de formas tradicionales de trabajo a la informatización ha sido difícil y ha producido problemas psicosociales y sociotécnicos importantes para los trabajadores.

Problemas psicosociales específicos de las PVD

Las investigaciones realizadas (por ejemplo, Bradley 1983 y 1989; Bikson 1987; Westlander 1989; Westlander y Aberg 1992; Johansson y Aronsson 1984; Stellman y cols. 1987b; Smith y cols. 1981 y 1992a) han documentado cómo la introducción de los ordenadores en el lugar de trabajo han producido cambios importantes en el proceso del trabajo, las relaciones sociales, el estilo de gestión y en la naturaleza y contenido de las tareas. En el decenio de 1980, la ejecución del cambio tecnológico en la informatización era por lo general un proceso "de arriba a abajo", en el que los trabajadores no tenían derecho a participar en las decisiones relacionadas con la nueva tecnología o las nuevas estructuras de trabajo. Como resultado, surgieron gran cantidad de problemas físicos, de salud mental y de relaciones en las empresas.

Existe cierta controversia entre los expertos sobre los logros de los cambios que se están produciendo en las oficinas. Mientras que algunos opinan que la tecnología informática aumenta la calidad del trabajo y la productividad (Strassmann 1985), otros comparan los ordenadores con formas anteriores de tecnología, como las líneas de montaje de producción, y consideran que empeoran las condiciones de trabajo y aumentan el estrés laboral (Moshowitz 1986; Zuboff 1988). Nosotros consideramos que la tecnología de las pantallas de visualización de datos (PVD) afecta realmente al trabajo de distintas formas, pero que la tecnología es sólo un elemento de un sistema de trabajo mucho más amplio, que incluye factores relacionados con el individuo, las tareas, el entorno y la organización.

Conceptualización del diseño del trabajo informatizado

Muchas condiciones de trabajo afectan conjuntamente al usuario de PVD. Los autores proponen un modelo de diseño integral del trabajo que ilustra los distintos aspectos de las condiciones de

trabajo que pueden interactuar y acumularse para producir estrés (Smith y Carayon-Sainfort 1989). En la Figura 52.9 se muestra este modelo conceptual para los distintos elementos de un sistema de trabajo que pueden ejercer cargas sobre los trabajadores y producir estrés. En el centro de este modelo está el individuo, con sus características físicas, percepción, personalidad y comportamiento distintivos. El individuo utiliza la tecnología para realizar tareas específicas de su trabajo. La naturaleza de la tecnología determina, en gran medida, el rendimiento y las habilidades y conocimientos necesarios para que el trabajador pueda utilizarla de forma eficaz. Los requisitos de la tarea también influyen sobre los niveles de conocimientos y cualificación necesarios. Tanto las tareas como las tecnologías afectan el contenido del trabajo y las exigencias mentales y físicas. El modelo también muestra que las tareas y las tecnologías están dentro de un contexto de trabajo que incluye el ambiente físico y social. El propio ambiente global también puede afectar a la comodidad, los estados psicológicos y las actitudes. Por último, la estructura organizativa define la naturaleza y el nivel de participación individual, las relaciones entre los trabajadores y los niveles control. La naturaleza de la organización afecta a la supervisión y a las normas de rendimiento.

Este modelo ayuda a explicar las relaciones entre los requisitos del trabajo, las cargas físicas y psicológicas y las tensiones resultantes. Representa un concepto de sistema en el que cualquiera de los elementos puede influir sobre todos los demás, y en el que todos los elementos interactúan para determinar la forma en que se lleva a cabo el trabajo y la eficiencia de éste para satisfacer las necesidades y objetivos individuales y de la empresa. La aplicación de este modelo al lugar de trabajo con PVD se describe a continuación.

Medio ambiente

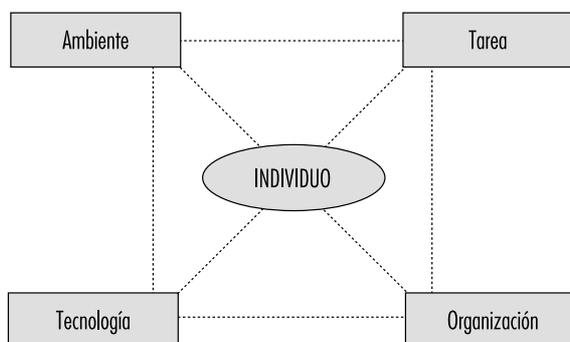
Los factores del ambiente físico se consideran estresores, en la oficina y en cualquier otro lugar. La calidad del aire general y su limpieza contribuyen, por ejemplo, al síndrome del edificio enfermo y a otras respuestas de estrés (Stellman y cols. 1985; Hedge, Erickson y Rubin 1992.) El ruido es un estresor bien conocido que puede causar el aumento del "arousal", de la presión sanguínea y un estado psicológico negativo (Cohen y Weinstein 1981). Otros ejemplos podrían ser aquellas condiciones ambientales que producen alteraciones sensoriales y dificultan el desempeño de las tareas, aumentando el estrés y la irritabilidad emocional de los trabajadores (Smith y cols. 1981; Sauter y cols. 1983b).

Tarea

Con la introducción de la tecnología informática, aumentan las *expectativas* de rendimiento, lo cual crea una presión adicional sobre los trabajadores, ya que se espera que su rendimiento sea siempre el más alto. Una *carga de trabajo excesiva* y la presión en el trabajo son estresores significativos para los usuarios de ordenadores (Smith y cols. 1981; Piotrkowski, Cohen y Coray 1992; Sainfort 1990). Están apareciendo nuevos tipos de exigencias de trabajo al aumentar el uso de los ordenadores. Las exigencias cognitivas, por ejemplo, pueden convertirse en fuentes de un mayor estrés para los usuarios de las PVD (Frese 1987). Todos estos son aspectos de las exigencias del trabajo.

También existen aspectos positivos, ya que los ordenadores son capaces de realizar muchas de las tareas sencillas y repetitivas que antes se realizaban manualmente, con lo cual se reduce la repetitividad del trabajo, se enriquece su contenido y se amplía su significado. Ahora bien, esto no puede generalizarse, ya que muchos de los nuevos trabajos con ordenador, como la entrada de datos, siguen siendo repetitivos y aburridos. Los ordenadores también proporcionan retroalimentación sobre el

Figura 52.9 • Modelo de las condiciones de trabajo y su impacto sobre el individuo.



Fuente: Smith y Carayon-Sainfort 1989.

Control electrónico del rendimiento de los empleados

El uso de métodos electrónicos para registrar el rendimiento del trabajo de los empleados ha aumentado notablemente con la generalización del uso de los ordenadores personales, que convierten tal registro en un proceso sencillo y rápido. Las empresas pueden utilizar esa información para gestionar mejor los recursos tecnológicos y humanos. El control electrónico permite detectar cuellos de botella, retrasos en la producción y un rendimiento de los empleados inferior a la media (o al estándar) en tiempo real. Las nuevas tecnologías de comunicación electrónica tienen la capacidad de realizar un seguimiento del rendimiento de elementos individuales del sistema de comunicación y de señalar las aportaciones de trabajadores concretos. A través de la vigilancia electrónica es posible examinar elementos de trabajo, tales como la entrada de datos en los terminales del ordenador, las conversaciones telefónicas y los mensajes de correo electrónico.

El control electrónico aumenta el control directivo sobre los trabajadores y puede dar lugar a la adopción de estrategias directivas de organización que produzcan estrés. Esto genera interrogantes importantes acerca de la precisión del sistema de control y se refleja bien la contribución del trabajador al éxito de la empresa, la invasión de la privacidad del trabajador, trabajador frente a la tecnología en el control de las tareas y las repercusiones de los estilos de dirección que utilizan la información electrónica para dirigir la conducta de los trabajadores (Smith y Amick 1989; Amick y Smith 1992; Carayon 1993b). Es posible que el control aumente la producción, pero también puede producir estrés laboral, absentismo, rotación del personal y sabotaje. Cuando al control electrónico se añade el uso de incentivos para aumentar la producción, también puede aumentar el estrés relacionado con el trabajo (OTA 1987; Smith y cols. 1992a). Además, este tipo de control electrónico del rendimiento crea problemas relacionados con la privacidad de los trabajadores (OIT 1991): en muchos países se ha prohibido su utilización.

Un requisito básico del control electrónico es que las tareas puedan dividirse en actividades fácilmente medibles y cuantificables, lo que suele implicar una concepción del trabajo que reduce el contenido de las tareas, ya que elimina la complejidad y la necesidad de pensar, que se ven sustituidas por acciones repetitivas. La filosofía subyacente es similar al principio básico de "Organización científica" (Taylor 1911), que recomienda la "simplificación" del trabajo.

En una empresa, por ejemplo, se introdujo un dispositivo de control telefónico en el nuevo sistema telefónico para los operadores de servicio al cliente. Tal sistema distribuía las llamadas telefónicas entrantes de los clientes, calculaba el tiempo de cada llamada y permitía al supervisor escuchar las conversaciones telefónicas del empleado. Fue sustituido como una herramienta de ordenación del flujo de trabajo para determinar los períodos de máxima entrada de llamadas, con el fin de saber cuando era necesario un operador extra. En lugar de utilizar el sistema de control sólo con este fin, la dirección de la empresa utilizó también los datos para establecer patrones de rendimiento del trabajo (segundos por transacción) y para iniciar acciones disciplinarias contra los empleados con un "rendimiento inferior a la media". Este sistema de control electrónico presionaba a trabajar con un rendimiento superior a la media por temor a represalias. Los estudios han mostrado que tales presiones de trabajo no contribuyen a un buen rendimiento, sino que producen consecuencias adversas sobre la salud (Cooper y Marshall 1976; Smith 1987). De hecho, en este caso se demostró que el sistema de control aumentó el estrés de los empleados y disminuyó la calidad de la producción (Smith y cols. 1992a).

El control electrónico puede influir en la imagen que los empleados tienen de sí mismos y en los sentimientos sobre su valía personal. En algunos casos, el control puede aumentar la autoestima si el trabajador recibe información sobre los resultados positivos de su actuación. El hecho de que la dirección se interese por el trabajador como un recurso valioso es otro resultado positivo. Con todo, los trabajadores perciben estos efectos de distinta forma, en especial si el bajo rendimiento conlleva sanciones o reprimendas. El temor a una evaluación negativa produce ansiedad y daña la autoestima y la imagen que los trabajadores tienen de sí mismos. El control electrónico puede originar condiciones adversas de trabajo, como el trabajo con un ritmo impuesto, falta de participación de los trabajadores, reducción de la variedad y definición de las tareas, disminución del apoyo social entre compañeros y por parte de los supervisores, temor a perder el empleo, monotonía de las actividades y falta de control sobre las tareas (Amick y Smith 1992; Carayon 1993).

Michael J. Smith

rendimiento, lo que no es posible con otras tecnologías (Kalimo y Leppanen 1985), lo cual permite *reducir la ambigüedad*.

Algunos aspectos del trabajo informatizado han sido relacionados con un *menor control*, el cual se ha identificado como una fuente importante de estrés para los usuarios de ordenadores en oficinas. La incertidumbre relacionada con la duración de los problemas en los ordenadores, como las caídas y el tiempo de inactividad del sistema, pueden ser una fuente de estrés (Johansson y Aronsson 1984; Carayon-Sainfort 1992). Los problemas en los ordenadores pueden ser especialmente estresantes si los trabajadores dependen de forma importante de la tecnología para realizar su trabajo, como es el caso de los empleados encargados de la reserva de billetes en las compañías aéreas.

Tecnología

El tipo de tecnología utilizada por el trabajador define con frecuencia su cualificación para realizar las tareas y el grado de carga fisiológica y psicológica. Si la tecnología produce una carga de trabajo excesiva o insuficiente, puede producir más estrés y efectos adversos para la salud física (Smith y cols. 1981; Johansson y Aronsson 1984; Ostberg y Nilsson 1985). La tecnología cambia rápidamente, obligando a los trabajadores a adaptar continuamente sus conocimientos y cualificación para mantenerse al día. Además, la especialización actual puede quedarse obsoleta rápidamente. Tal "obsolescencia" tecnológica puede

deberse a la descualificación del trabajo y al empobrecimiento de su contenido, así como a una formación y especialización inadecuadas. Los trabajadores que no cuentan con el tiempo o los recursos necesarios para mantenerse al día en la tecnología pueden sentirse amenazados por ésta y sentir temor ante la posibilidad de perder su empleo. Así, los temores de los trabajadores de que su cualificación sea inadecuada para utilizar las nuevas tecnologías son una de las principales influencias adversas de la tecnología, que puede compensarse, evidentemente, con la formación adecuada. Otro efecto de la introducción de la tecnología es el temor a perder el empleo debido a la mayor eficiencia de aquella (Ostberg y Nilsson 1985; Smith, Carayon y Miezio 1987).

Las sesiones intensas, repetitivas y prolongadas con las PVD también pueden contribuir a aumentar la tensión y el estrés ergonómicos (Stammerjohn, Smith y Cohen 1981; Sauter y cols. 1983b; Smith y cols. 1992b) y pueden causar molestias o trastornos visuales y musculoesqueléticos, como se describe en otras secciones de este capítulo.

Factores relacionados con la organización

El contexto organizativo del trabajo puede influir sobre el estrés y la salud del trabajador. Cuando la tecnología requiere nuevas cualificaciones, la forma en que se presentan las nuevas tecnologías a los trabajadores y el apoyo que reciben de la organización, como la formación adecuada y el tiempo necesario para

adaptarse, se ha relacionado con los niveles de estrés y las alteraciones emocionales experimentadas (Smith, Carayon y Miezió 1987). La oportunidad para desarrollarse y promocionar en un trabajo (carrera profesional) también está relacionado con el estrés (Smith y cols. 1981). La incertidumbre con relación al futuro laboral es una fuente importante de estrés entre los usuarios de ordenadores (Sauter y cols. 1983b; Carayon 1993a) y la posibilidad de perder el empleo también genera estrés (Smith y cols. 1981; Kasl 1978).

