

# El sentit de la vista davant l'ús continuat dels ordinadors a classe i a casa: consells



José Luis Alvarez Muñoz  
Departament d'Òptica i Optometria  
UPC - Campus Terrassa

# Normativa d'àmbit Europeu

- Directiva 89/391/CEE, de 12 de juny de 1989
  - Aplicació de mesures per promoure la millora de la seguretat i de la salut dels treballadors en el treball
- Directiva 90/270/CEE, de 29 de maig de 1990
  - Disposicions mínimes de seguretat i de salut relatives al treball amb equips que inclouen PVD



# Normativa d'àmbit Espanyol

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre
  - Prevención de riesgos laborales.
- RD 488/1997, de 14 de abril
  - Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen PVD



# Publicacions amb normes tècniques

- Comité Européen de Normalisation (CEN) en col·laboració amb International Organization for Standardization (ISO)
  - **ISO-9241-9 (2000)** Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)
  - **EN-ISO-9241 (2000)** Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Guidance on the work environment
  - **Norma UNE-EN ISO 9241-9 (2001)** Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD)

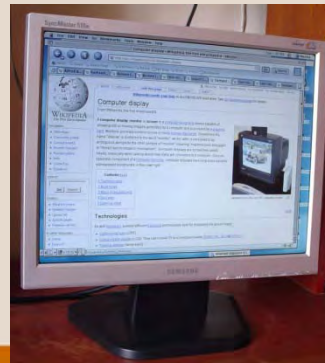


# Publicacions amb normes tècniques

- Manual de normas técnicas para el diseño ergonómico de puestos con pantallas de visualización (2ª Edición) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – INSHT-2005)

# Definició de pantalla de visualització de dades

- En el RD 488/1997 es dóna la següent definició de la pantalla de visualització de dades (PVD):
  - *Pantalla alfanumèrica o gràfica, independentment del mètode de representació visual utilitzat*
- La definició inclou: TRC, LCD, TFT, pantalles de plasma i altres tipus de pantalles basats en tecnologies no electròniques.



# Definició de treballador d'un lloc amb PVD

- *Qualsevol treballador que habitualment i durant una part rellevant de la seva feina normal utilitzi un equip amb PVD:*
  - Mínim de 4 h/dia o 20 h/setmana
  - Entre 2-4 h/dia o 10-20 h/setmana + 5 requisits
- Un gran nombre de la població actual pot ser catalogada com a treballador d'un lloc de treball amb PVD



# Problemàtiques amb el treball amb PVD

## – Trastorns musculoesquelètics

- Coll, esquena, espatlles, braços i mans
- Relacionats amb dimensions del mobiliari, postures estàtiques prolongades i moviments repetitius



## – Fatiga mental

- Organització inadequada de la tasca, programes informàtics inadequats, sobrecàrrega i infracàrrega mental



## – Fatiga visual



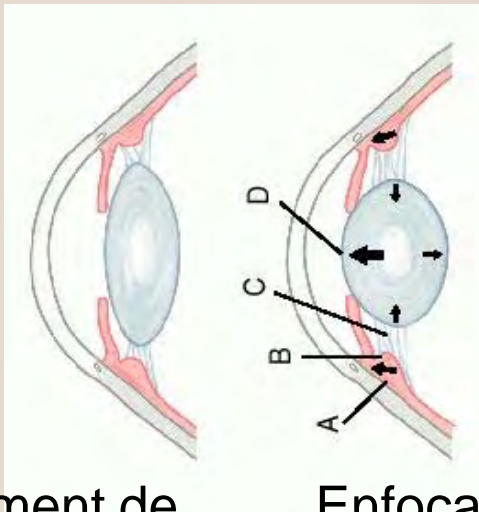


# Fatiga visual

- Modificació funcional, de caràcter reversible, deguda a un esforç excessiu del sistema visual, amb els següents símptomes:
  - **Molèsties oculars:** tensió, pesadesa palpebral, pesadesa d'ulls, picors, cremor, necessitat de fregar-se els ulls, somnolència, coïssor ocular, augment del parpelleig, ...
  - **Trastorns visuals:** borrositat dels caràcters, inestabilitat dels caràcters, visió doble, ...
  - **Símptomes extraoculars:** cefalees, vertígens i sensacions d'ansietat, molèsties al clatell i a la columna vertebral.

