

---

# Reflexiones sobre los problemas de adaptación ergonómica de pantallas a usuarios de la tercera edad

J. V. Almiñana  
M<sup>a</sup> C. García-Domene  
F. Martínez-Verdú  
Dolores de Fez

Departamento de Óptica, Escuela Universitaria de Óptica y Optometría  
Universidad de Alicante

Las diferentes tecnologías de pantallas se están aplicando en la actualidad a nuevos dispositivos de diferentes tipos y tamaños, para los cuales no se han planteado soluciones de Ergonomía Visual. Los productos tecnológicos que compramos deben pasar controles de seguridad, confortabilidad y usabilidad en general, pero también visuales cuando se trata de PVD's. Una guía o protocolo del diseño ergonómico de PVD's resultará de gran interés, sobre todo para los usuarios de edad avanzada, que podrán basarse en ella para adaptar el entorno visual a sus necesidades, y para fabricantes de dispositivos, con el fin de proporcionar la adaptación a diferentes necesidades.

*The different technologies of screens are being applied at present to new devices of different types and sizes, for which solutions of Visual Ergonomics have not considered. The technological products that we bought must pass controls of security, comfortableness and usability in general, but also visual for PVD's. A guide or protocol of the ergonomic design of PVD's will be from great interest, mainly for the users of advanced age, who will be able to base on it to adapt the visual environment to their needs and for manufacturers of devices, in order to provide the adjustment to different needs.*

**Palabras clave:** Ergonomía visual. Pantallas. Observadores mayores

## Introducción

Aunque no existe una definición estandarizada para Pantalla de Visualización de Datos (PVD), es común hablar de dispositivo electroóptico que sirve de herramienta en

muchos campos para mostrar información al ser humano. Independientemente de su tipo de diseño, emite luz interpretando un código eléctrico y toda la percepción es visual.

Un ejemplo de aplicación es el diagnóstico diferencial en el campo sanitario donde se exige el máximo nivel de realismo en la reproducción y por tanto debe ser lo más fidedigna posible respecto al original. Esto implica un proceso de calibrado, es decir, lograr que la imagen representada sea coherente en forma al original y que su tamaño, luminancia y cromaticidad sea exacto a lo demandado por el usuario. Además, la información que se emite debe ser fácilmente legible o reconocible por el usuario<sup>1,2</sup>.

---

## Correspondencia

Dolores de Fez  
Escuela Universitaria de Óptica y Optometría,  
Departamento de Óptica  
Universidad de Alicante  
Campus de San Vicente  
03080- Alicante  
Tel.: 965 903 400  
dolores.feز@ua.es

Existen en el mercado varios tipos de pantallas (CRT, LCD, plasma, etc.) que en la actualidad se están aplicando a nuevos dispositivos y periféricos de diferentes tamaños, para los cuales no se han planteado soluciones definitivas de Ergonomía Visual.

Actualmente se están desarrollando nuevas tecnologías de pantalla flexibles como las tipo *Organic Light Emiting Diode* (OLED) o las de tipo *Transparent Conducting Oxides* (TCO) que abren nuevas vías de investigación ergonómica<sup>3-5</sup>.

La única Norma de carácter legal en nuestro país que aborda el acondicionamiento ergonómico de los trabajos con equipos de PVD's es el RD 488/1997 de 14 de abril. Existen también directivas para PVD's en general, tales como la DIRECTIVA 90/270/CEE basada en la norma ISO 9241, cuyos requerimientos son los siguientes:

- Los caracteres de la pantalla deberán estar bien definidos y configurados de forma clara y tener una dimensión suficiente, disponiendo de un espacio adecuado entre los caracteres y los renglones.
- La imagen de la pantalla deberá ser estable, sin fenómenos de destellos, centelleos u otras formas de inestabilidad.
- El usuario de PVD's deberá poder ajustar fácilmente la luminosidad y/o el contraste entre los caracteres y el fondo de la pantalla, así como adaptarlos fácilmente a las condiciones del entorno.
- La pantalla deberá ser orientable e inclinable a voluntad y con facilidad para adaptarse a las necesidades del usuario.
- La pantalla no deberá tener reflejos que puedan molestar al usuario<sup>5-8</sup>.