Se ha indicado que la programación del trabajo, como los turnos de trabajo y las horas extra, repercuten negativamente sobre la salud física y mental (Monk y Tepas 1985; Breslow y Buell 1960). Las empresas que desean mantener los equipos en funcionamiento continuo, utilizan cada vez más el trabajo a turnos. Con frecuencia es necesario que los empleados hagan horas extra para poder cumplir con la carga de trabajo, especialmente cuando se producen retrasos debido a la caída o al mal funcionamiento del sistema.

Los ordenadores proporcionan a los directivos la capacidad de controlar electrónicamente el rendimiento de los trabajadores continuamente; esto puede crear condiciones de trabajo estresantes, por ejemplo, al aumentar la presión en el trabajo (véase el cuadro "Control electrónico"). Las relaciones personales negativas entre el empleado y el supervisor y la sensación de falta de control pueden aumentar en los lugares de trabajo supervisados electrónicamente.

La introducción de la tecnología de las PVD ha afectado a las relaciones sociales en el trabajo. El aislamiento social se ha identificado como una fuente importante de estrés para los usuarios de ordenadores (Lindström 1991; Yang y Carayon 1993), ya que el aumento del tiempo que el trabajador dedica al ordenador reduce el tiempo disponible para relacionarse con otros trabajadores y recibir o dar apoyo social. La necesidad del apoyo de los supervisores y compañeros está bien documentada (House 1981), y se ha comprobado que puede reducir el impacto de otros factores de estrés sobre el estrés del trabajador. El apoyo de los compañeros, el supervisor o el personal técnico es importante para el trabajador que tiene problemas con su equipo; ahora bien, el ambiente de trabajo informático puede, irónicamente, reducir el nivel de tal apoyo social.

El individuo

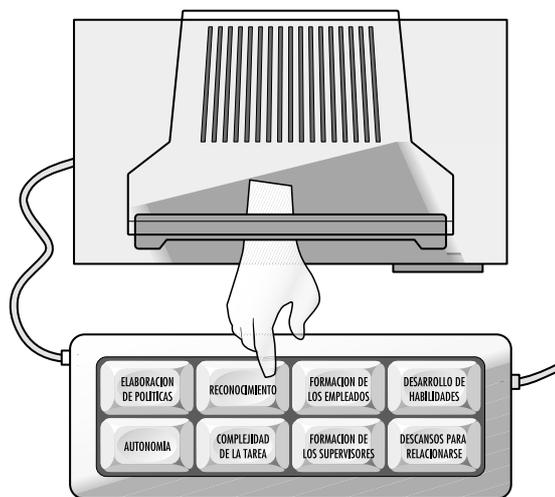
Existen varios factores personales, como la personalidad, el estado de salud física, las habilidades y capacidades, el acondicionamiento físico, la experiencia y el aprendizaje previo, los motivos, objetivos y necesidades que determinan los efectos físicos y psicológicos antes descritos (Levi 1972).

Mejora de las características psicosociales del trabajo con PVD

El primer paso para reducir el estrés del trabajo con las PVD es identificar las características de la organización y del diseño del trabajo que pueden causar problemas psicosociales, a fin de poder modificarlas, sin perder de vista que los problemas de las PVD que pueden producir estrés laboral generalmente no son el resultado de aspectos aislados de la organización o del diseño del trabajo, sino más bien una combinación de varios aspectos de un diseño inadecuado del trabajo. Por lo tanto, las soluciones para reducir o eliminar el estrés laboral deben ser globales y considerar simultáneamente los numerosos factores de un diseño inadecuado del trabajo. Las soluciones que se centran únicamente en uno o dos factores no suelen tener éxito (véase la Figura 52.10.)

Las mejoras en el diseño del trabajo deberían comenzar por la organización del trabajo, brindando a los trabajadores un

Figura 52.10 • Claves para reducir el aislamiento y el estrés.



ambiente de apoyo. Así se aumenta la motivación por el trabajo y la sensación de seguridad del trabajador, al mismo tiempo que se reduce el sentimiento de estrés (House 1981). Una política que defina la importancia de los empleados dentro de la organización y señale explícitamente la forma en la que la organización proporcionará un ambiente de apoyo es un buen comienzo. Una forma muy efectiva de proporcionar apoyo a los empleados es proveerse de supervisores y directivos con una formación específica sobre los métodos de brindar apoyo. Los supervisores que respaldan a sus empleados pueden actuar como "amortiguadores" previniendo un estrés organizativo o tecnológico innecesario.

El contenido de las tareas se ha reconocido desde hace mucho tiempo como un elemento importante para la motivación y la productividad de los empleados (Herzberg 1974; Hackman y Oldham 1976). Más recientemente, se ha esclarecido la relación entre el contenido del trabajo y las reacciones de estrés (Cooper y Marshall 1976; Smith 1987). Hay tres aspectos principales del contenido del trabajo que son específicamente importantes para el trabajo con PVD; estos son: la complejidad de la tarea, la cualificación del empleado y las oportunidades de desarrollo profesional. En cierto sentido, todos estos aspectos están relacionados con el fomento del clima motivacional que genere en el empleado satisfacción con el trabajo y desarrollo psicológico, (el cual se refiere al perfeccionamiento de las habilidades y capacidades intelectuales de los empleados), favorezca el aumento de la autoestima o imagen de sí mismo y aumente el reconocimiento social de los logros individuales.

El principal medio para aumentar el contenido del trabajo es incrementar el nivel de cualificación necesario para desarrollar las tareas, lo que significa generalmente ampliar el alcance de las tareas, así como enriquecer los elementos de cada tarea concreta (Herzberg 1974). Al ampliar el número de tareas se aumenta el repertorio de cualificaciones necesarias para realizar la tarea con éxito, así como la cantidad de decisiones que el empleado debe tomar para definir la secuencia de las tareas y actividades. El aumento en el nivel de especialización del contenido del trabajo favorece la imagen que el empleado se crea de su valía personal y de su importancia para la organización. Asimismo, favorece la imagen positiva del individuo en su grupo social de trabajo dentro de la organización.

Aumentar la complejidad de las tareas, es decir, la cantidad de trabajo intelectual y la toma de decisiones que conlleva, es el

siguiente paso lógico que se puede conseguir asociando tareas simples en grupos de actividades relacionadas que hay que coordinar, o añadiendo tareas mentales que requieran un conocimiento adicional y especialización informática. Especialmente durante la introducción de la tecnología informática, los requisitos de las nuevas tareas generalmente superan los conocimientos y cualificación actuales de los empleados que deben desempeñarlas. Por ello es necesario formar a los empleados en los nuevos aspectos de las tareas a fin de que adquieran la cualificación necesaria para llevarlas a cabo de forma adecuada. Tal formación no sólo mejorará los conocimientos y cualificación del empleado (con el correspondiente aumento de su rendimiento), sino que éste ganará también en autoestima y confianza en sí mismo. Al proporcionarle formación también se le indicará que la empresa desea invertir en el desarrollo de su preparación y, por lo tanto, le aportará confianza sobre la estabilidad y futuro de su empleo.

El control que el empleado puede tener sobre su trabajo tiene una influencia psicosocial muy importante (Karasek y cols. 1981; Sauter, Cooper y Hurrell 1989). Es posible definir aspectos importantes del control respondiendo a las preguntas "quién, cómo y cuándo". La naturaleza de las tareas que deben llevarse a cabo, la necesidad de coordinación entre los empleados, los métodos que hay que utilizar para realizar las tareas y la programación de éstas pueden definirse respondiendo a estas preguntas. El control del trabajo puede diseñarse a nivel de las tareas, de la unidad de trabajo y de la organización (Sainfort 1991; Gardell 1971). A nivel de la tarea, el empleado puede tener suficiente autonomía en cuanto a los métodos y procedimientos utilizados para realizarla. A nivel de la unidad de trabajo, los grupos de empleados pueden gestionar por sí mismos varias tareas interrelacionadas y el propio grupo puede decidir quién realizará determinadas tareas, el orden de las mismas, su coordinación y las normas de producción necesarias para cumplir con los objetivos de la organización. A nivel de la organización, los empleados pueden participar en actividades estructuradas que aportan información a los directivos sobre la opinión de los empleados o las sugerencias para mejorar la calidad. Cuando los niveles de control disponibles son limitados, es preferible introducir la autonomía a nivel de la tarea y crear después la estructura organizacional, tanto como sea posible (Gardell 1971).

Una de las consecuencias naturales de la automatización informática parece ser el aumento de la carga de trabajo, ya que el objetivo de la automatización es aumentar la cantidad y la calidad del trabajo producido. Muchas organizaciones consideran que tal aumento es necesario para costear la inversión en automatización. Ahora bien, no es fácil establecer la carga de trabajo adecuada. Los ingenieros industriales han desarrollado métodos científicos para determinar los sistemas y cargas de trabajo adecuados (los requisitos de realización de un trabajo). Tales métodos se han utilizado con éxito en las industrias manufactureras durante décadas, pero han tenido poca aplicación al trabajo de oficina, ni siquiera después de la informatización que han experimentado. El uso de métodos científicos, como los descritos por Kanawaty (1979) y Salvendy (1992), para establecer la carga de trabajo de los operadores de PVD debería ser una de las primeras prioridades en todas las organizaciones, ya que estos métodos establecen normas o requisitos de producción adecuados, contribuyen a proteger a los empleados de una carga de trabajo excesiva y ayudan a garantizar la calidad de los productos.

Las exigencias asociadas con niveles altos de concentración requeridos por las tareas informatizadas pueden reducir la cantidad de interacción social durante el trabajo, produciendo el aislamiento social de los empleados. Para compensar este efecto,

deberían brindarse oportunidades de relacionarse a los empleados no ocupados en tareas informatizadas y a los que están en las pausas de descanso. Las tareas no informatizadas, que no requieran una concentración excesiva, podrían organizarse de forma que los empleados puedan trabajar próximos entre sí y tener así la oportunidad de hablar entre ellos. Tales relaciones proporcionan apoyo social, que es un factor modificador esencial en la reducción de los efectos adversos sobre la salud mental y los trastornos físicos, como las enfermedades cardiovasculares (House 1981). Las relaciones sociales naturalmente también reducen el aislamiento y promueven una mayor salud mental.

Debido a que las condiciones poco ergonómicas también pueden producir problemas psicosociales para los usuarios de PVD, el establecimiento de las condiciones ergonómicas adecuadas es un elemento esencial del diseño integral del trabajo. De este tema se trata con más detalle en otras secciones de este capítulo y en otros capítulos de la *Enciclopedia*.

La búsqueda del equilibrio

Debido a que no existen trabajos ni lugares de trabajo "perfectos", libres de todos los estresores psicosociales y ergonómicos, con frecuencia es preciso llegar a un compromiso cuando se intenta mejorar el lugar de trabajo. Los procesos de rediseño implican generalmente un "compromiso" entre unas condiciones excelentes de trabajo y la necesidad de tener una productividad aceptable. Ello requiere tiempo para pensar cómo conseguir el mejor "equilibrio" entre los beneficios positivos para la salud de los empleados y la productividad. Lamentablemente, puesto que existen tantos factores que pueden producir condiciones psicosociales adversas generadoras de estrés, y puesto que estos factores están interrelacionados, las modificaciones de uno de los factores no necesariamente producen beneficios si no se realizan cambios concomitantes en los demás factores relacionados. En general, deberían considerarse dos aspectos del equilibrio: el equilibrio del sistema en su totalidad y el equilibrio compensatorio.

El equilibrio del sistema se basa en la idea de que el lugar de trabajo, los procesos o el trabajo es más que la suma de los componentes individuales del sistema. La interacción entre los diversos componentes produce resultados que son mayores (o menores) a la suma de las partes individuales y determina el potencial del sistema para producir resultados positivos. Por ello, las mejoras en el trabajo deben tenerlo en cuenta y adaptar el sistema de trabajo en su conjunto. Si una organización se centra exclusivamente en el componente tecnológico del sistema, se producirá un desequilibrio, ya que se habrán descuidado factores personales y psicosociales. El modelo del sistema de trabajo que se muestra en la Figura 52.9 puede utilizarse para identificar y entender las relaciones entre las exigencias del trabajo, los factores de diseño y el estrés, que deben estar equilibradas.

Debido a que pocas veces es posible eliminar todos los factores psicosociales que producen estrés, ya sea por motivos económicos o porque es imposible modificar aspectos inherentes a las tareas del trabajo, se utilizan técnicas de equilibrio compensatorio. El equilibrio compensatorio intenta reducir el estrés psicológico modificando aspectos del trabajo que pueden ser alterados en una dirección positiva para compensar otros aspectos que no pueden ser modificados. Existen cinco elementos del sistema de trabajo: la carga física, los ciclos de trabajo, el contenido del trabajo, el control y las relaciones entre los trabajadores, que actúan en conjunto para proporcionar los recursos necesarios para alcanzar los objetivos individuales y de la organización a través del equilibrio compensatorio. Aunque hemos descrito algunos de los atributos potencialmente negativos de estos elementos en términos de estrés laboral, cada uno

de ellos tiene también aspectos positivos que pueden neutralizar las influencias negativas. Por ejemplo, la falta de preparación para utilizar la nueva tecnología puede compensarse mediante la formación de los empleados. El bajo contenido del trabajo, que genera repetitividad y monotonía puede ser equilibrado con una estructura jerárquica que promueva la participación del empleado y el control sobre las tareas, y con la ampliación del trabajo que introduzca mayor diversidad de tareas. Las condiciones sociales del trabajo con PVD podrían mejorarse equilibrando las cargas que pueden producir estrés y considerando todos los elementos del trabajo y su potencial para causar o reducir estrés. La propia estructura de la organización podría ser adaptada para proporcionar trabajos enriquecidos que proporcionen apoyo al individuo. El aumento de los niveles de la plantilla, incrementando los niveles de responsabilidad compartida o los recursos financieros destinados al bienestar de los trabajadores son otras posibles soluciones.