# Factors que provoquen fatiga visual

- Acomodació continuada (esforç d'enfocament)
- Convergència continuada (esforç d'alineament dels ulls per fixar un mateix punt de la pantalla)



Enfocament de lluny (relax)

Enfocament de prop (estrès)



Esforç de convergència

# Algunes qüestions sobre la convergència

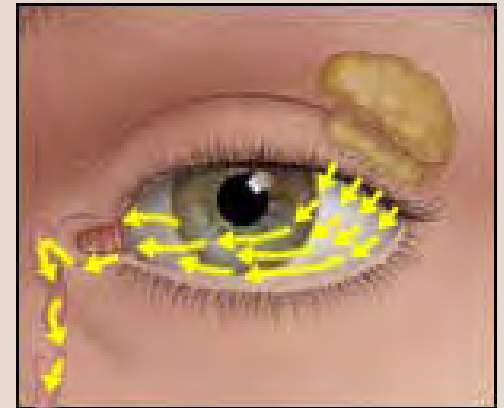
- La nostra capacitat de convergir és més gran si fixem objectes per sota del nivell dels ulls
- A més el camp de fixació és més extens cap a baix ⇒ **recomanable situar la pantalla per sota del nivell dels ulls**
- El nostre sistema visual tolera malament les convergències asimètriques continuades (un ull més girat que l'altre) ⇒ **recomanable situar la pantalla ben centrada (ni a la dreta ni a l'esquerra)**

# Factors que provoquen fatiga visual

- Moviments repetitius dels ulls (per canviar la fixació entre documents, teclat i pantalla)
- Mala llegibilitat dels caràcters
- Oscil·lació dels caràcters
- Parpelleig de la imatge
- Diferències en la lluminositat de la pantalla i el seu entorn
- Presència de reflexes sobre la pantalla (enlluernament molest)

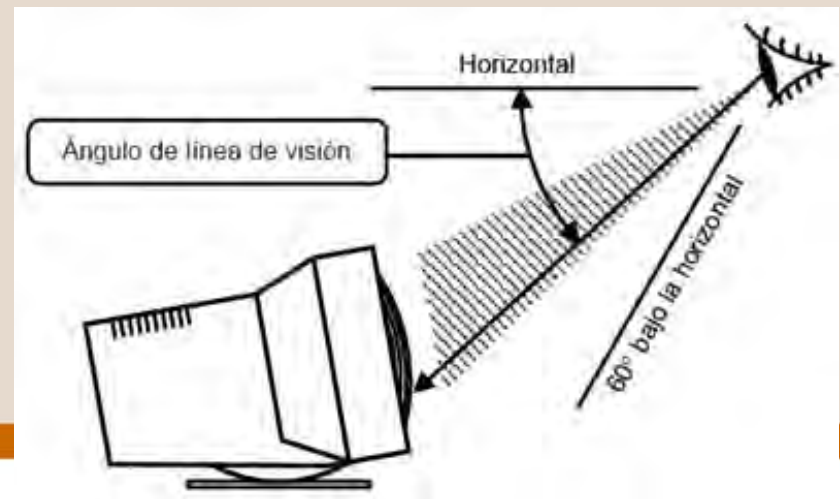
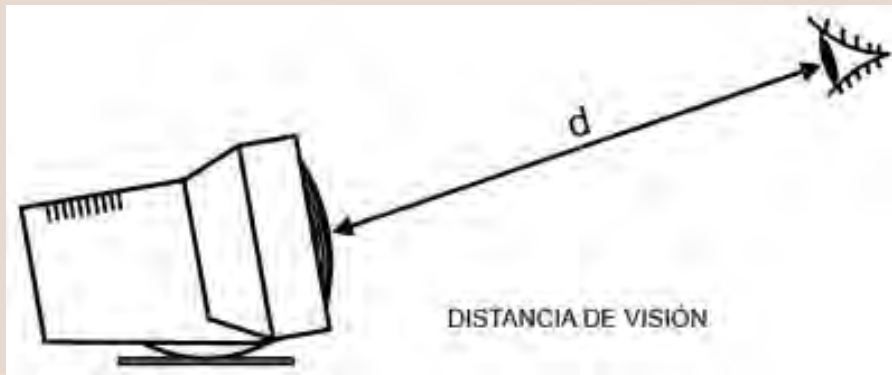
# Factors que provoquen fatiga visual

- Disminució del parpelleig
  - menor renovació de la llàgrima
  - la pel·lícula de llàgrima es trenca als 20 o 30 s
  - hem de parpellejar 2-3 cops per minut, aproximadament
- S'ha de parpellejar més:
  - En llocs amb temperatura alta
  - En llocs amb baixa humitat de l'aire
  - En presència de corrents d'aire
  - Els usuaris de lents de contacte



# Posició de la pantalla

- Distància mínima  $d_{\text{mín}} = 40 \text{ cm}$
- Distància màxima  $d_{\text{màx}}$  → aquella en que la zona efectiva de la pantalla subtendeix un angle de  $18^\circ$
- Pantalla dins el camp limitat per la horitzontal i  $60^\circ$  sota aquesta horitzontal