## Ergonomía Visual frente a la Tecnología

La problemática de las PVD's es un ejemplo de Ergonomía en Ciencias de la Visión. La Ergonomía se define como el estudio de los datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre hombre y máquina, es decir, el usuario debe controlar en todo momento la adaptación de la máquina a sus propias necesidades visuales, nunca al revés.

En las nuevas tecnologías de pantalla en estudio, como las pantallas flexibles, no deben primar las mejoras no visuales sobre los requisitos visuales mínimos, como ya ocurrió en los primeros prototipos de televisores tipo CRT hace 70 años, en los de cristal líquido hace 30 y en los de plasma hace 15.

Nos referimos a pantallas de teléfonos móviles, videoconsolas, etc. donde, a menudo, se antepone el tamaño y otras características demandadas por el mercado. Por tanto, se debe tener presente la necesidad de que los productos tecnológicos que usamos pasen controles estrictos de seguridad, confortabilidad y usabilidad en general, pero también visuales cuando se trata de PVD's<sup>9,10</sup>.

## Calidad de imagen

Tanto las tecnologías de pantallas antiguas como las más recientes deben cumplir una serie de requisitos visuales para que el ojo humano acepte y valore como confortable el uso de éstas<sup>1</sup>.

La denominada fatiga visual o astenopía, afecta, en mayor o menor medida, al usuario de todos los tipos de pantalla, ya que con una distancia de trabajo habitual con PVD entre 50 y 100 cm las capacidades acomodativas, de convergencia y de los movimientos oculares se resienten.

Ahora bien, este disconfort visual variará en función de la calidad de imagen. Aunque dicha calidad sea aceptable en cada caso que se considere, se puede cuantificar de forma absoluta y es la tarea a realizar lo que condiciona qué calidad de imagen se necesita para una u otras aplicaciones<sup>11</sup>.

Independientemente de la tecnología de pantalla involucrada, existen una serie de aspectos generales que necesariamente deben cumplirse a la hora de definir las características de una PVD, tales como los siguientes:

- Luminancia máxima  $L_{m\acute{a}x}$  y rango dinámico DR (cociente entre  $L_{m\acute{a}x}$  y  $L_{m\acute{i}n}$  de una PVD). Un rango dinámico alto significa mayor discriminación de niveles de gris.
- Contraste. La imagen debe estar bien contrastada respecto al fondo.
- Estabilidad de la imagen. La imagen debe parecer como un documento impreso (Charness, Dijkstra 1999; Sheedy, Shaw-McMinn 2003; Ziefle 1998).
- Uniformidad, ortogonalidad, ajustabilidad, etcétera.

Desde un punto de vista técnico, estos requisitos visuales se pueden acotar<sup>12</sup> (tabla I).

Lo ideal sería que la distancia a la pantalla fuera lo más alejada posible para que la demanda de acomodación /convergencia fuera la mínima posible, suponiendo obviamente una persona emélope o amélope compensada<sup>13</sup>.