● ASPECTOS ERGONOMICOS DE LA INTERACCION ORDENADOR/HOMBRE

Jean-Marc Robert

Introducción

El desarrollo de interfaces eficaces para los sistemas informáticos es el objetivo fundamental de las investigaciones sobre las interacciones ordenador/hombre.

Una interfaz puede definirse como la suma de los componentes del hardware y del software a través de los cuales se acciona el sistema y se informa a los usuarios de su estado. Los componentes del hardware incluyen los dispositivos de entrada de datos y los dispositivos señaladores (por ejemplo, el teclado o el ratón), los dispositivos de presentación de la información (como pantallas y altavoces), y los manuales del usuario y la documentación. Los componentes del software incluyen los comandos de menú, los iconos, las ventanas, la retroinformación, los sistemas de navegación y los mensajes, etc. Los componentes de hardware y de software de la interfaz pueden estar tan relacionados entre sí que pueden considerarse inseparables (por ejemplo, las teclas de función del teclado). La interfaz incluye todo lo que el usuario percibe, entiende y manipula cuando interactúa con el ordenador (Moran 1981). Es, por lo tanto, un determinante crucial de la relación persona-máquina.

La investigación sobre las interfaces tiene como objetivo mejorar la utilidad, accesibilidad, rendimiento, seguridad y usabilidad. Por este motivo, la utilidad se define en relación a la tarea que se desea realizar. Un sistema útil contiene las funciones necesarias para que el usuario realice las tareas que se le han encomendado (escritura, diseño, cálculo o programación). La accesibilidad es una medida de la capacidad de una interfaz para permitir que varias categorías de usuarios, (en especial, los individuos discapacitados y los que trabajan en áreas geográficamente aisladas, que se desplazan continuamente o que tienen las dos manos ocupadas), utilicen el sistema para realizar sus actividades. El rendimiento, considerado aquí desde un punto de vista humano más que técnico, es una medida del grado en el que un sistema mejora la eficiencia con la que los usuarios realizan su trabajo. Con ello nos referimos a las macros, las teclas de acceso rápido a los menús y los asistentes de software. La seguridad de un sistema se define por el grado en que una interfaz permite a los usuarios realizar su trabajo sin riesgo de accidentes o pérdidas de personas, de equipos, de datos o medio ambientales. Por último, la usabilidad se define como la facilidad con que

puede aprenderse el uso de un sistema y utilizarse. Por extensión, este término incluye también a la utilidad y al rendimiento del sistema, antes definidos.

Elementos del diseño de la interfaz

Desde la invención de los sistemas operativos de tiempo compartido en 1963 y especialmente desde la introducción de los microordenadores en 1978, el desarrollo de las interfaces persona-ordenador ha sido vertiginoso (véase historia en Gaines y Shaw 1986). El estímulo para este desarrollo se encuentra principalmente en tres factores simultáneos:

En primer lugar, la rápida evolución de la tecnología informática como resultado de los avances de la ingeniería eléctrica, de las ciencias, físicas e informáticas, ha sido uno de los determinantes principales del desarrollo de la interfaz de usuario. A ello se debe la aparición de ordenadores cada vez más potentes y rápidos, con gran capacidad de memoria, pantallas gráficas de alta resolución, y dispositivos señaladores más naturales que permiten la manipulación directa (ratones, "trackballs"). Estas tecnologías también fueron las responsables de la aparición de los microordenadores y que constituyeron la base para las interfaces basadas en caracteres de los decenios de 1960 y 1970, para las interfaces gráficas de finales del decenio de 1970 y las interfaces multimedia e hipermedia aparecidas a mediados del decenio de 1980, basadas en entornos virtuales o en el uso de tecnologías de reconocimiento de entrada alternativa (por ejemplo, detección de voz, de escritura y del movimiento). En los últimos años, se ha realizado una investigación y un desarrollo considerables en estas áreas (Waterworth y Chignel 1989; Rheingold 1991). Acompañando a estos avances, se han desarrollado herramientas de software cada vez más avanzadas para el diseño de interfaces (por ejemplo, los sistemas de división en ventanas, las bibliotecas de objetos gráficos o los sistemas de desarrollo de prototipos) que reducen de forma importante el tiempo necesario para desarrollar las interfaces.

En segundo lugar, los usuarios de los sistemas informáticos han tenido un papel muy importante en el desarrollo de interfaces eficaces por tres motivos: el primero, porque los usuarios actuales no son ingenieros ni investigadores, a diferencia de los usuarios de los primeros ordenadores. Es por esto que piden sistemas que sean fáciles de aprender y de utilizar. El segundo motivo, la edad, el sexo, el idioma, el nivel cultural, la formación, la experiencia, las habilidades, la motivación y el interés de los usuarios individuales es muy variable. Por esto, las interfaces deben ser más flexibles y capaces de adaptarse mejor a una amplia gama de necesidades y expectativas; y tercero, los usuarios trabajan en sectores económicos diversos y realizan una variedad de tareas muy amplia. Por ello, los desarrolladores de interfaces deben reevaluar constantemente la calidad de sus interfaces.

En último lugar, la gran competitividad del mercado y las expectativas cada vez mayores en cuanto a la seguridad favorecen el desarrollo de mejores interfaces. Dos grupos de aliados son responsables de estos aspectos: por una parte, los productores de software, que luchan por reducir los costes sin perder las características distintivas de sus productos, que les permiten alcanzar sus objetivos comerciales y, por otra, los usuarios para quienes el software es un medio para ofrecer productos y servicios más competitivos a sus clientes. Para ambos grupos, una interfaz eficaz ofrece una serie de ventajas:

Para los productores de software:

- mejor imagen del producto
- mayor demanda de productos
- menor tiempo de formación

- menor necesidad de servicio posventa
- una base sólida para desarrollar una línea de productos
- reducción del riesgo de errores y accidentes
- reducción de la documentación.

Para los usuarios:

- fase de aprendizaje más corta
- mayores posibilidades de aplicación general de las habilidades
- mejor uso del sistema
- mayor autonomía en el uso del sistema
- reducción del tiempo necesario para realizar una tarea
- menor número de errores
- mayor satisfacción.

Las interfaces eficaces pueden mejorar significativamente la salud y la productividad de los usuarios al tiempo que mejoran la calidad y reducen los costes de su formación. Para ello es necesario basar el diseño y la evaluación de las interfaces en principios ergonómicos y en normas prácticas, ya sean directrices, normas de empresa de los principales fabricantes de sistemas o normas internacionales. En el curso de los años, se ha acumulado una gran cantidad de principios ergonómicos y directrices relativas al diseño de interfaces (Scapin 1986; Smith y Mosier 1986; Marshall, Nelson y Gardiner 1987; Brown 1988). Este bloque multidisciplinario abarca todos los aspectos de las interfaces modalidad carácter y gráficas, así como los criterios de evaluación de las interfaces. A pesar de que su aplicación concreta ocasionalmente supone algún problema (por ejemplo, terminología imprecisa, información inadecuada sobre las condiciones de uso, presentación inadecuada, etc.), sigue siendo un recurso valioso para el diseño y la evaluación de las interfaces.

Además, los principales fabricantes de software han desarrollado sus propias directrices y normas internas para el diseño de interfaces. He aquí los documentos que recogen dichas directrices:

- *Apple Human Interface Guidelines* (1987)
- *Open Look* (Sun 1990)
- *OSF/Motif Style Guide* (1990)
- *IBM Common User Access guide to user interface design* (1991)
- *IBM Advanced Interface Design Reference* (1991)
- *The Windows interface: An application design guide* (Microsoft 1992)

Estas directrices tienen como objetivo simplificar el desarrollo de interfaces indicando un nivel mínimo de uniformidad y coherencia entre las interfaces utilizadas en la misma plataforma informática. Son precisas, detalladas y bastante completas en varios aspectos y tienen la ventaja adicional de ser bien conocidas, accesibles y ampliamente utilizadas. Son las normas de diseño "de facto" que utilizan los que desarrollan los sistemas y son, por lo mismo, indispensables.

Además, las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) son también valiosas fuentes de información sobre el diseño y la evaluación de las interfaces. Estas normas se refieren principalmente a la uniformidad entre las interfaces, independientemente de las plataformas y aplicaciones. Se han elaborado en colaboración con las asociaciones nacionales de normalización, después de discutir las ampliamente con los investigadores, diseñadores y fabricantes. La norma ISO más importante sobre el diseño de interfaces es la ISO 9241, que describe los requisitos ergonómicos para las pantallas de visualización de datos y consta de 17 partes. Por ejemplo, las partes 14, 15, 16 y 17 se refieren a cuatro tipos de diálogo persona-ordenador: los menús, los lenguajes de comandos, la manipulación directa y los formularios. Las

normas ISO deberán tener prioridad sobre otros principios y directrices de diseño. Las siguientes secciones tratan sobre los principios que deben condicionar el diseño de las interfaces.

Una filosofía de diseño centrada en el usuario

Gould y Lewis (1983) han propuesto una filosofía de diseño centrada en el usuario de las pantallas de visualización. Los cuatro principios propuestos son:

1. Atención inmediata y continua a los usuarios. Se mantiene un contacto directo con los usuarios, con el fin de comprender mejor sus características y tareas.
2. Diseño integrado. Todos los aspectos de la usabilidad (por ejemplo, interfaz, manuales, sistemas de ayuda) se desarrollan en paralelo y se colocan bajo un control centralizado.
3. Evaluación inmediata y continua por parte de los usuarios. Los usuarios prueban las interfaces o prototipos en las primeras fases de diseño, en condiciones de trabajo simuladas. El rendimiento y las reacciones se miden cuantitativa y cualitativamente.
4. Diseño iterativo. El sistema es modificado dependiendo de los resultados de la evaluación, y vuelve a comenzar el ciclo de evaluación.

En Gould (1988) se explican con detalle estos principios. Muy relevantes cuando se publicaron, en 1985, siguen siéndolo casi quince años después, debido a la imposibilidad de predecir la efectividad de las interfaces sin las pruebas de los usuarios. Tales principios constituyen la base de los ciclos de desarrollo basados en el usuario, propuestos por varios autores en los últimos años (Gould 1988; Mantei y Teorey 1989; Mayhew 1992; Nielsen 1992; Robert y Fiset 1992).

En la última parte de este artículo analizaremos cinco etapas del ciclo de desarrollo que parecen determinar la efectividad de la interfaz final.

Análisis de la tarea

El análisis ergonómico de la tarea es uno de los pilares del diseño de interfaces. Esencialmente se trata del proceso por el que se definen las responsabilidades y actividades de los usuarios, lo que, a su vez, permite diseñar interfaces compatibles con las características de las tareas de los usuarios. Todas las tareas tienen dos facetas:

1. La *tarea nominal*, que corresponde a la definición formal de tarea hecha por la organización. Incluye los objetivos, los procedimientos, el control de calidad, las normas y las herramientas.
2. La *tarea real*, que corresponde a las decisiones de los usuarios y a los comportamientos necesarios para la ejecución de la tarea nominal.

El corte entre la tarea nominal y la real es inevitable y deriva de la incapacidad de la tarea nominal de tener en cuenta las variaciones y las circunstancias imprevisibles del flujo de trabajo, así como de las diferencias en la representación mental que los usuarios hacen de su trabajo. El análisis de la tarea nominal no basta para entender completamente las actividades de los usuarios.

El análisis de la actividad examina elementos como los objetivos de trabajo, el tipo de operaciones realizadas, su organización temporal (secuencial, en paralelo) y frecuencia, los modos operativos en que se basa, las decisiones, las fuentes de dificultades, los errores y los modos de recuperación. También muestra este análisis las distintas operaciones realizadas para llevar a cabo la tarea (detección, búsqueda, lectura, comparación, evaluación, decisión, estimación, anticipación), las entidades

manipuladas (por ejemplo, en el control de procesos, la temperatura, presión, velocidad de flujo, el volumen) y la relación entre los operadores y las entidades. El contexto en el que es ejecutada la tarea condiciona estas relaciones. Tales datos son indispensables para definir y organizar las características futuras del sistema.

A nivel más básico, el análisis de la tarea está compuesto por la obtención de datos, su recopilación y análisis. Puede realizarse antes, durante o después de la informatización de la tarea. En todos los casos, proporciona directrices esenciales para el diseño y la evaluación de la interfaz. El análisis de la tarea siempre está relacionado con la tarea real, aunque también puede estudiar tareas futuras a través de su simulación o la prueba de prototipos. Cuando se realiza antes de la informatización, estudia las "tareas externas" (es decir, las tareas que se realizan sin el ordenador), que se llevan a cabo con las herramientas de trabajo existentes (Moran 1983). Es un tipo de análisis útil incluso si se espera que la informatización modifique la tarea de forma importante, ya que permite definir la naturaleza y lógica de la tarea, los procedimientos de trabajo, la terminología, los operadores y tareas, las herramientas de trabajo y fuentes de dificultades. Al hacer esto, se obtienen los datos necesarios para la optimización de la tarea y la informatización.

El análisis de la tarea realizado durante la informatización de la tarea se centra en "tareas internas", es decir, las realizadas y representadas por el sistema informático. En esta etapa se utilizan prototipos del sistema para la obtención de datos. El proceso se ocupa de los mismos puntos examinados en la etapa anterior, pero desde el punto de vista del proceso de informatización.

Después de la informatización de la tarea, el análisis de la tarea también estudia las tareas internas, pero el análisis ahora se centra en el sistema informático final. Este tipo de análisis se realiza con frecuencia para evaluar las interfaces existentes o como parte del diseño de interfaces nuevas.