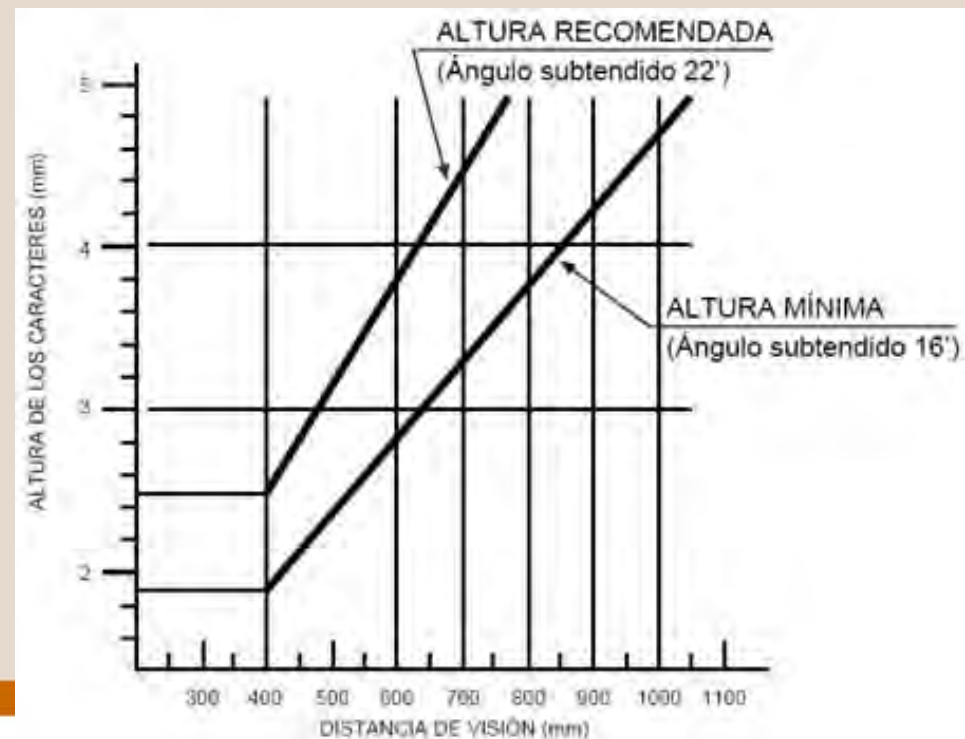
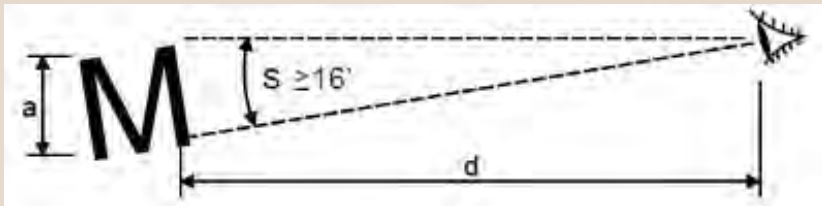


## Posició de la pantalla (exemples)

- Netbook amb pantalla de 10" (224x126 mm)
- Distància mínima  $d_{\text{mín}} = 40$  cm
- Distància màxima  $d_{\text{màx}} = 69$  cm  
(Prenem la dimensió horitzontal de la pantalla per considerar els 18°)
  
- Ordinador de sobretaula amb pantalla de 18,5" (410x230 mm)
- Distància mínima  $d_{\text{mín}} = 40$  cm
- Distància màxima  $d_{\text{màx}} = 126$  cm  
(Prenem la dimensió horitzontal de la pantalla per considerar els 18°)

# Alçada dels caràcters a la pantalla

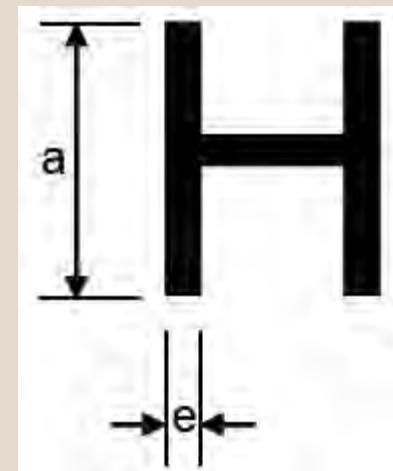
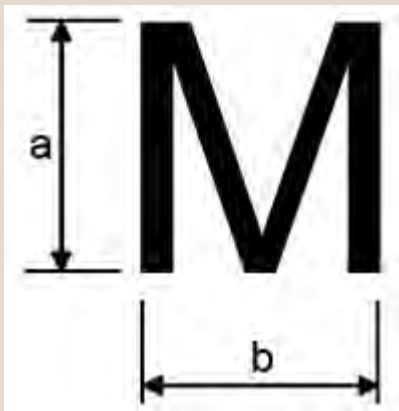
- La mínima alçada dels caràcters ha de ser de 16' (lectura ocasional)
- Per lectura habitual, l'alçada ha de ser de 22'