Tabla I. Requisitos visuales mínimos según Leachtenauer<sup>12</sup>

Parámetro	Valor mínimo	Valor recomendable
<b>Requisitos de luminancia para pantallas en color</b>		
DR	22 dB (160:1)	≥ 25,4 dB (350:1)
Lmáx	103 cd/m <sup>2</sup>	≥ 120 cd/m <sup>2</sup>
No uniformidad de luminancia	≤ 20%	≤ 10%
Umbral de ángulo de visión	-3 dB entre ± 12 deg	-3 dB entre ± 12 deg
Halo por cruce	≤ 3,5%	≤ 2%
Profundidad de bits	8 bits	10 bits
Temperatura de color	D65 ≤ T ≤ D93	Ídem
Uniformidad de color	Δ u'v' ≤ 0,01	Ídem
<b>Requisitos de tamaño/resolución para pantallas en color</b>		
Diagonal de la pantalla	≥ 17,5"	≤ 24" (a una distancia de 46 cm)
Escalado de la pantalla	Cualquiera	Ídem
Forma del píxel	Cuadrado	Ídem
Separabilidad	≥ 1280 x 1024	≥ 2048 x 1536
Densidad (tamaño) del píxel	≥ 72 ppi (≤ 0,3528 mm)	Ídem
Cm – centro	≥ 35% horizontal y vertical	≥ 50% horizontal y vertical
Cm - periferia	≥ 30% horizontal y vertical	≥ 50% horizontal y vertical
<b>Requisitos sobre ruido, defectos y distorsiones</b>		
Período de calentamiento	30 min ± 50%, 1 h ± 10%	10 min ± 10%
Frecuencia de refresco	≥ 72 Hz	≥ 85 Hz
Desplazamiento lateral (Jitter)	< 0,0508 mm	Ídem
Píxeles defectuosos	0,01%	0,001%
Relación señal vs ruido (SNR)	Indefinida	≥ 48 dB (para 8 bits de profundidad)
Linealidad	< 1%	Ídem

Otro aspecto a tener en cuenta, aparte de la posición relativa de la pantalla respecto los ojos, es la polaridad de la pantalla (fig. 1).

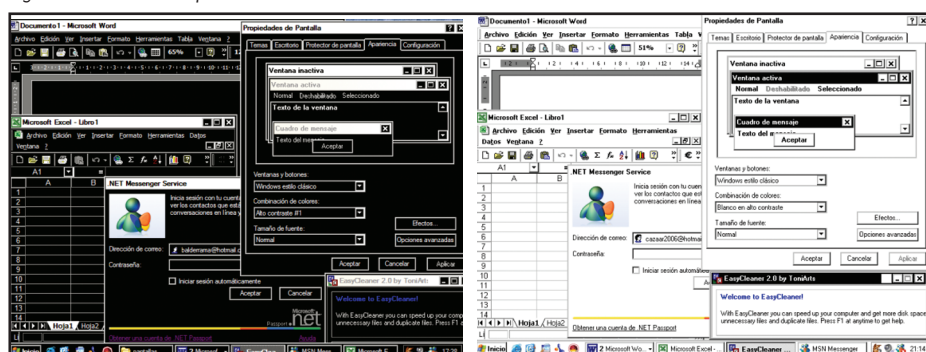
A este respecto, considerando usuarios normales sería recomendable la polaridad positiva (símbolos oscuros sobre fondo claro, como en un documento impreso), sobre todo porque las reflexiones serían menos perceptibles, el contraste se vería menos afectado por la iluminación ambiental, los bordes parecerían más nítidos y el balance de luminancias con el entorno sería más fácil de conseguir. Esto, por ejemplo, no se cumple en el servicio de teletexto que ofertan las cadenas de televisión.

Sin embargo, para usuarios con una visión reducida (o baja visión) les resultaría más

confortable una pantalla con polaridad negativa (símbolos claros sobre fondo oscuro). En esta situación la iluminación ambiental debería reducirse para que no afectara tanto a la reducción de contraste luminotécnico y evitar al mismo tiempo los reflejos no deseados que empeorarían la visión. Pero por otro lado, la sensación de parpadeo sería menos perceptible, ya que se incrementa con la luminancia de la pantalla. Y además la legibilidad sería superior sobre todo para personas con baja agudeza visual porque la tipografía o tipo de letra se percibiría más grande de lo que realmente sería, debido al efecto expansivo de la parte iluminada sobre la no iluminada<sup>14-16</sup>.

Por otro lado, hay que tener en cuenta determinadas propiedades de percepción para

Fig. 1. Polaridades de pantalla.



---

abordar con éxito el problema del confort visual.

En la población general, para la buena percepción de los relieves sin utilizar sombras demasiado marcadas que disminuyen el confort visual, se debe recurrir a contrastes adecuados de colores y luminancias. En particular, la proporción de luminancias figura-fondo debe superar la relación 3:1 para una lectura eficaz y confortable<sup>10</sup>. Las luminancias demasiado elevadas traen consigo, además de la disminución de la capacidad de percepción, fatiga y disconfort, efectos que pueden verse agravados con la edad.