El análisis jerárquico de la tarea es un método utilizado frecuentemente en ergonomía cognitiva que ha resultado muy útil en diversos campos, incluido el diseño de interfaces (Shepherd 1989). Consiste en la división de las tareas (u objetivos principales) en subtareas, cada una de las cuales puede subdividirse hasta conseguir el nivel de detalle deseado. Si los datos se obtienen directamente de los usuarios (por ejemplo, a través de entrevistas, comentarios, etc.), la división jerárquica puede dar una imagen de la ordenación mental que los usuarios hacen de la tarea. Los resultados del análisis pueden representarse mediante una tabla o un diagrama de árbol. Cada una de estos formatos tienen ventajas e inconvenientes.

Análisis del usuario

El otro pilar del diseño de interfaces es el análisis de las *características del usuario*. Las características relevantes pueden estar relacionadas con la edad, sexo, idioma, nivel cultural, formación, conocimientos técnicos o de informática, cualificación o motivación del usuario. Las variaciones en estos factores individuales son las responsables de las diferencias en y entre grupos de usuarios. Uno de los principios básicos del diseño de interfaces es, por lo tanto, que no existe un usuario medio. Es necesario, por lo tanto, identificar distintos grupos de usuarios y sus características. Se debe impulsar a los representantes de cada grupo a que participen en el en los procesos de diseño y evaluación de las interfaces.

Por otra parte, se pueden utilizar técnicas psicológicas, ergonómicas y de ingeniería cognitiva para obtener información sobre las características de los usuarios relativas a la percepción, memoria, representación cognitiva, toma de decisiones y aprendizaje (Wickens 1992). Es evidente que la única manera de

desarrollar interfaces que sean realmente compatibles con los usuarios es tener en cuenta el efecto de las diferencias en estos factores sobre las capacidades, límites y forma de trabajar de los usuarios.

Los estudios ergonómicos sobre las interfaces se han centrado casi exclusivamente en las habilidades perceptivas, cognitivas y motoras de los usuarios, más que en los factores afectivos, sociales o de actitud, aunque en los últimos años, el trabajo en estos campos ha adquirido mayor popularidad. (Para una visión integral de las personas como sistemas de procesamiento de la información, consultar Rasmussen 1986; para una revisión de los factores relacionados con el usuario que hay que considerar para el diseño de interfaces, consultar Thimbleby 1990 y Mayhew 1992). Los siguientes párrafos tratan sobre las cuatro características principales relacionadas con el usuario que deberían tenerse en cuenta durante el diseño de interfaces.

Representación mental

Los modelos mentales que los usuarios construyen de los sistemas que utilizan reflejan la forma en que reciben y entienden estos sistemas. Es por esto que los modelos pueden variar dependiendo de los conocimientos y experiencia de los usuarios (Hutchins 1989). Con el fin de minimizar la curva de aprendizaje y facilitar el uso del sistema, el modelo conceptual en el que se basa un sistema debería ser similar a la representación mental que tiene el usuario de dicho sistema. Es necesario reconocer, sin embargo, que estos dos modelos nunca son idénticos. El modelo mental se caracteriza por el hecho de que es personal (Rich 1983), incompleto, variable entre distintas partes del sistema, posiblemente equivocado en algunos puntos y en constante evolución. Su papel en las tareas rutinarias es secundario, pero resulta esencial en las tareas no rutinarias y durante el diagnóstico de problemas (Young 1981). En estos últimos casos, los usuarios no pueden trabajar correctamente si no cuentan con un modelo mental adecuado. El reto para los diseñadores de interfaces es diseñar sistemas cuya interacción con los usuarios induzcan a estos últimos a formar modelos mentales similares al modelo conceptual del sistema.

Aprendizaje

La analogía tiene un papel muy importante en el aprendizaje del usuario (Rumelhart y Norman 1983). Por esto, el uso de analogías o metáforas adecuadas en la interfaz facilita el aprendizaje, al maximizar la transferencia de conocimientos procedentes de situaciones o sistemas conocidos. Las analogías y metáforas intervienen en muchas partes de la interfaz, como los nombres de comandos y menús, los símbolos, iconos, códigos (por ejemplo, la forma y el color) y los mensajes. Cuando son pertinentes, contribuyen de forma muy importante a hacer que la interfaz resulte natural y más transparente a los usuarios. En cambio, cuando son irrelevantes, pueden entorpecer al usuario (Halasz y Moran 1982). Actualmente, las dos metáforas utilizadas en las interfaces gráficas son el *escritorio* y, en menor grado, la *habitación*.

Los usuarios generalmente prefieren aprender un nuevo programa utilizándolo inmediatamente y no leyendo un manual o siguiendo un curso; prefieren un aprendizaje basado en la acción que les permite estar activos cognitivamente. Este tipo de aprendizaje, sin embargo, causa algunos problemas a los usuarios (Carroll y Rosson 1988; Robert 1989). Requiere una estructura de interfaz que sea compatible, transparente, coherente, flexible, de aspecto natural y que tolere errores, así como un conjunto de características que garanticen usabilidad, retroalimentación, sistemas de ayuda, ayudas para la navegación y manejo de errores (en este contexto, "errores" se refiere a las acciones que los usuarios desean deshacer). Las interfaces

eficaces proporcionan a los usuarios una cierta autonomía durante la exploración.

Desarrollo de conocimientos

El conocimiento de los usuarios se desarrolla al aumentar la experiencia, pero tiende a llegar rápidamente a una meseta. Ello significa que las interfaces deben ser flexibles y capaces de responder simultáneamente a las necesidades de usuarios con distintos niveles de conocimientos. En el caso ideal, deberían ser sensibles al contexto y proporcionar una ayuda personalizada. El sistema EdCoach, desarrollado por Desmarais, Giroux y Laroche (1993) es una interfaz de este tipo. La clasificación de los usuarios en principiantes, intermedios y avanzados no es adecuada para los fines del diseño de interfaces, ya que estas definiciones son demasiado estáticas y no tienen en cuenta las variaciones individuales. Actualmente existe tecnología de la información capaz de responder a las necesidades de distintos tipos de usuarios, aunque más a un nivel de investigación que comercial (Egan 1988). El interés actual por sistemas de soporte del rendimiento sugiere que estos sistemas se desarrollarán intensamente en los próximos años.

Errores inevitables

Por último, es necesario reconocer que los usuarios cometen errores cuando utilizan los sistemas, independientemente de su nivel de preparación o de la calidad del sistema. Un estudio reciente realizado en Alemania por Broadbeck y cols. (1993) muestra que al menos el 10 % del tiempo que invierten los trabajadores de oficina en los ordenadores está relacionado con la gestión de errores. Una de las causas de los errores es que los usuarios confían más en las estrategias de corrección que en las de prevención (Reed 1982). Los usuarios prefieren actuar rápidamente y cometer errores que después deben corregir, a trabajar más lentamente y evitar los errores. Es esencial tener en cuenta este aspecto cuando se diseñan las interfaces persona-ordenador. Además, los sistemas deberían ser tolerantes a los errores e incorporar un sistema de gestión de errores efectivo (Lewis y Norman 1986).

Análisis de necesidades

El análisis de necesidades es una parte explícita del ciclo de desarrollo de Robert y Fiset (1992), corresponde al análisis funcional de Nielsen y está integrado en otras etapas (análisis de la tarea, del usuario o de las necesidades) descritas por otros autores. Consiste en identificar, analizar y organizar todas las necesidades que el sistema informático puede satisfacer. Durante este proceso se identifican las características que es necesario añadir al sistema. El análisis de la tarea y del usuario, descrito anteriormente, debería ayudar a definir muchas de las necesidades, pero puede resultar inadecuado para definir las nuevas necesidades derivadas de la introducción de nuevas tecnologías o nuevas normativas (por ejemplo, sobre seguridad). El análisis de necesidades llena este vacío.

El análisis de las necesidades se lleva a cabo de la misma forma que el análisis funcional de los productos. Requiere la participación de un grupo de personas interesadas en el producto, que posea una formación, ocupación o experiencia en el trabajo complementarias. En este grupo puede haber futuros usuarios del sistema, supervisores, expertos en la materia y, si es necesario, especialistas en formación, organización del trabajo y seguridad. Asimismo, debe llevarse a cabo una revisión de la literatura científica y técnica en el campo de aplicación correspondiente, con el fin de establecer el estado actual de los conocimientos. También pueden estudiarse los sistemas competitivos usados en campos similares o relacionados. Posteriormente, se clasifican las distintas necesidades identificadas en este

análisis, se valoran y presentan en un formato adecuado para utilizarlas durante todo el ciclo de desarrollo.

Desarrollo de prototipos

El desarrollo de prototipos forma parte del ciclo de desarrollo de la mayoría de las interfaces y consiste en obtener un modelo preliminar en papel o electrónico (un prototipo) de la interfaz. Existen varios libros disponibles sobre el papel del desarrollo de prototipos en la interacción persona-ordenador (Wilson y Rosenberg 1988; Hartson y Smith 1991; Preece y cols. 1994).

El desarrollo de prototipos es prácticamente indispensable debido a que:

1. Los usuarios tienen dificultades para evaluar las interfaces basándose sólo en sus especificaciones funcionales; la descripción de la interfaz está demasiado alejada de la interfaz real y la evaluación es demasiado abstracta. Los prototipos son útiles ya que permiten a los usuarios ver y utilizar la interfaz y evaluar directamente su utilidad y usabilidad.
2. Es prácticamente imposible construir una interfaz adecuada al primer intento. La interfaz debe ser probada por el usuario y modificada a menudo. Para evitar este problema, se desarrollan prototipos interactivos o en papel, que puedan probarse, modificarse o rechazarse, y se mejoran hasta obtener una versión satisfactoria. Es un proceso considerablemente más barato que trabajar con la interfaz real.

Desde el punto de vista del equipo de desarrollo, la producción de prototipos tiene varias ventajas. Los prototipos permiten integrar y visualizar los elementos de la interfaz desde las primeras etapas del ciclo de diseño, identificar rápidamente los problemas detallados, producir un objeto concreto y común de discusión para el equipo de desarrollo y durante las discusiones con los clientes, e ilustrar de forma sencilla las soluciones alternativas con fines de comparación y de evaluación interna de la interfaz. La ventaja más importante es, sin embargo, la posibilidad de tener prototipos evaluados por los usuarios.

Existen herramientas de software, económicas y muy potentes, disponibles comercialmente para el desarrollo de prototipos en distintas plataformas, incluidos los microordenadores [por ejemplo, Visual Basic and Visual C++ (™Microsoft Corp.), UIM/X (™Visual Edge Software), HyperCard (™Apple Computer), SVT (™SVT Soft Inc.)]. El uso de estas herramientas, fáciles de obtener y relativamente fáciles de usar, se está generalizando entre los diseñadores y evaluadores de sistemas.

La inclusión de los prototipos ha cambiado completamente el proceso de desarrollo de la interfaz. Considerando la rapidez y flexibilidad con que es posible producir los prototipos, los encargados de desarrollarlos tienden actualmente a reducir el análisis inicial de la tarea, de los usuarios y de las necesidades y compensan estas deficiencias analíticas adoptando ciclos de evaluación más largos. Ello supone asumir que las pruebas de usabilidad identificarán los problemas y que es más rentable prolongar la evaluación que invertir tiempo en el análisis preliminar.

Evaluación de las interfaces

La evaluación de las interfaces por los usuarios es una forma indispensable y eficaz de mejorar la utilidad y usabilidad de la interfaz (Nielsen 1993). La interfaz se evalúa casi siempre en formato electrónico, aunque también es posible probar prototipos en papel. La evaluación es un proceso iterativo y forma parte del ciclo de evaluación-modificación del prototipo, que continúa hasta que la interfaz se considera aceptable. Pueden ser necesarios varios ciclos de evaluación. La evaluación puede llevarse a cabo en el lugar de trabajo o en laboratorios de usabilidad (ver la

edición especial de *Behaviour and Information Technology* (1994) para obtener una descripción de varios laboratorios de usabilidad).

En algunos métodos de evaluación de la interfaz no participan los usuarios y pueden utilizarse como un complemento para la evaluación de éstos (Karat 1988; Nielsen 1993; Nielsen y Mack 1994). Un ejemplo relativamente frecuente de estos métodos consiste en utilizar criterios como la compatibilidad, la coherencia, la claridad visual, el control explícito, la flexibilidad, la carga de trabajo mental, la calidad de la retroalimentación, la calidad de la ayuda y los sistemas de manejo de errores. Para obtener una definición detallada de estos criterios, consultar Bastien y Scapin (1993); estos criterios constituyen también la base de un cuestionario ergonómico sobre las interfaces (Shneiderman 1987; Ravden y Johnson 1989).

Después de la evaluación, es necesario encontrar soluciones para los problemas identificados, comentar y aplicar las modificaciones y tomar decisiones sobre si es necesario desarrollar un nuevo prototipo.

Conclusión

En esta discusión del desarrollo de las interfaces se han resaltado los objetivos principales y las tendencias generales en el campo de la interacción persona-ordenador. En resumen, *a)* el análisis de la tarea, del usuario y de las necesidades juega un papel primordial para entender los requisitos del sistema y, por extensión, las características necesarias en la interfaz, y *b)* el desarrollo de prototipos y la evaluación por los usuarios son indispensables para determinar la usabilidad de la interfaz. Existe un gran bagaje de conocimientos, formado por principios, directrices y normas de diseño, sobre las interacciones persona-ordenador. Con todo, actualmente es imposible producir una interfaz adecuada al primer intento. Constituye el reto más importante para los próximos años. Es necesario establecer vínculos más explícitos, directos y formales entre el análisis (de la tarea, usuarios, necesidades, contexto) y el diseño de la interfaz. También es necesario desarrollar métodos para aplicar los conocimientos ergonómicos actuales de forma más directa y más sencilla al diseño de las interfaces.