# Proporcions dels caràcters a la pantalla

- Relació amplada/alçada,  $b/a$  compresa entre **0,7:1** i **0,9:1**
- Relació gruix del traç/alçada,  $e/a$  compresa entre **1:6** (polaritat positiva de la pantalla) i **1:12** (polaritat negativa de la pantalla)



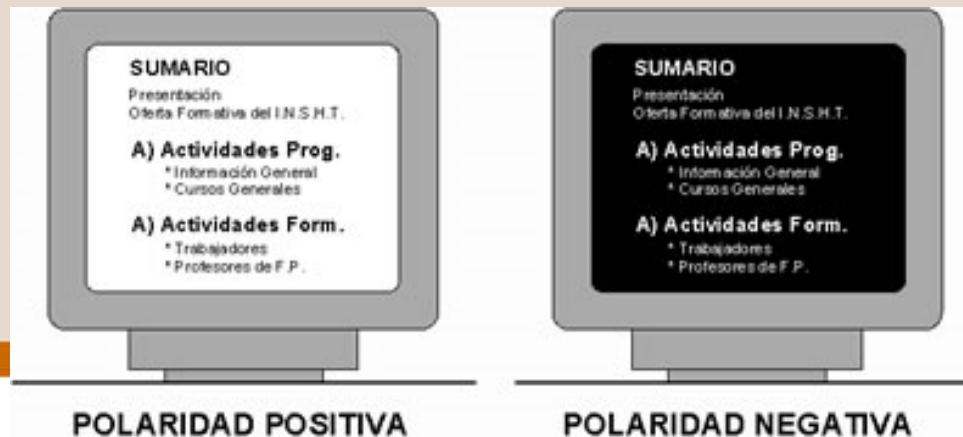
# Polaritat positiva i negativa de les PVD

## – Polaritat positiva:

- Menor percepció de reflexes
- Major nitidesa de les vores dels caràcters
- Més fàcil obtenir un equilibri de luminància amb l'entorn

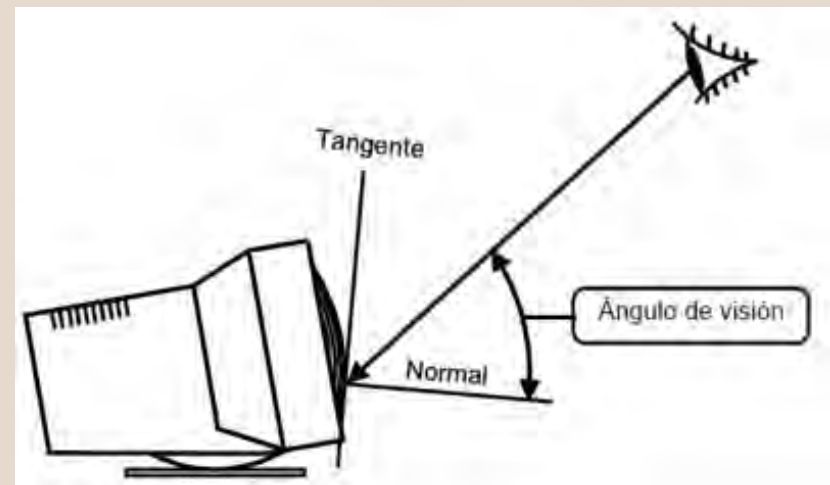
## – Polaritat negativa:

- Menor percepció del parpelleig
- Els caràcters es perceben més grans
- Millor llegibilitat per persones amb baixa agudesa visual



# Llegibilitat de la pantalla

- La pantalla ha de ser llegible amb angles de visió de fins  $40^\circ$ , traçats entre la línia de visió i la perpendicular a la superfície de la pantalla en qualsevol punt.
- La mida dels caràcters (per un mateix tipus de lletra) no ha de variar més d'un 5% en qualsevol punt de la pantalla.

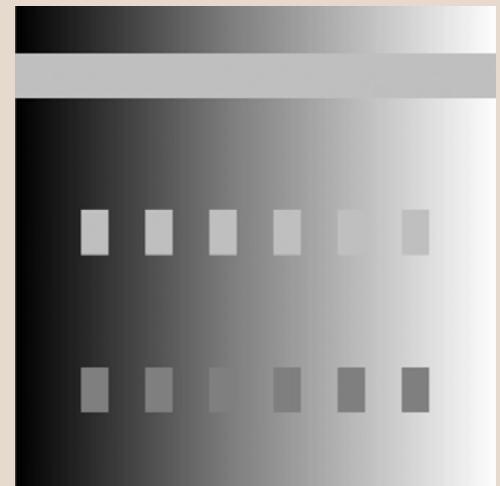


# Luminància i contrast de la pantalla

- Luminància mínima,  $L_{\text{mín}} = 35 \text{ cd/m}^2$
- Luminància recomanada,  $L_{\text{rec}} = 100 \text{ cd/m}^2$
- Diferència de luminància entre el centre i qualsevol altre punt de la pantalla no pot ser superior a la relació **1,7:1**
  