En cuanto al color, las personas mayores tienen una menor sensibilidad, en particular en los azules, y frecuentemente necesitan un mayor nivel de brillo, asociado a su pérdida de sensibilidad en la zona de bajas longitudes de onda.

Además, un porcentaje nada despreciable de la población general presenta algún tipo de problemas en la percepción del color, por lo que algunos contrastes cromáticos pueden provocar confusiones<sup>17</sup>. Si tenemos en cuenta el efecto provocado por el amarilleamiento del cristalino con la edad, similar a la visión normal a través de un filtro amarillo, a las alteraciones de la visión del color hay que añadir todavía mayores pérdidas de discriminación cromática<sup>8</sup>.

Por otro lado, ciertos colores provocan diferentes sensaciones, ya no tanto visuales, sino emocionales, que pueden afectar al sujeto desde el punto de vista ergonómico<sup>19-22</sup>. Los colores denominados "tranquilos" del grupo verde-azul ejercen un efecto relajante en personas nerviosas, los "llamativos" del grupo rojo-amarillo estimulan a la persona decaída<sup>23</sup>.

### Bibliografía y enlaces

1. Martínez-Verdú F. Boletín de Factores Humanos 26, 2004.
2. Ware C, Information visualization, Elsevier, 2004.
3. Crawford G P (Ed.), Flexible Flat Panel Displays, John Wiley & Sons, 2005
4. Mori H. The wide view (WV) film for enhancing the field of view of LCD's, J Display Technology 2005;1:179.
5. Wu CC, Chen CW, Lin CL, Yang CJ. Advanced OLED for enhancing display performances, J Display Technology 2005;1:248.
6. <http://europa.eu.int/eur-lex>
7. Sanz Merinero JA. Boletín de Factores Humanos, 14, 1997.
8. [www.mtas.es](http://www.mtas.es)
9. Jackson R, MacDonald LW, Freeman K. Computer generated colour: a practical guide to presentation and display, John Wiley and Sons, Chichester, 1994.
10. Travis D, Effective color displays: theory and practice, Academic Press, London, 1991.
11. Keelan BW. Handbook of image quality: characterization and prediction, Ed. Marcel Dekker, New York, 2002.
12. Leachtenauer JC. Electronic image display-Equipment selection and operation, SPIE Press, Bellingham, 2004.
13. Sheedy JE, Shaw-McMinn PG. Diagnosing and treating computer-related vision problems, Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2003.
14. [www.pc.ibm.com/ww/healthycomputing/index.html](http://www.pc.ibm.com/ww/healthycomputing/index.html)
15. Jacko JA, Barreto AB, Marmet GJ, Chu JYM, Bausch HS, Scott IU, Rosa RH. ASSETS'00, November 13-15, Arlington, Virginia, 2000.
16. [www.ergonomia.cl/pantalla.html](http://www.ergonomia.cl/pantalla.html)
17. Collado JA. Boletín de Factores Humanos, 25, 2004.
18. de Fez MD, Luque MJ, Viqueira V. Enhancement of contrast sensitivity and losses of chromatic discrimination with tinted lenses. Opt Vis Sci 2002;79:590-597.
19. Wood, Larry E. User interface design: bridging the gap from user requirements to design, CRC Press LLC, 1997.
20. Ivory Melody Y, Hearst Marti A. ACM Computing Surveys 2001;33:470-516.
21. Schaffer E. Institutionalization of usability: A step by step guide, Addison Wesley, 2004.
22. Riordan RM. Seeing data: Designing user interfaces for database systems using .NET, Addison Wesley Professional, 2004.
23. Palacios E, Marincoff G. Iluminación y confort visual. Un abordaje ergonómico. [www.monografias.com/trabajos/ergoluz/ergoluz.shtml](http://www.monografias.com/trabajos/ergoluz/ergoluz.shtml).