● NORMAS ERGONOMICAS

Tom F. M. Stewart

Introducción

Las normas ergonómicas pueden tener distintos formatos, como reglamentos promulgados a nivel nacional, o directrices y normas instituidas por organizaciones internacionales. Se trata de normas fundamentales en la mejora de la usabilidad de los sistemas. Las normas de diseño y rendimiento proporcionan confianza a los directivos de que podrán utilizar de forma productiva, eficaz, segura y cómoda los sistemas que adquieran. También proporcionan a los usuarios una referencia para juzgar sus propias condiciones de trabajo. En este artículo nos centraremos en la norma ergonómica 9241 (ISO 1992) de la Organización Internacional de Normalización (ISO), debido a que proporciona criterios importantes y reconocidos internacionalmente para seleccionar o diseñar equipos y sistemas con PVD. La ISO desarrolla su trabajo a través de varios comités técnicos, uno de los cuales es el Comité Técnico sobre la Ergonomía de la Interacción Persona-Sistema o ISO TC 159 SC4, responsable de las normas ergonómicas para las situaciones en las que los seres humanos interactúan con los sistemas tecnológicos. Sus miembros son representantes de los organismos nacionales de normalización de los países miembros y en las reuniones participan delegaciones

Estudio de caso: Directiva sobre equipos que incluyen pantallas de visualización (90/270/EEC)

Forma parte de una serie de directivas referentes a aspectos específicos de salud y seguridad. Las directivas forman parte del programa de la Unión Europea para promover la salud y la seguridad en el mercado único. La directiva "madre" de esta serie o Directiva Marco (89/391/CEE) establece los principios generales de la Comunidad con respecto a la salud y la seguridad. Entre estos principios comunes están la prevención de riesgos, siempre que sea posible, por eliminación de la fuente que los produce y el fomento de medidas de protección colectivas en lugar de individuales.

En los casos en los que el riesgo es inevitable, debe ser evaluado adecuadamente por personas con la debida cualificación y han de tomarse las medidas oportunas en función del nivel de riesgo. Así, si la evaluación muestra que el nivel de riesgo es leve, la adopción de medidas informales podría ser perfectamente adecuada. Pero, si se identifica un riesgo importante, es necesario adoptar medidas estrictas. La Directiva sólo impone obligaciones a los Estados miembros de la UE, no a empresas o fabricantes particulares. Los Estados miembros están obligados a transponer las disposiciones de la Directiva a las correspondientes leyes, normativas y disposiciones administrativas nacionales. A su vez, éstas obligan a los empresarios a garantizar un nivel mínimo de salud y seguridad para los usuarios de pantallas de visualización.

Las principales obligaciones para los empresarios son:

- Evaluar los riesgos producidos por el uso de las pantallas de visualización en los puestos de trabajo y adoptar las medidas oportunas para reducirlos.
- Garantizar que los nuevos puestos de trabajo ("puestos en servicio por vez primera después del 31 de diciembre de 1992") cumplan las disposiciones ergonómicas mínimas que figuran en el Anexo de la Directiva. Los puestos de trabajo que estuvieran en servicio en esa fecha tienen un plazo máximo de cuatro años para cumplir las disposiciones mínimas, con tal que no estén suponiendo un riesgo para los usuarios.
- Informar a los usuarios sobre el resultado de la evaluación, las medidas adoptadas por el empresario y sus derechos en virtud de esta Directiva.
- Organizar la actividad de forma que el trabajo diario con la pantalla se interrumpa por medio de pausas regulares o cambios de actividad.
- Ofrecer un reconocimiento adecuado de los ojos y de la vista antes de comenzar a trabajar con una pantalla de visualización, de forma periódica con posterioridad y si experimentan problemas visuales. Asimismo proporcionará dispositivos correctores especiales, si los resultados del reconocimiento demuestran que son necesarios y no pueden utilizarse dispositivos correctores normales.
- Proporcionar a los usuarios una formación en salud y seguridad adecuada antes de comenzar a usar la pantalla y cada vez que la organización del puesto de trabajo se modifique "sustancialmente".

La intención de esta Directiva es especificar más la forma en que deberían utilizarse los puestos de trabajo, que la forma en que deberían diseñarse los productos. Las obligaciones, por lo tanto, recaen sobre los empresarios y no sobre los fabricantes de los puestos de trabajo. Sin embargo, muchos empresarios pedirán a los proveedores que sus productos sean "conformes" con las especificaciones. En la práctica, esto no significa mucho, ya que la Directiva sólo contiene algunos requisitos de diseño, relativamente simples. Tales requisitos se incluyen en el Anexo [no ofrecido aquí] y se refieren al tamaño y reflectancia de la superficie de trabajo, la regulación del asiento, la independencia del teclado y la claridad de la imagen visualizada.

nacionales para discutir y votar las resoluciones y los documentos técnicos. El trabajo técnico más importante del comité tiene lugar en ocho Grupos de trabajo (GT), cada uno de los cuales es responsable de los distintos elementos de trabajo indicados en la Figura 52.11. Este subcomité desarrolló la ISO 9241.

El trabajo de ISO es muy importante a nivel internacional. Los principales fabricantes prestan gran atención a las especificaciones ISO. La mayoría de los productores de PVD son sociedades internacionales. Es evidente que es necesario llegar internacionalmente a un consenso sobre las soluciones mejores y más eficaces a los problemas de diseño del lugar de trabajo, desde el punto de vista de los fabricantes internacionales. Muchas autoridades regionales, como el Comité Europeo de Normalización (CEN), han adoptado las normas de ISO que han considerado adecuadas. El Acuerdo de Viena, firmado por ISO y por CEN, es el instrumento oficial que garantiza una colaboración eficaz entre ambas organizaciones. A medida que se aprueban y publican las distintas partes de la ISO 9241 como normas internacionales, son adoptadas como normas europeas y pasan a formar parte de la EN 29241. Puesto que las normas del CEN sustituyen a las nacionales en la Unión Europea (UE) y en los países miembros del Acuerdo Europeo de Libre Comercio (EFTA), la importancia de las normas de ISO en Europa ha aumentado, y con ello la presión sobre ISO para producir normas y directrices eficientes en relación con las PVD.

Normas de rendimiento del usuario

Una alternativa a las normas del producto es desarrollar otras basadas en el rendimiento del usuario. Así, en lugar de especificar una característica del producto, como la altura de los caracteres que se piensa producirá una imagen legible, los responsables de las normas desarrollan procedimientos para probar directamente características tales como la legibilidad. La norma se formula

entonces en términos del rendimiento del usuario precisado por el equipo y no en términos de cómo se logra. La medida del rendimiento es un parámetro compuesto que incluye la velocidad y la precisión y la ausencia de molestias.

Las normas basadas en el rendimiento del usuario tienen las siguientes ventajas:

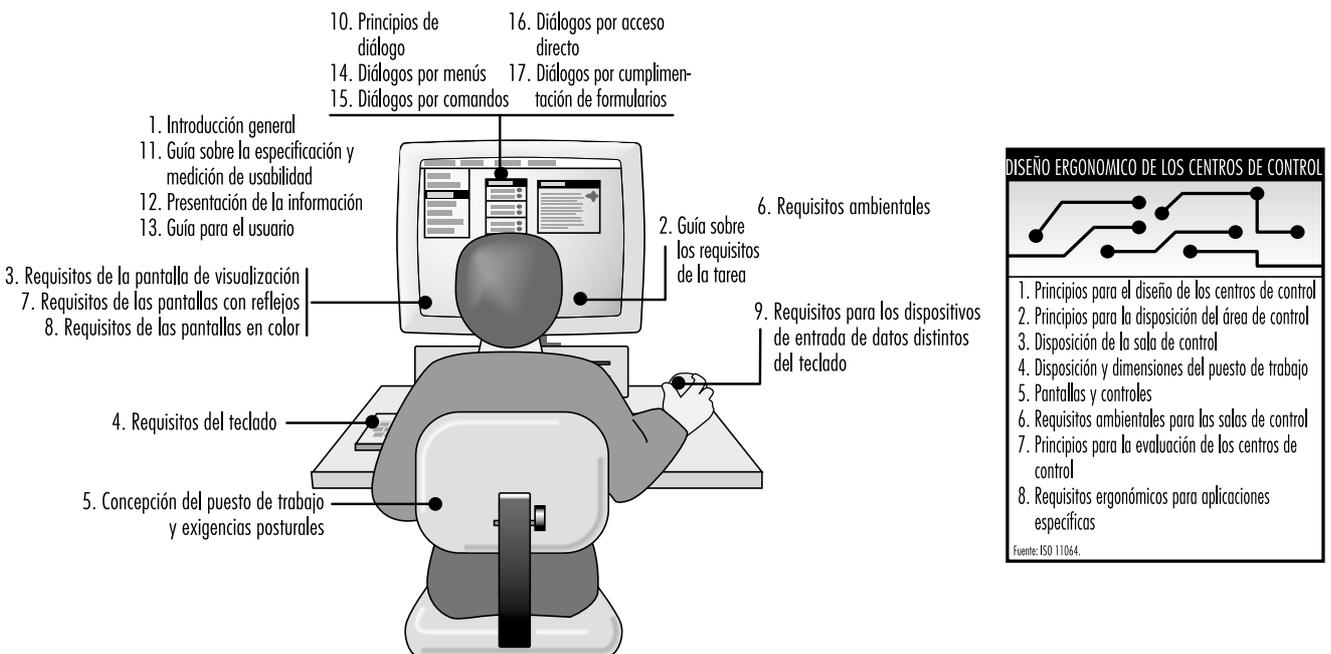
- son relevantes para los problemas reales que experimentan los usuarios;
- admiten los desarrollos tecnológicos,
- son suficientemente flexibles para permitir la interacción entre los factores.

Con todo, las normas basadas en el rendimiento de los usuarios también tienen varios inconvenientes. No pueden ser total y científicamente válidas en todos los casos y representan compromisos razonables, que requieren que se invierta una cantidad de tiempo considerable para alcanzar un acuerdo entre todas las partes involucradas en el establecimiento de las normas.

Cobertura y uso de la norma ISO 9241

La norma referente a los requisitos ergonómicos de las PVD, ISO 9241, detalla los aspectos ergonómicos de los productos y la evaluación de las propiedades ergonómicas de un sistema. Todas las referencias a la ISO 9241 también se aplican a la EN 29241. Algunas partes proporcionan directrices generales para el diseño del equipo, del software y de las tareas, mientras que otras incluyen directrices y requisitos de diseño más específicos, relevantes para la tecnología actual, ya que resultan útiles a los diseñadores. Además de las especificaciones de los productos, la ISO 9241 resalta la necesidad de especificar los factores que afectan al rendimiento del usuario, incluida la forma de evaluar

Figura 52.11 • Grupos de trabajo del Comité Técnico sobre la ergonomía de la interacción persona/sistema (ISO TC 159 SC4). ISO 9241: cinco grupos de trabajo han desglosado las “partes” de la norma, que se indican a continuación. Se muestra la correspondencia entre las partes de la norma y los distintos aspectos del puesto de trabajo con los que se relacionan.



el rendimiento del usuario con el fin de determinar si un sistema es adecuado en el contexto en el que se va a utilizar.

La ISO 9241 se ha elaborado pensando en las tareas y ambientes de oficina, lo cual significa que en otros ambientes puede ser necesaria alguna desviación aceptable de esta norma. En muchos casos, esta adaptación de la norma de oficina podrá producir resultados mucho más satisfactorios que las especificaciones "a ciegas" o las pruebas de una norma específica aislada para una situación concreta. De hecho, uno de los problemas de las normas ergonómicas para las PVD es que la tecnología se desarrolla más rápidamente de lo que los responsables de la formulación de normas pueden trabajar. Así, es posible que un nuevo dispositivo no cumpla estrictamente los requisitos de una norma existente debido a que aborde las necesidades en cuestión de una forma radicalmente distinta a la que estaba prevista cuando se formuló la norma original. Por ejemplo, las primeras normas para la calidad de los caracteres en la pantalla partían de la construcción de una matriz simple de puntos. Las nuevas fuentes, más legibles, no habrían cumplido el requisito original porque no tienen el número especificado de puntos de separación entre ellos, un parámetro incoherente con su diseño.

A menos que las normas se especifiquen en términos del rendimiento que se desea obtener, los usuarios de las normas ergonómicas deben permitir que los proveedores cumplan con los requisitos demostrando que su solución proporciona un rendimiento equivalente o superior para lograr el mismo objetivo.

El uso de la norma ISO 9241 en el proceso de especificación y adquisición coloca los aspectos ergonómicos de la pantalla de visualización como una prioridad para los directivos y ayuda a garantizar que tanto el comprador como el proveedor les den la importancia adecuada. La norma, pues, es una parte útil de la estrategia de la empresa para proteger la salud, la seguridad y la productividad de los usuarios de las pantallas.

Aspectos generales

ISO 9241 Parte 1 Introducción general explica los principios fundamentales de las diversas partes de la norma. Describe el enfoque de rendimiento del usuario y proporciona una guía para utilizar la norma y sobre cómo estar en conformidad con las partes de la ISO 9241.

ISO 9241 Parte 2 Guía para los requisitos de la tarea proporciona una guía para el diseño del trabajo y de la tarea dirigida a los responsables de la planificación del trabajo con PVD, con el fin

de aumentar la eficiencia y el bienestar de los usuarios individuales mediante la aplicación práctica del conocimiento ergonómico al diseño de las tareas de oficina con PVD. También comenta los objetivos y las características del diseño de las tareas (véase la Figura 52.12) y describe cómo se pueden identificar y especificar los requisitos de la tarea en organizaciones concretas y ser incorporados al diseño del sistema de organización y al proceso de aplicación.

Aspectos ergonómicos del hardware y del entorno

Pantallas de visualización

ISO 9241 (EN 29241) Parte 3 Requisitos para las pantallas de visualización de datos especifica los requisitos ergonómicos de las pantallas de visualización que garantizan una lectura cómoda, segura y eficiente para desempeñar las tareas de oficina. A pesar de que trata específicamente sobre las pantallas utilizadas en oficinas, sus recomendaciones son adecuadas para la especificación de la mayoría de las aplicaciones que utilizan pantallas con fines generales. Se propone una prueba de rendimiento del usuario que, una vez aprobada, puede servir de base para las pruebas de rendimiento y convertirse en una forma alternativa de cumplimiento con la norma para PVD.