- Contrast mínim,  $C_{\text{mín}} = 0,5$
- Relació de contrast mínima,  $RC_{\text{mín}} = 3$

$$C = \frac{L_{\text{màx}} - L_{\text{mín}}}{L_{\text{màx}}}$$

$$RC = \frac{L_{\text{màx}}}{L_{\text{mín}}}$$



# Exemple de luminància

– Netbook amb pantalla de 10''

– Màxim nivell de luminància

- Luminància frontal: 198 cd/m<sup>2</sup>
- Luminància a 45° (horitzontal): 64 cd/m<sup>2</sup>
- Luminància a 45° (vertical): 30 cd/m<sup>2</sup>

– Menor nivell de luminància

- Luminància frontal: 37 cd/m<sup>2</sup>
- Luminància a 45° (horitzontal): 17 cd/m<sup>2</sup>
- Luminància a 45° (vertical): 6 cd/m<sup>2</sup>

– Major pèrdua de luminància en el pla vertical que en el pla horitzontal



# Orientació de la pantalla

- La pèrdua de luminància horitzontal no és gaire rellevant (pantalla sempre centrada)
- La pèrdua de luminància vertical s'ha d'evitar inclinant la pantalla (es busca perpendicularitat entre pantalla i línia de mirada)



# Què passa si la pantalla és petita?

- Disminueix la mida dels caràcters i les imatges
  - 1<sup>a</sup> solució: aproximació a la pantalla
    - Augmenten l'acomodació i la convergència
    - **Augmenta la fatiga visual**
  - 2<sup>a</sup> solució: augment de la mida dels caràcters i les imatges
    - No es veu el document sencer
    - Desplaçaments del document per visualitzar àrees invisibles
    - **Augmenta la fatiga mental**
- La pantalla queda molt baixa:
  - Inclinació del cap
  - Problemes musculoesquelètics (clatell i columna)

# L'enlluernament incapacitant

- ↓ percepció visual per un estímul lluminós
- Es recupera immediatament o poc després de finalitzar l'estímul





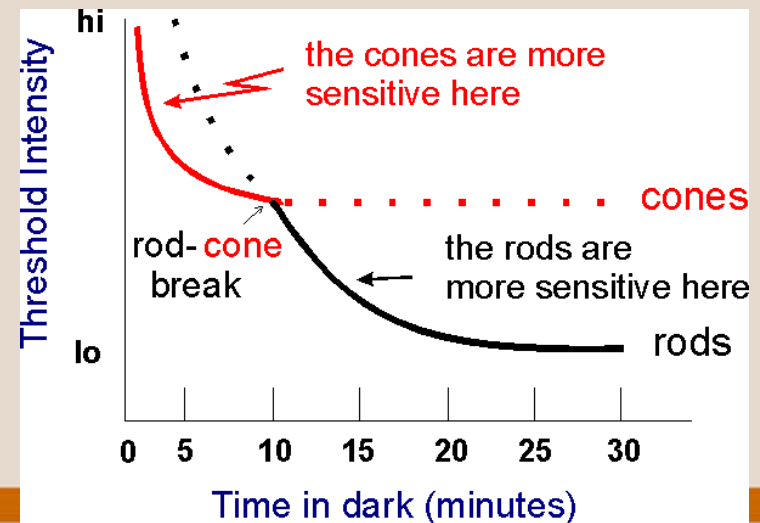
# L'enlluernament molest

- Estímul lluminós de menor intensitat
- No arriba a ↓ percepció visual
- Sensació d'incomoditat
- Efecte acumulatiu (sensació de cansament al final del dia)
- Motius:
  - Reflexes sobre la pantalla
  - Reflexes sobre el mobiliari
  - Gran diferència de luminància entre la pantalla i el seu entorn



# Com regula la llum el sistema visual?

- Contracció/dilatació pupil·lar (miosi/midriasi):
  - Mecanisme molt ràpid, de l'ordre uns pocs segons
- Adaptació retinal (mecanisme molt lent):
  - Claror → fosc: fins a 30'
  - Fosc → clar: més ràpid, però de l'ordre d'uns quants minuts



# Fatiga visual per enlluernament molest

- El sistema visual està en situació inestable de forma contínua, perquè no pot acabar d'adaptar-se a diferents nivells de luminància al mateix temps



## Sintonia entre luminància de la tasca i de l'entorn

- Es recomana una relació de luminàncies que com a mínim sigui **10:3:1** (tasca:perifèria immediata:luminància ambiental)