ISO 9241 Parte 7 Requisitos de las pantallas con reflejos. El objetivo de esta parte es especificar los métodos de medición de los brillos y reflejos en la superficie de las pantallas de visualización, incluidas aquellas con tratamientos superficiales. Está dirigida a los fabricantes de pantallas que desean garantizar que los tratamientos antirreflejos no reducen la calidad de la imagen.

ISO 9241 Parte 8 Requisitos para las pantallas en color. El objetivo de esta parte es tratar sobre los requisitos de las pantallas en color, que consisten básicamente en una ampliación de los requisitos para las pantallas monocromas indicados en la *Parte 3*, requisitos de las pantallas de visualización en general.

Teclado y otros dispositivos de entrada de datos

ISO 9241 Parte 4 Requisitos del teclado es importante que el teclado sea inclinable, independiente de la pantalla y fácil de utilizar, sin producir fatiga de los brazos o de las manos. Asimismo, la norma especifica las características de diseño ergonómico de un teclado alfanumérico para que pueda utilizarse de forma cómoda, segura y eficiente para realizar tareas de oficina. Nuevamente, aunque la *Parte 4* es una norma a utilizar para tareas de oficina, es adecuada para la mayoría de las aplicaciones en las que se utilizan teclados alfanuméricos con fines generales. Se incluyen especificaciones de diseño y un método alternativo de cumplir con las especificaciones mediante una prueba de rendimiento.

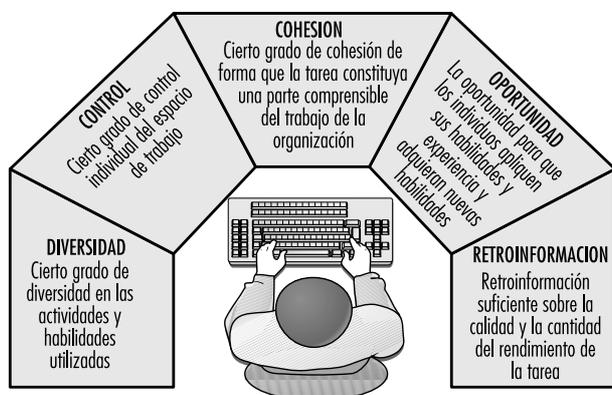
ISO 9241 Parte 9 Requisitos para los dispositivos de entrada diferentes al teclado especifica los requisitos ergonómicos de los dispositivos como el ratón y otros dispositivos de señalización que pueden utilizarse en combinación con una pantalla de visualización. También incluye una prueba de rendimiento.

Puestos de trabajo

ISO 9241 Parte 5 Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales facilita el manejo eficiente de las PVD y fomenta la adopción por el usuario de una postura de trabajo confortable y saludable. Se comentan los requisitos para una postura confortable y saludable, que incluyen:

- la colocación de los controles de los equipos usados más frecuentemente, de las pantallas y de las superficies de trabajo a una buena distancia de alcance;
- la oportunidad de cambiar de posición con frecuencia;
- el evitar los movimientos excesivos, frecuentes y repetitivos, que impliquen una extensión o rotación extremas de las extremidades o del tronco,

Figura 52.12 • Directrices y requisitos de la tarea.



- un respaldo que permita un ángulo de entre 90 y 110 grados entre la espalda y los muslos.

También se identifican las características del lugar de trabajo que favorecen una postura confortable y saludable y se proporcionan directrices para el diseño.

Entorno de trabajo

ISO 9241 Parte 6 Requisitos ambientales especifica los requisitos ergonómicos para el ambiente de trabajo con pantallas de visualización que proporcionan al usuario condiciones de trabajo confortables, seguras y productivas. Abarca los aspectos visuales, acústicos y térmicos del ambiente. Su objetivo es proporcionar un entorno de trabajo que facilite el uso eficiente de las PVD y proporcione al usuario condiciones de trabajo confortables.

Identifica las características del ambiente de trabajo que influyen sobre una actividad eficiente y la comodidad del usuario, y proporciona directrices de diseño. Incluso cuando es posible controlar el ambiente de trabajo dentro de límites estrictos, la opinión de los individuos sobre su aceptabilidad varía, en parte debido a las preferencias individuales y en parte a que las distintas tareas pueden requerir entornos diferentes. Por ejemplo, los usuarios sentados ante una PVD durante periodos prolongados son más sensibles a sufrir las consecuencias que los usuarios cuyo trabajo les permite desplazarse por la oficina y trabajan frente a la PVD de forma intermitente.

El trabajo con PVD restringe con frecuencia las posibilidades que las personas tienen para desplazarse por la oficina, por lo que un cierto grado de control individual sobre el entorno es muy recomendable. En las áreas de trabajo común, debe tenerse cuidado de no exponer a la mayoría de los usuarios a condiciones extremas que pueden ser las preferidas por algunas personas.

Ergonomía del software y diseño del diálogo

ISO 9241 Parte 10 Principios de diálogo presenta los principios ergonómicos aplicables al diseño de diálogo entre las personas y los sistemas de información, a saber:

- adecuados para la tarea
- autodescriptivos
- controlables
- conformes con las expectativas del usuario
- que toleren errores
- adecuados para la individualización
- adecuados para el aprendizaje.

Estos principios están apoyados con varios ejemplos que indican las prioridades relativas y la importancia de los distintos principios en aplicaciones prácticas. El punto de partida para este trabajo fue la *norma alemana DIN 66234 Parte 8 Principios de diseño del diálogo ergonómico para lugares de trabajo con pantallas de visualización*.

ISO 9241 Parte 11 Guía para la especificación y medición de la usabilidad ayuda a los responsables de especificar o medir la usabilidad proporcionándoles un cuadro general coherente y consensuado de los aspectos clave y los parámetros involucrados.

Puede utilizarse este cuadro como una parte de la especificación de los requisitos ergonómicos e incluye descripciones del contexto de uso, de los procedimientos de evaluación que deben llevarse a cabo, y de los criterios de medida que deben satisfacerse al evaluar la usabilidad del sistema.

ISO 9241 Parte 12 Presentación de la información proporciona orientaciones sobre los aspectos ergonómicos específicos relacionados con la representación y la presentación de la información de manera visual. Incluye recomendaciones sobre la forma de representar la información compleja, la disposición en pantalla y el diseño y uso de las ventanas. Constituye un resumen útil de los materiales relevantes disponibles entre la gran cantidad de directrices y recomendaciones existentes. La información se presenta como orientaciones, sin necesidad de una prueba formal de conformidad.

ISO 9241 Parte 13 Guía para el usuario proporciona a los fabricantes directrices eficaces para que ellos proporcionen, a su vez, directrices a los usuarios. Entre estas últimas están la documentación, las pantallas de ayuda, los sistemas de gestión de errores y otro tipo de ayudas frecuentes en muchos sistemas de software. Al evaluar la usabilidad de un producto en la práctica, los usuarios reales deberían tener en cuenta la documentación y las instrucciones proporcionadas por el proveedor en forma de manuales, formación, etc., así como las características específicas del propio producto.

ISO 9241 Parte 14 Diálogos por menús proporciona orientaciones sobre el diseño de los sistemas basados en menús. Se aplica tanto a los menús de texto, como a los menús desplegados o emergentes en los sistemas gráficos. La norma contiene una gran cantidad de directrices desarrolladas a partir de publicaciones y estudios relevantes. Con el fin de abarcar la gran diversidad y complejidad de los sistemas basados en el uso de menús, la norma utiliza una forma de "cumplimiento condicional". Para cada directriz, se proporcionan criterios que ayudan a establecer si es o no aplicable al sistema en cuestión. Para los casos en que se determine que las directrices son aplicables, se proporcionan criterios para establecer si el sistema cumple o no con los requisitos.

ISO 9241 Parte 15 Diálogos por comandos proporciona orientaciones para el diseño de diálogos por comandos de texto. Los diálogos son los recuadros habituales que aparecen en la pantalla y preguntan al usuario de la PVD, por ejemplo en los comandos de búsqueda. El software crea un "diálogo" en el que el usuario debe proporcionar el término que desea buscar, así como cualquier otra especificación importante del término, como el formato o el uso de mayúsculas y minúsculas.

ISO 9241 Parte 16 Diálogos por acceso directo trata sobre el diseño de los diálogos por acceso directo y las técnicas de diálogo WYSIWYG (What You See Is What You Get: lo que ve es lo que obtiene), tanto si se proporcionan como único medio de diálogo, como si se combinan con alguna otra técnica de diálogo. Se considera que el cumplimiento condicional desarrollado para la *Parte 14* también puede ser válido para este modo de interacción.

ISO 9241 Parte 17 Diálogos por cumplimentación de formularios está en las primeras etapas de desarrollo.

Referencias

- Akabri, M, S Konz. 1991. Viewing distance for VDT work. En *Designing For Everyone*, dirigido por Y Queinnet y F Daniellou. Londres: Taylor & Francis.
- Amick, BC, MJ Smith. 1992. Stress, computer-based work monitoring and measuring systems: A conceptual overview. *Appl Ergon* 23(1):6-16.
- Apple Computer Co. 1987. *Apple Human Interface Guidelines. The Apple Desktop Interface*. Waltham, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Bammer, G, B Martin. 1988. The arguments about RSI: An examination. *Community Health Stud* 12:348-358.
- . 1992. Repetition strain injury in Australia: Medical knowledge, social movement and de facto partisanship. *Social Prob* 39:301-319.
- Bammer, G. 1987. How technologic change can increase the risk of repetitive motions injuries. *Seminars Occup Med* 2:25-30.
- . 1990. Review of current knowledge -Musculoskeletal problems. En *Work With Display Units 89: Selected Papers from the Work with Display Units Conference, September 1989, Montreal*, dirigido por L Berlinguet y D Berthelette. Amsterdam: North Holland.
- Bastien, JMC, DL Scapin. 1993. *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. Technical Report no. 156, Programme 3 Artificial Intelligence, cognitive systems, and man-machine interaction. Francia: INRIA.
- Berg, M, BB Arnetz, S Lidén, P Eneroth, A Kallner. 1992. Techno-stress, a psychophysiological study of employees with VDU-associated skin complaints. *J Occup Med* 34:698-701.
- Berg, M, MA Hedblad, K Erhardt. 1990. Facial skin complaints and work at visual display units: A histopathological study. *Acta Derm-Venerol* 70:216-220.
- Berg, M, S Lidén, O Axelson. 1990. Skin complaints and work at visual display units: An epidemiological study of office employees. *J Am Acad Dermatol* 22:621-625.
- Berg, M. 1988. Skin problems in workers using visual display terminals: A study of 201 patients. *Contact Dermat* 19:335-341.
- . 1989. Facial skin complaints and work at visual display units. Epidemiological, clinical and histopathological studies. *Acta Derm-Venerol Supl*. 150:1-40.
- Bergqvist, U. 1986. Pregnancy and VDT work -An evaluation of the state of the art. En *Work With Display Units 86: Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Widebäck. Amsterdam: North Holland.
- Bikson, TK. 1987. Understanding the implementation of office technology. En *Technology and the Transformation of White-Collar Work*, dirigido por RE Kraut. Hillsdale, Nueva Jersey: Erlbaum Associates.
- Bjerkedal, T, J Egenaes. 1986. Video display terminals and birth defects. A study of pregnancy outcomes of employees of the Postal-Giro-Center, Oslo, Norway. En *Work With Display Units 86: Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Widebäck. Amsterdam: North Holland.
- Blackwell, R, A Chang. 1988. Video display terminals and pregnancy. A review. *Brit J Obstet Gynaec* 95:446-453.
- Blignault, I. 1985. Psychosocial aspects of occupational overuse disorders. Tesis del Master de Psicología Clínica, Departamento de Psicología, Universidad Nacional Australiana, Canberra ACT.
- Boissin, JP, J Mur, JL Richard, J Tanguy. 1991. Study of fatigue factors when working on a VDU. En *Designing for Everyone*, dirigido por Y Queinnet y F Daniellou. Londres: Taylor & Francis.
- Bradley, G. 1983. Effects of computerization on work environment and health: From a perspective of equality between sexes. *Occup Health Nursing*:35-39.
- . 1989. *Computers and the Psychological Environment*. Londres: Taylor & Francis.
- Bramwell, RS, MJ Davidson. 1994. Visual display units and pregnancy outcome: A prospective study. *J Psychosom Obstet Gynecol* 14(3):197-210.
- Brandt, LPA, CV Nielsen. 1990. Congenital malformations among children of women working with video display terminals. *Scand J Work Environ Health* 16:329-333.
- . 1992. Fecundity and the use of video display terminals. *Scand J Work Environ Health* 18:298-301.
- Breslow, L, P Buell. 1960. Mortality and coronary heart disease and physical activity on work in California. *J Chron Dis* 11:615-626.
- Broadbeck, FC, D Zapf, J Prumper, M Frese. 1993. Error handling in office work with computers: A field study. *J Occup Organ Psychol* 66:303-317.
- Brown, CML. 1988. *Human-Computer Interface Guidelines*. Norwood, Nueva Jersey: Ablex.
- Bryant, HE, EJ Love. 1989. Video display terminal use and spontaneous abortion risk. *Int J Epidemiol* 18:132-138.
- Çakir, A, D Hart, TFM Stewart. 1979. *The VDT Manual*. Darmstadt: Inca-Fiej Research Association.
- Çakir, A. 1981. Belastung und Beanspruchung bei Bildschirmtätigkeiten. En *Schriften zur Arbeitspsychologie*, dirigido por M Frese. Berna: Huber.
- Carayon, P. 1993a. Job design and job stress in office workers. *Ergonomics* 36:463-477.
- . 1993b. Effect of electronic performance monitoring on job design and worker stress: A review of the literature and conceptual model. *Hum Factors* 35(3):385-396.
- Carayon-Sainfort, P. 1992. The use of computers in offices: Impact on task characteristics and worker stress. *Int J Hum Comput Interact* 4:245-261.
- Carmichael, AJ, DL Roberts. 1992. Visual display units and facial rashes. *Contact Dermat* 26:63-64.
- Carroll, JM, MB Rosson. 1988. Paradox of the active user. En *Interfacing Thought. Cognitive Aspects of Human-Computer Interaction*, dirigido por JM Carroll. Cambridge: Bradford.
- Cohen, ML, JF Arroyo, GD Champion, CD Browne. 1992. En search of the pathogenesis of refractory cervicobrachial pain syndrome. A deconstruction of the RSI phenomenon. *Med J Austral* 156:432-436.
- Cohen, S, N Weinstein. 1981. Nonauditory effects of noise on behavior and health. *J Soc Issues* 37:36-70.
- Cooper, CL, J Marshall. 1976. Occupational sources of stress: A review of the literature relating to coronary heart disease and mental ill health. *J Occup Psychol* 49:11-28.
- Dainoff, MG. 1982. *Occupational Stress Factors in VDT Operation: A Review of Empirical Research in Behavior and Information Technology*. Londres: Taylor & Francis.
- Desmarais, MC, L Giroux, L Larochelle. 1993. An advice-giving interface based on plan-recognition and user-knowledge assessment. *Int J Man Mach Stud* 39:901-924.
- Dorard, G. 1988. *Place et validité des tests ophtalmologiques dans l'étude de la fatigue visuelle engendrée par le travail sur écran*. Grenoble: Facultad de Medicina, Universidad de Grenoble.
- Egan, DE. 1988. Individual differences in human-computer interaction. En *Handbook of Human-Computer Interaction*, dirigido por M Helander. Amsterdam: Elsevier.
- Ellinger, S, W Karmaus, H Kaupen-Haas, KH Schäfer, G Schienstock, E Sonn. 1982. *1982 Arbeitsbedingungen, gesundheitsverhalten und rheumatische Erkrankungen*. Hamburgo: Medizinische Soziologie, Universidad de Hamburgo.
- Ericson, A, B Källén. 1986. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome: II. A case-control study. *Am J Ind Med* 9:459-475.
- Frank, AL. 1983. *Effects of Health Following Occupational Exposure to Video Display Terminals*. Lexington, Kentucky: Department of Preventive Medicine and Environmental Health.
- Frese, M. 1987. Human-computer interaction in the office. En *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, dirigido por CL Cooper. Nueva York: Wiley.
- Frölen, H, N-M Svedenstål. 1993. Effects of pulsed magnetic fields on the developing mouse embryo. *Bioelectromagnetics* 14:197-204.
- Fry, HJH. 1992. Overuse syndrome and the Overuse concept. *Discussion Papers On the Pathology of Work-Related Neck and Upper Limb Disorders and the Implications for Treatment*, dirigido por G Bammer. Working paper No. 32. Canberra: NCEPH, Universidad Nacional Australiana.
- Gaines, BR, MLG Shaw. 1986. From timesharing to the sixth generation: The development of human-computer interaction. Part I. *Int J Man Mach Stud* 24:1-27.
- Gardell, B. 1971. Alienation and mental health in the modern industrial environment. En *Society, Stress, and Disease*, dirigido por L Levi. Oxford: OUP.
- Goldhaber, MK, MR Polen, RA Hiatt. 1988. The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy. *Am J Ind Med* 13:695-706.
- Gould, JD, C Lewis. 1983. Designing for usability—Key principles and what designers think. En *Proceedings of the 1983 CHI Conference On Human Factors in Computing Systems, 12 December, Boston*. Nueva York: ACM.
- Gould, JD. 1988. How to design usable systems. En *Handbook of Human Computer Interaction*, dirigido por M Helander. Amsterdam: Elsevier.
- Grandjean, E. 1987. *Ergonomics in Computerized Offices*. Londres: Taylor & Francis.
- Hackman, JR, GR Oldham. 1976. Motivation through the design of work: Test of a theory. *Organ Behav Hum Perform* 16:250-279.
- Hagberg, M, Å Kilbom, P Buckle, L Fine, T Itani, T Laubli, H Riihimaki, B Silverstein, G Sjøgaard, S Snook, E Viikari-Juntura. 1993. Strategies for prevention of work-related musculo-skeletal disorders. *Appl Ergon* 24:64-67.
- Halasz, F, TP Moran. 1982. Analogy considered harmful. En *Proceedings of the Conference On Human Factors in Computing Systems*. Gaithersburg, Maryland: ACM Press.
- Hartson, HR, EC Smith. 1991. Rapid prototyping in human-computer interface development. *Interact Comput* 3(1):51-91.
- Hedge, A, WA Erickson, G Rubin. 1992. Effects of personal and occupational factors on sick building syndrome reports in air-conditioned offices. En *Stress and Well-Being At Work-Assessments and Interventions for Occupational Mental Health*, dirigido por JC Quick, LR Murphy y JJ Hurrell Jr. Washington, DC: American Psychological Association.
- Helme, RD, SA LeVasseur, SJ Gibson. 1992. RSI revisited: Evidence for psychological and physio-

- logical differences from an age, sex and occupation matched control group. *Aust NZ J Med* 22:23-29.
- Herzberg, F. 1974. The wise old Turk. *Harvard Bus Rev* (Sept./Oct.):70-80.
- House, J. 1981. *Work Stress and Social Support*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Hutchins, EL. 1989. Metaphors for interactive systems. En *The Structure of Multimodal Dialogue*, dirigido por DG Bouwhuis, MM Taylor y F Néel. Amsterdam: North Holland.
- Huuskonen, H, J Juutilainen, H Komulainen. 1993. Effects of low-frequency magnetic fields on fetal development in rats. *Bioelectromagnetics* 14(3):205-213.
- Infante-Rivard, C, M David, R Gauthier, GE Rivard. 1993. Pregnancy loss and work schedule during pregnancy. *Epidemiology* 4:73-75.
- Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST). 1984. *Rapport du groupe de travail sur les terminaux à écran de visualisation*. Montreal: IRSST.
- International Business Machines Corp. (IBM). 1991a. *Systems Application Architecture. Common User Access Guide-Advanced Interface Design Reference*. White Plains, Nueva York: IBM.
- . 1991b. *Systems Application Architecture. Common User Access Guide to User Interface Design*. White Plains, Nueva York: IBM.
- Johansson, G, G Aronsson. 1984. Stress reactions in computerized administrative work. *J Occup Behav* 5:159-181.
- Juliussen, E, K Petska-Juliussen. 1994. *The Seventh Annual Computer Industry 1994-1995 Almanac*. Dallas: Computer Industry Almanac.
- Kalimo, R, A Leppanen. 1985. Feedback from video display terminals, performance control and stress in text preparation in the printing industry. *J Occup Psychol* 58:27-38.
- Kanawaty, G. 1979. *Introduction to Work Study*. Ginebra: OIT.
- Karasek, RA, D Baker, F Marxer, A Ahlbom, R Theorell. 1981. Job decision latitude, job demands, and cardiovascular disease. En *Machine-Pacing and Occupational Stress*, dirigido por G Salvendy y MJ Smith. Londres: Taylor & Francis.
- Karat, J. 1988. Software evaluation methodologies. En *Handbook of Human-Computer Interaction*, dirigido por M Helander. Amsterdam: Elsevier.
- Kasl, SV. 1978. Epidemiological contributions to the study of work stress. En *Stress At Work*, dirigido por CL Cooper y R Payne. Nueva York: Wiley.
- Koh, D, CL Goh, J Jeyaratnam, WC Kee, CN Ong. 1991. Dermatologic complaints among visual display unit operators and office workers. *Am J Contact Dermatol* 2:136-137.
- Kurppa, K, PC Holmberg, K Rantala, T Nurminen, L Saxén, S Hernberg. 1986. Birth defects, course of pregnancy, and work with video display units. A Finnish case-referent study. En *Work With Display Units 86: Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Wideback. Amsterdam: North Holland.
- Läubli, T, H Nibel, C Thomas, U Schwanninger, H Krueger. 1989. Merits of periodic visual screening tests in VDU operators. En *Work With Computers*, dirigido por MJ Smith y G Salvendy. Amsterdam: Elsevier Science.
- Levi, L. 1972. *Stress and Distress in Response to Psychological Stimuli*. Nueva York: Pergamon Press.
- Lewis, C, DA Norman. 1986. Designing for error. En *User Centered System: New Perspectives On Human-Computer Interaction*, dirigido por DA Norman y SW Draper. Hillsdale, Nueva Jersey: Erlbaum Associates.
- Lidén, C, JE Wahlberg. 1985. Work with video display terminals among office employees. *Scand J Work Environ Health* 11:489-493.
- Lidén, C. 1990. Contact allergy: A cause of facial dermatitis among visual display unit operators. *Am J Contact Dermatol* 1:171-176.
- Lindbohm, M-L, M Hietanen, P Kygornen, M Sallmen, P von Nandelstadh, H Taskinen, M Pekkarinen, M Ylikoski, K Hemminki. 1992. Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion. *Am J Epidemiol* 136:1041-1051.
- Lindström, K. 1991. Well-being and computer-mediated work of various occupational groups in banking and insurance. *Int J Hum Comput Interact* 3:339-361.
- Mantei, MM, TJ Teorey. 1989. Incorporating behavioral techniques into the systems development life cycle. *MIS Q* Septiembre: 257-274.
- Marshall, C, C Nelson, MM Gardiner. 1987. Design guidelines. En *Applying Cognitive Psychology to User-Interface Design*, dirigido por MM Gardiner y B Christie. Chichester, Reino Unido: Wiley.
- Mayhew, DJ. 1992. *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- McDonald, AD, JC McDonald, B Armstrong, N Cherry, AD Nolin, D Robert. 1988. Work with visual display units in pregnancy. *Brit J Ind Med* 45:509-515.
- McGivern, RF, RZ Sokol. 1990. Prenatal exposure to a low-frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats. *Teratology* 41:1-8.
- Meyer, J-J, A Bousquet. 1990. Discomfort and disability glare in VDT operators. En *Work With Display Units 89*, dirigido por L Berlinguet y D Berthelette. Amsterdam: Elsevier Science.
- Microsoft Corp. 1992. *The Windows Interface: An Application Design Guide*. Redmond, Washington: Microsoft Corp.
- Monk, TH, DI Tepas. 1985. Shift work. En *Job Stress and Blue Collar Work*, dirigido por CL Cooper y MJ Smith. Nueva York: Wiley.
- Moran, TP. 1981. The command language grammar: A representation for the user interface of interaction computer systems. *Int J Man Mach Stud* 15:3-50.
- . 1983. Getting into a system: External-internal task mapping analysis. En *Proceedings of the 1983 CHI Conference On Human Factors in Computing Systems, 12-15 December, Boston*. Nueva York: ACM.
- Moshowitz, A. 1986. Social dimensions of office automation. *Adv Comput* 25:335-404.
- Murray, WE, CE Moss, WH Parr, C Cox, MJ Smith, BFG Cohen, LW Stammerjohn, A Happ. 1981. *Potential Health Hazards of Video Display Terminals*. NIOSH Research Report 81-129. Cincinnati, Ohio: National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- Nielsen, CV, LPA Brandt. 1990. Spontaneous abortion among women using video display terminals. *Scand J Work Environ Health* 16:323-328.
- . 1992. Fetal growth, preterm birth and infant mortality in relation to work with video display terminals during pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 18:346-350.
- Nielsen, J, RL Mack. 1994. *Usability Inspection Methods*. Nueva York: Wiley.
- Nielsen, J. 1992. The usability engineering life cycle. *Computer* (Mar.):12-22.
- . 1993. Iterative user-interface design. *Computer* (Nov.):32-41.
- Numéro spécial sur les laboratoires d'utilisabilité. 1994. *Behav Inf Technol*.
- Nurminen, T and K Kurppa. 1988. Office employment, work with video display terminals, and course of pregnancy. Reference mothers' experience from a Finnish case-referent study of birth defects. *Scand J Work Environ Health* 14:293-298.
- Office of Technology Assessment (OTA). 1987. *The Electronic Supervisor: New Technology, New Tensions*. Washington, DC: US Government Printing Office.
- Open Software Foundation. 1990. *OSF/Motif Style Guide*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). 1992. *Ergonomic Requirements for Office Work With Visual Display Terminals (VDTs)*. Norma ISO 9241. Ginebra: ISO.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1984. *Automation, Work Organisation and Occupational Stress*. Ginebra: OIT.
- . 1986. Special issue on visual display units. *Cond Work Dig*.
- . 1989. *Working with Visual Display Units*. Occupational Safety and Health Series, No. 61. Ginebra: OIT.
- . 1991. Worker's privacy. Part I: Protection of personal data. *Cond Work Dig* 10:2.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 1987. *Visual Display Terminals and Workers' Health*. Ginebra: OMS.
- . 1989. Work with visual display terminals: Psychosocial aspects and health. *J Occup Med* 31:957-968.
- Ostberg, O, C Nilsson. 1985. Emerging technology and stress. En *Job Stress and Blue Collar Work*, dirigido por CL Cooper y MJ Smith. Nueva York: Wiley.
- Piotrkowski, CS, BFG Cohen, KE Coray. 1992. Working conditions and well-being among women office workers. *Int J Hum Comput Interact* 4:263-282.
- Pot, F, P Padmos, A Brouwers. 1987. Determinants of the VDU operator's well-being. En *Work With Display Units 86. Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Wideback. Amsterdam: North Holland.
- Preece, J, Y Rogers, H Sharp, D Benyon, S Holland, T Carey. 1994. *Human Computer Interaction*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Quinter, J, R Elvey. 1990. The neurogenic hypothesis of RS1. *Discussion Papers On the Pathology of Work-Related Neck and Upper Limb Disorders and the Implications for Treatment*, dirigido por G Bammer. Working paper No. 24. Canberra: NCEPH, Universidad Nacional Australiana.
- Rasmussen, J. 1986. *Information Processing and Man-Machine Interaction. An Approach to Cognitive Engineering*. Nueva York: North Holland.
- Ravden, SJ, GI Johnson. 1989. *Evaluating Usability of Human-Computer Interfaces: A Practical Approach*. West Sussex, Reino Unido: E Horwood.
- . 1992. *Systems Application Architecture: Common Communications Support*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Reed, AV. 1982. Error correcting strategies and human interaction with computer systems. En *Proceedings of the Conference On Human Factors in Computing Systems* Gaithersburg, Maryland: ACM.
- Rey, P, A Bousquet. 1989. Visual strain of VDT operators: The right and the wrong. En *Work With Computers*, dirigido por G Salvendy y MJ Smith. Amsterdam: Elsevier Science.
- . 1990. Medical eye examination strategies for VDT operators. En *Work With Display Units 89*, dirigido por L Berlinguet y D Berthelette. Amsterdam: Elsevier Science.
- Rheingold, HR. 1991. *Virtual Reality*. Nueva York: Touchstone.
- Rich, E. 1983. Users are individuals: Individualizing user models. *Int J Man Mach Stud* 18:199-214.