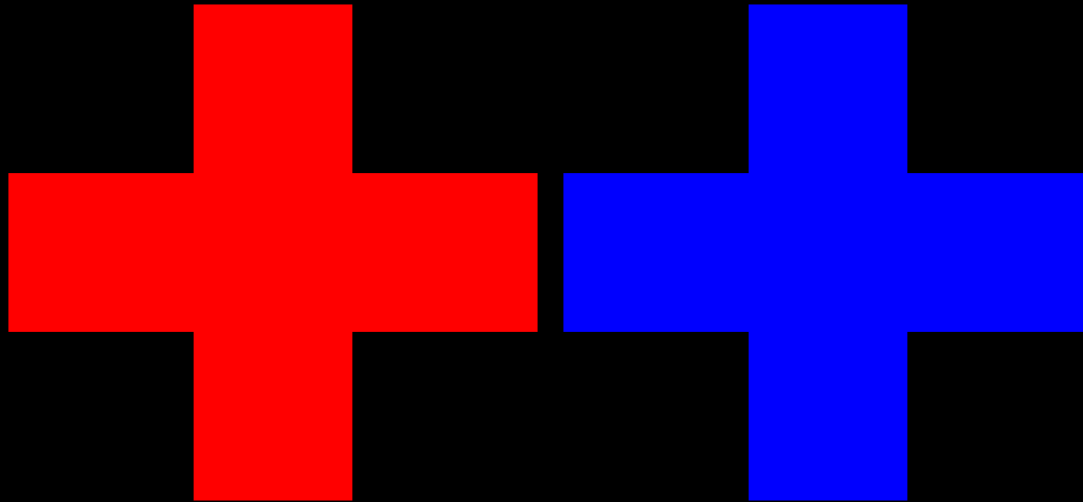
No treballar amb  
l'ordinador o mirar  
la TV a les fosques



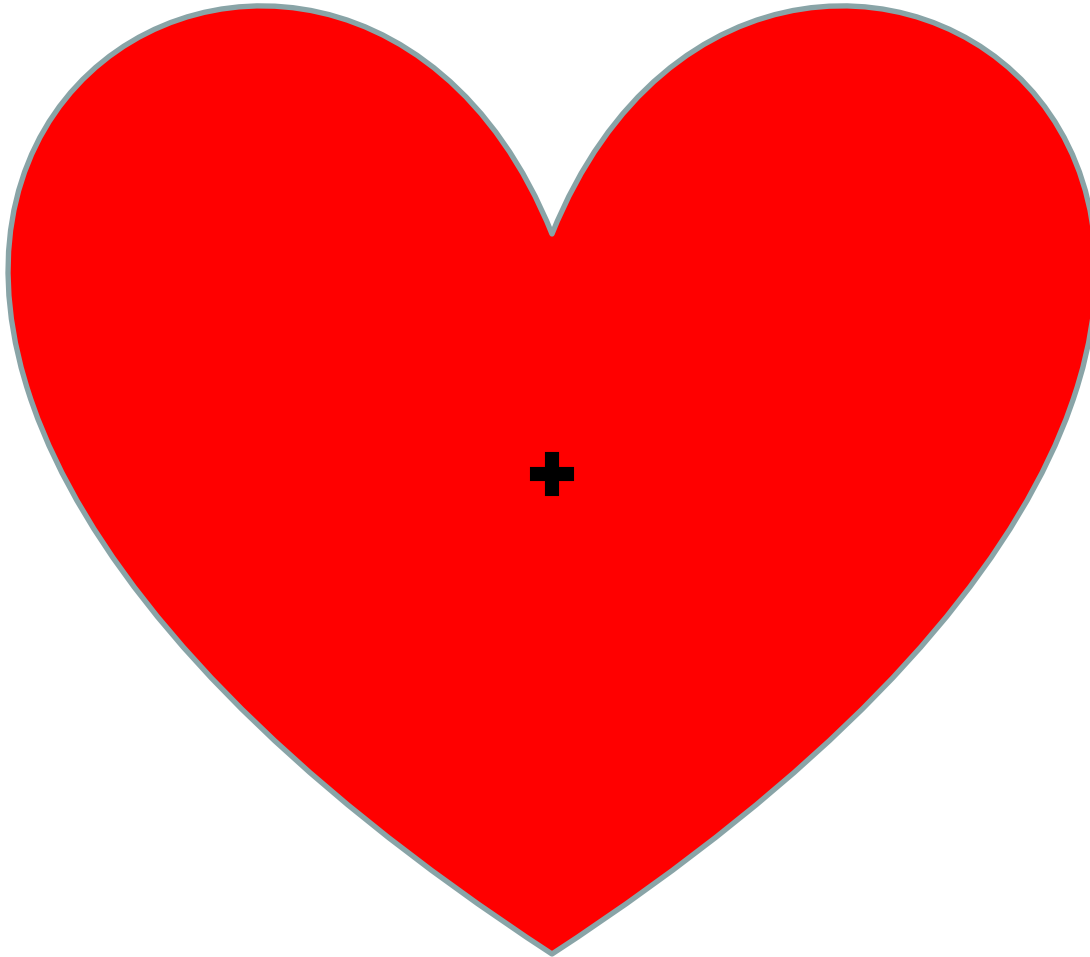
# Les PVD i els colors

- Per discriminar i identificar uns colors específics  $\Rightarrow$  no utilitzar més d'**11 colors diferents**.
- Si s'ha de recordar el significat dels colors, no s'han d'utilitzar més de **6 colors diferents**.
- Per optimitzar la discriminació i identificació dels colors, es recomana:
  - Figures en color sobre fons acromàtic
  - Figures acromàtiques sobre fons en color
- Colors extrems de l'espectre (blau i vermell molt saturats) no s'han de presentar en pantalla simultàniament  $\Rightarrow$  provoquen **estereòpsia cromàtica** (vermell més a prop i blau més lluny)