- Rivas, L, C Rius. 1985. Effects of chronic exposure to weak electromagnetic fields in mice. *IRCS Med Sci* 13:661-662.
- Robert, J-M, J-Y Fiset. 1992. Conception et évaluation ergonomiques d'une interface pour un logiciel d'aide au diagnostic: Une étude de cas. *ICO primavera-verano*:1-7.
- Robert, J-M. 1989. Learning a computer system by unassisted exploration. An example: The Macintosh. En *MACINTER II Man-Computer Interaction Research*, dirigido por F Klix, N Streitz, Y Warren y H Wandke. Amsterdam: Elsevier.
- Roman, E, V Beral, M Pelerin, C Hermon. 1992. Spontaneous abortion and work with visual display units. *Brit J Ind Med* 49:507-512.
- Rubino, GF. 1990. Epidemiologic survey of ocular disorders: The Italian multicentric research. En *Work With Display Units 89*, dirigido por L Berlinguet y D Berthelette. Amsterdam: Elsevier Science.
- Rumelhart, DE, DA Norman. 1983. Analogical processes in learning. En *Cognitive Skills and Their Acquisition*, dirigido por JR Anderson. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Ryan, GA, JH Mullerworth, J Pimble. 1984. The prevalence of repetition strain injury in data process operators. En *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Ergonomics Society of Australia and New Zealand, Sidney*.
- Ryan, GA, M Bampton. 1988. Comparison of data process operators with and without upper limb symptoms. *Community Health Stud* 12:63-68.
- Sainfort, PC. 1990. Job design predictors of stress in automated offices. *Behav Inf Technol* 9:3-16.
- . 1991. Stress, job control and other job elements: A study of office workers. *Int J Ind Erg* 7:11-23.
- Salvendy, G. 1992. *Handbook of Industrial Engineering*. Nueva York: Wiley.
- Salzinger, K, S Freimark. 1990. Altered operant behavior of adult rats after perinatal exposure to a 60-Hz electromagnetic field. *Bioelectromagnetics* 11:105-116.
- Sauter, SL, CL Cooper, JJ Hurrell. 1989. *Job Control and Worker Health*. Nueva York: Wiley.
- Sauter, SL, MS Gottlieb, KC Jones, NV Dodson, KM Rohrer. 1983a. Job and health implications of VDT use: Initial results of the Wisconsin-NIOSH study. *Commun ACM* 26:284-294.
- Sauter, SL, MS Gottlieb, KM Rohrer, NV Dodson. 1983b. *The Well-Being of Video Display Terminal Users. An Exploratory Study*. Cincinnati, Ohio: NIOSH.
- Scapin, DL. 1986. *Guide ergonomique de conception des interfaces homme-machine*. Rapport de recherche no. 77. Le Chesnay, Francia: INRIA.
- Schnorr, TM, BA Grajewski, RW Hornung, MJ Thun, GM Egeland, WE Murray, DL Conover, WE Halperin. 1991. Video display terminals and the risk of spontaneous abortion. *New Engl J Med* 324:727-733.
- Shepherd, A. 1989. Analysis and training in information technology tasks. En *Task Analysis for Human-Computer Interaction*, dirigido por D Diaper. Chichester: E Horwood.
- Shneiderman, B. 1987. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Sjödren, S, A Elfstrom. 1990. Eye discomfort among 4000 VDU users. En *Work With Display Units 89*, dirigido por L Berlinguet y D Berthelette. Amsterdam: Elsevier Science.
- Smith, MJ, BC Amick. 1989. Electronic monitoring at the workplace: Implications for employee control and job stress. En *Job Control and Worker Health*, dirigido por S Sauter, J Hurrell y C Cooper. Nueva York: Wiley.
- Smith, MJ, BFG Cohen, LW Stammerjohn, A Happ. 1981. An investigation of health complaints and job stress in video display operations. *Hum Factors* 23:387-400.
- Smith, MJ, G Salvendy, P Carayon-Sainfort, R Eberts. 1992b. Human-computer interaction. En *Handbook of Industrial Engineering*, dirigido por G Salvendy. Nueva York: Wiley.
- Smith, MJ, P Carayon, K Miezio. 1987. VDT technology: Psychosocial and stress concerns. En *Work With Display Units*, dirigido por B Knave y PG Wideback. Amsterdam: Elsevier Science.
- Smith, MJ, P Carayon, KH Sanders, S-Y Lim, D LeGrande. 1992a. Electronic performance monitoring, job design and worker stress. *Appl Ergon* 23:17-27.
- Smith, MJ, P Carayon-Sainfort. 1989. A balance theory of job design for stress reduction. *Int J Ind Erg* 4:67-79.
- Smith, MJ. 1987. Occupational stress. En *Handbook of Ergonomics/Human Factors*, dirigido por G Salvendy. Nueva York: Wiley.
- Smith, SL, SL Mosier. 1986. *Guidelines for Designing User Interface Software*. Report ESD-TR-278. Bedford, Massachusetts: MITRE.
- South Australian Health Commission Epidemiology Branch. 1984. *Repetition Strain Symptoms and Working Conditions Among Keyboard Workers Engaged in Data Entry or Word Processing in the South Australian Public Service*. Adelaide: South Australian Health Commission.
- Stammerjohn, LW, MJ Smith, BFG Cohen. 1981. Evaluation of work station design factors in VDT operations. *Hum Factors* 23:401-412.
- Stellman, JM, S Klitzman, GC Gordon, BR Snow. 1985. Air quality and ergonomics in the office: Survey results and methodologic issues. *Am Ind Hyg Assoc J* 46:286-293.
- . 1987a. Comparison of well-being among non-machine interactive clerical workers and full-time and part-time VDT users and typists. En *Work With Display Units 86. Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Wideback. Amsterdam: North Holland.
- . 1987b. Work environment and the well-being of clerical and VDT workers. *J Occup Behav* 8:95-114.
- Strassman, PA. 1985. *Information Payoff: The Transformation of Work in the Electronic Age*. Nueva York: Free Press.
- Stuchly, M, AJ Ruddick, y cols. 1988. Teratological assessment of exposure to time-varying magnetic fields. *Teratology* 38:461-466.
- Sun Microsystems Inc. 1990. *Open Look. Graphical User Interface Application Style Guidelines*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Swanbeck, G, T Bleeker. 1989. Skin problems from visual display units: Provocation of skin symptoms under experimental conditions. *Acta Derm-Venerol* 69:46-51.
- Taylor, FW. 1911. *The Principles of Scientific Management*. Nueva York: Norton & Co.
- Thimbleby, H. 1990. *User Interface Design*. Chichester: ACM.
- Tikkanen, J, OP Heinonen. 1991. Maternal exposure to chemical and physical factors during pregnancy and cardiovascular malformations in the offspring. *Teratology* 43:591-600.
- Tribukait, B, E Cekan. 1987. Effects of pulsed magnetic fields on embryonic development in mice. En *Work With Display Units 86: Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Wideback. Amsterdam: North Holland.
- Wahlberg, JE, C Lidén. 1988. Is the skin affected by work at visual display terminals? *Dermatol Clin* 6:81-85.
- Waterworth, JA, MH Chignell. 1989. A manifesto for hypermedia usability research. *Hypermedia* 1:205-234.
- Westerholm, P, A Ericson. 1986. Pregnancy outcome and VDU work in a cohort of insurance clerks. En *Work With Display Units 86. Selected Papers from the International Scientific Conference On Work With Display Units, May 1986, Stockholm*, dirigido por B Knave y PG Wideback. Amsterdam: North Holland.
- Westlander, G, E Aberg. 1992. Variety in VDT work: An issue for assessment in work environment research. *Int J Hum Comput Interact* 4:283-302.
- Westlander, G. 1989. Use and non-use of VDTs—Organization of terminal work. En *Work With Computers: Organizational, Management, Stress and Health Aspects*, dirigido por MJ Smith y G Salvendy. Amsterdam: Elsevier Science.
- Wickens, C. 1992. *Engineering Psychology and Human Performance*. Nueva York: Harper Collins.
- Wiley, MJ, P Corey. 1992. The effects of continuous exposure to 20-kHz sawtooth magnetic fields on the litters of CD-1 mice. *Teratology* 46:391-398.
- Wilson, J, D Rosenberg. 1988. Rapid prototyping for user interface design. En *Handbook of Human-Computer Interaction*, dirigido por M Helander. Amsterdam: Elsevier.
- Windham, GC, L Fenster, SH Swan, RR Neutra. 1990. Use of video display terminals during pregnancy and the risk of spontaneous abortion, low birthweight, or intrauterine growth retardation. *Am J Ind Med* 18:675-688.
- Yang, C-L, P Carayon. 1993. Effects of job demands and job support on worker stress: A study of VDT users. *Behav Inf Technol*.
- Young, JE. 1993. *Global Network. Computers in a Sustainable Society*. Washington, DC: Worldwatch Paper 115.
- Young, RM. 1981. The machine inside the machine: Users' models of pocket calculators. *Int J Man Mach Stud* 15:51-85.
- Zecca, L, P Ferrario, G Dal Conte. 1985. Toxicological and teratological studies in rats after exposure to pulsed magnetic fields. *Bioelectrochem Bioenerget* 14:63-69.
- Zuboff, S. 1988. *In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*. Nueva York: Basic Books.

Otras lecturas recomendadas

- Berlinguet, L, D Berthelette. 1990. *Work With Display Units 89*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Berthelette, D. 1995. Les changements technologiques et la gestion de la santé et de la sécurité du travail. En *Changement technologique et gestion des ressources humaines: Fondement et pratiques*, dirigido por J Réal y J Ducharme. Montreal: Gaétan Morin.
- Card, SK, TP Moran, A Newell. 1983. *The Psychology of Human-Computer Interactions*. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cordingley, ES. 1989. Knowledge elicitation techniques for knowledge-based systems. En *Knowledge Elicitation. Principles, Techniques and Applications*, dirigido por D Diaper. Chichester: E Horwood.
- Diaper, D. 1989. *Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Chichester: E Horwood.
- DiTecco, D, G Cwitco, A Arsenault, M Andre. 1992. Operator stress and monitoring practices. *Appl Ergon* 23(1):29-34.
- Handcock, PA, MH Chignell. 1989. *Intelligent Interfaces. Theory, Research and Design*. Amsterdam: Elsevier.
- Hocking, B. 1987. Epidemiological aspects of "repetition strain injury". *Med J Austral* 147:218-222.
- Johnson, P, H Johnson. 1989. Integrating task analysis into system design: Surveying designers' needs. *Ergonomics* 32(11):1451-1467.

- Johnson, P, S Wilson, P Markopoulos, J Pycok. 1993. Adept-Advanced Design Environment for Prototyping With Task Models. En *Proceedings of INTERCHI'93: Conference On Human Factors in Computing Systems, 24-29 April, Amsterdam* Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Johnson, P. 1985. Towards a task model of messaging: an example of the application of T.A.K.D. to user interface design. En *People and Computers: Designing the Interface*, dirigido por P Johnson y S Cook. Cambridge: CUP.
- Knave, B, PG Widebäck. 1987. *Work With Display Units 86*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Krueger, H. 1992. Exigences visuelles au poste d travail: Diagnostic et traitement. *Cahiers medico-sociaux* 36:171-181.
- Mayer, RE. 1988. From novice to expert. En *Handbook of Human-Computer Interaction*, dirigido por M Helander. Amsterdam: Elsevier.
- Meyer, J-J, D Francioli, P Rey. 1993. Observed variations of lighting conditions versus feelings of visual discomfort in VDT operators: Application of a new model. In *Lux Europa 1993*. Edimburgo: Universidad Heriot-Watt.
- Rey, P. 1991. *Précis de médecine du travail*. Ginebra: Medicine et Hygiène.
- Robert, J-M. 1993. Interfaces personne-système et élaboration de normes internationales. En *Francophonie et génie linguistique. Grands enjeux et solutions à Privilégier*. Montreal: UREF.
- Scalet, EA, TFM Stewart, KP McGee. 1987. *VDT Health and Safety*. Issues and Solution. Lawrence, Kansas: Ergosyst.
- Scapin, DL, C Pierret-Golbreich. 1989. *Mad: Méthode analytique de description des tâches*. Antipolis: Sophia.
- Sébillotte, S, DL Scapin. 1992. From User's Task Knowledge to High Level Interface Specification. Comunicación presentada en la Tercera Conferencia Internacional de WWDU, 1-4 de septiembre, Berlín, Alemania.
- Wilson, MD, PJ Barnard, A MacLean. 1986. *Task Analyses in Human-Computer Interaction*. Hursley Human Factors Laboratory HF122.