QUINA CREU ESTÀ MES A PROP TEU?



FIXA LA MIRADA EN LA CREU  
DURANT 30 SEGONS



QUÈ HI VEUS ?





# Post-imatges cromàtiques

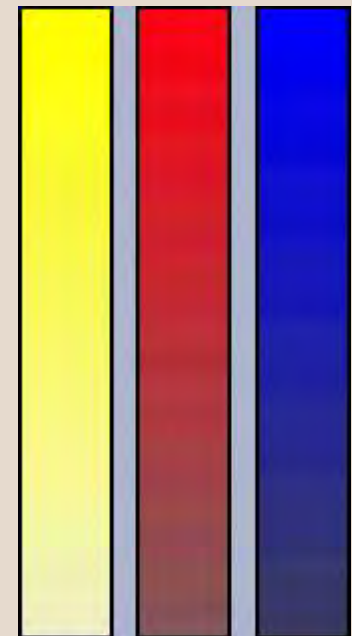
- Acabes de veure una post-imatge
  - Després d'una estimulació prolongada, el pigment sensible a la llum vermella de la teva retina (cons L) està “esgotat”
  - Els pigments sensibles a la llum verda (cons M) i a la llum blava (cons S) no han estat utilitzats.
  - Mentre es recupera el pigment dels cons L, un fons blanc el percebem del color complementari al vermell (resposta dels cons M i S = suma de percepció verda+blava = color cian)

# Saturació dels colors

- Per evitar fatiga visual, la saturació dels colors ha de ser inversament proporcional a:
  - Extensió del camp visual que ocupa
  - Temps de visualització



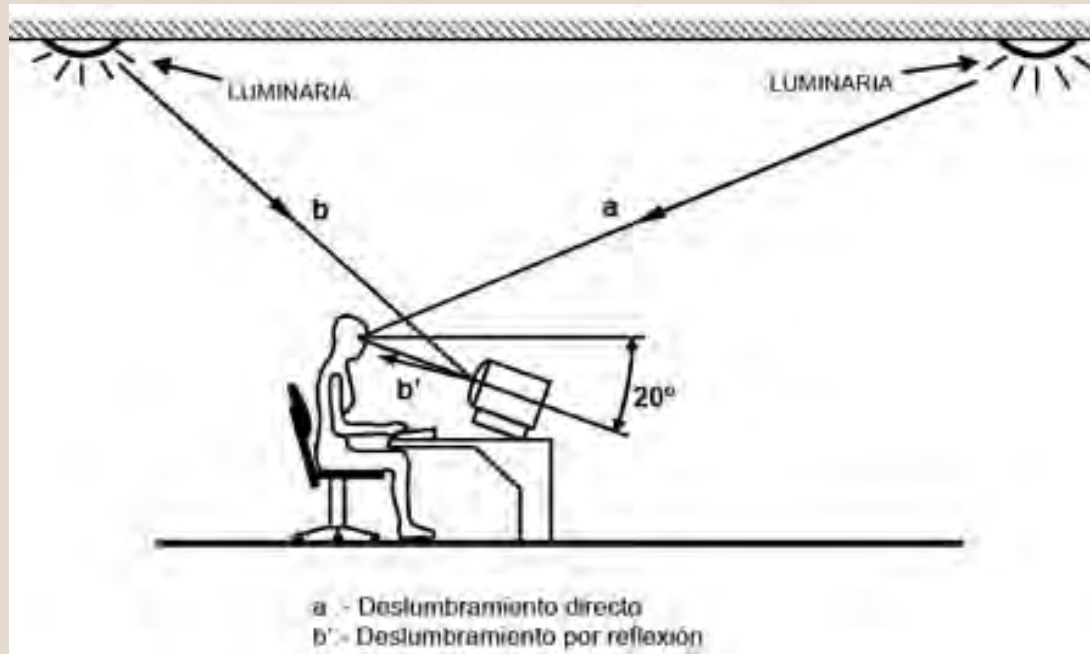
Molt saturat



Poc saturat

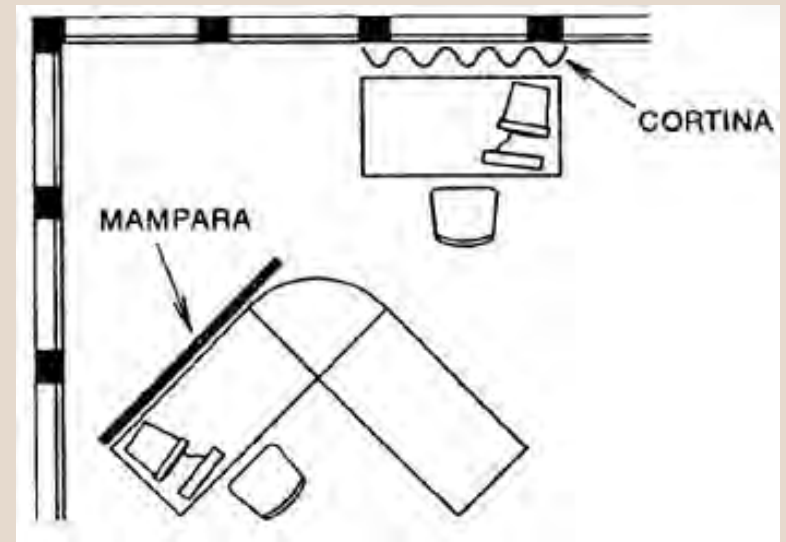
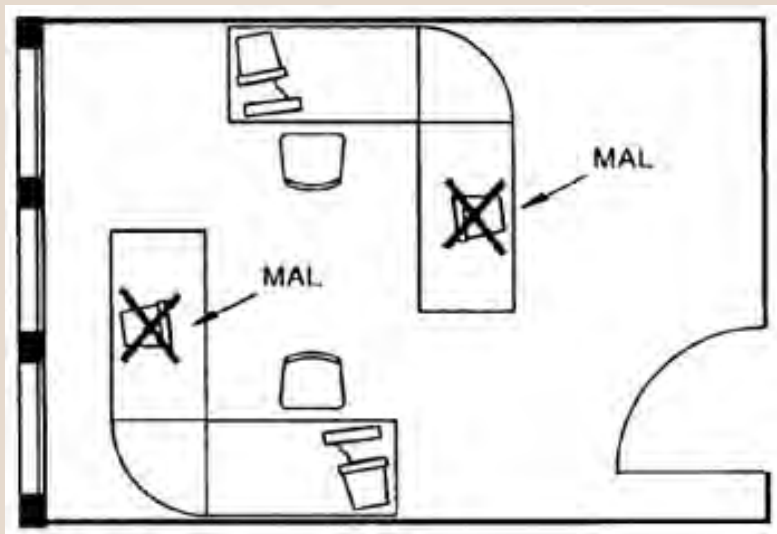
## Il·luminació de l'espai on és la pantalla

- Lluminàries han d'estar a un mínim de  $45^\circ$  respecte la horitzontal per evitar enlluernaments directes
- En cas contrari s'han d'apantallar



# Consells per treballar amb PVD

- Evitar les finestres davant i darrera la pantalla
  - Provoquen enlluernaments directes
  - Provoquen enlluernaments molestos per reflexió



# Radiacions i Filtres a les pantalles

- Radiacions:
  - En tots els tipus de monitor (CRT, LCD i TFT) totes les emissions de radiació estan molt per sota dels nivells màxims de seguretat.
  - En qualsevol cas, augmentant la distància a la pantalla disminueix el nivell de radiació
- Filtres:
  - Per evitar reflexos
  - Per millorar el contrast
  - Per evitar electricitat estàtica



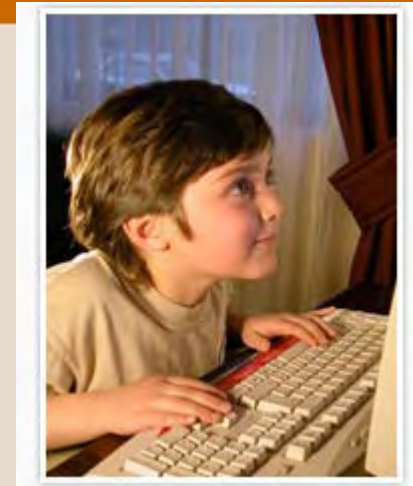
# Postures davant l'ordinador

- Postura recomanada per treballar amb ordinador de forma prolongada



# Postures davant l'ordinador

## – Postures inadequades



# Postures davant l'ordinador

- Postures adequades





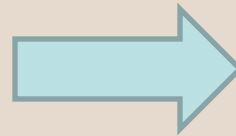
# Consells per relaxar la convergència i l'acomodació

## – Establir rutines de descans:

- Després de 30' de treball en pantalla  $\Rightarrow$  5' de fixació d'un objecte molt llunyà



30 minuts



5 minuts

GRÀCIES PER LA VOSTRA ATENCIÓ

