

## TEMA 6

### EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES LUMÍNICAS.

#### INTEGRACIÓN FINAL

##### 1. UN EJEMPLO DE INTEGRACIÓN: EL ÍNDICE CSP

Bean y Bell quisieron hacer un índice de la bondad de las oficinas convencionales. El índice que escogieron se llamó CSP (C Confort, S Satisfacción, P Funcionalidad (performance). Son como superfactores, de un carácter muy global. Estas dimensiones tienen unos parámetros.

###### 1.1 Parámetros

- Iluminancia
- Homogeneidad de la iluminación
- Factores de iluminancia horizontal versus iluminancia cilíndrica (modelado): se mide como un cilindro (luxómetro en el suelo, y en todas direcciones)
- Luminancia: deslumbramiento y contraste (donde está más claro y dónde más oscuro)
- IRC general: si quiero que se distingan colores, es mejor la luz neutra. Lo que mide es una mezcla de temperatura del color e IRC.

##### 2. EQUIPAMIENTO Y PROBLEMAS VISUALES

###### 2.1. Tasa de Refresco y fluctuación de pantalla.

Los monitores son dispositivos estroboscópicos basados en un ciclo de activación–desactivación aplicado a todos los pixeles de la pantalla. La mejor forma de evitar que en ella se aprecien oscilaciones es usando una elevada tasa de refresco (75 Hz o más). Si no se dispone de ella deben emplearse fondos oscuros y /o un monitor entrelazado. Para comprobar la tasa de refresco si es apropiada y no se dispone de la información, se pone la pantalla en blanco y se gira la cabeza unos 20°, si vemos temblar, la tasa de refresco es mala. (la tasa de refresco quiere decir que la imagen se pinta entera en un segundo, de arriba abajo, el numero de veces que la tasa sea , 75, 60, etc).

Cuando más oscuro es un estímulo, más difícil para el sistema visual es notar la fluctuación de pantalla. En un monitor entrelazado, se dibuja primero las líneas impares y luego las pares, esto ahorra tiempo perceptivo. Sin embargo, el monitor envejece y entonces el mecanismo de sincronía se desgasta y esto produce vibración en las líneas (*jistering*).

Además, es necesaria la nitidez de la pantalla. La resolución alta indica si puedo ver contornos muy finos y definidos. La resolución real de la pantalla dependerá de tres factores:

- El número de pixeles por pulgada (resolución referenciable)
- El tamaño de la pantalla en pulgadas (1 pulgada=2,32 cm)
- Independencia en la activación de los pixeles (que sólo se active el que queremos)

Para ajustar un monitor a una persona concreta se usa la regla de la triple distancia, esto es, que los caracteres que alguien puede leer lejos mal (al triple de la distancia a la que normalmente va a trabajar) verá bien a la distancia adecuada.

## **2.2 Ajuste del contraste, luminosidad informática y métodos AMLA**

Las escalas informáticas de luminosidad (microsoft) no guardan relación lineal con la luminancia y, por ello, no permiten especificar el contraste. Debido a la ley de Weber y a la importancia de la claridad en la apariencia de la imagen, la relación luminancia fotométrica ( $L_f$ ), luminosidad Microsoft ( $L_m$ , claridad) se ajusta a la

$$L_f = (L_m)^{potencia,2}$$

siguiente función (los valores de estos parámetros normalizados)

$$L_f = (0,5)^2 = 0,25$$

Ejemplo:

Si ponemos en el ordenador 122 (la mitad del

máximo, no va a salir la mitad de la lumi-

nancia. Si hubiera una relación lineal saldría  $\frac{1}{2}$  de la luminancia total que pudiera dar el monitor (uno normal, unos 100 de máximo como total). Sin embargo, lo que sale es  $\frac{1}{4}$  parte de la luminancia máxima, y esto es debido a la Ley de Weber.

$$L_f = (0,5)^{0,5} = 0,707$$

Si se desea obtener crecimientos lineales de la luminosidad, la luminosidad Microsoft debe elevarse a  $1/p$  (lo inverso). Los valores así transformados permiten ajustar el contraste entre estimulaciones.

Si yo le doy la orden de 0,707 al ordenador, va a dar un resultado del 50% más de la luminancia que tenía. (Por ejemplo, quiero una luminancia 0,3, entonces  $0,3 \times 1/2 = 0,547$ . Si escribo 0,547 en Microsoft, me dará el 0,30 de la luminosidad que sea).

Si no se tienen fotómetros adecuados, puede usarse el método AMLA:

1.– Determinar el valor de la pendiente  $p$  usada por los tres primarios y por la estimulación acromática.

2.– Determinar el valor de la luminancia relativa de cualquier color

(Nota: las mediciones con luxómetro pueden ser igual de buenas que con fotómetro siempre que sea cualitativamente iguales y sólo se diferencien en términos cuantitativos; negro–blanco si, verde–rojo no.)

Cuando las letras tienen un color de una luminancia prácticamente igual (aunque de otro matiz) que el recuadro, entonces se leerá peor, y esa será una luminosidad que nos vale. Esto nos dará la diferencia de contraste entre unos colores y otros, para luego al trabajar con mensajes se puedan elegir los colores con los mejores contrastes. Los colores de los recuadros serán grises para saber la luminancia de cada estímulo cromático.

## **2.3 Producción de colores en monitores**

Los monitores sólo son capaces de generar los colores que cumplen los 2 siguientes requisitos:

- Tienen coordenadas cromáticas incluidas en el triángulo de colores
- Sus luminancias no superan las que pueden generar sus primarios (Tabla 7.1 del libro). Un color será posible pero en un determinado rango, que será el triple de energía que ese monitor puede generar para cada primario (Tabla 7.6 libro).

$$\begin{array}{ll}
 X & r \\
 Y = g & T (L_r + L_g + L_b) \\
 Z & b
 \end{array}$$

El álgebra matricial permite predecir con exactitud si un color es o no posible en un monitor concreto. En caso de respuesta positiva también permite calcular las cantidades de los 3 primarios que producen un determinado resultado. Las ecuaciones básicas se pueden hacer en Excel y son las siguientes:

Valores Proporciones en las que

Tricromáticos activamos cada uno de los 3 primarios

Si la matriz ofrece soluciones entre 0–1 es que el color es posible, si no dan esos valores, el color no puede darse. Los valores obtenidos indican la proporción exacta a usar para obtener un color deseado.

## 2.4 Dimensiones de los colores y escalas Microsoft

Las escalas de Microsoft de matiz y saturación no indican lo que se entiende por estos términos en ergonomía. La supuesta escala de matiz es realidad informa sobre la longitud de onda dominante de la estimulación (la longitud de onda tiene que ver con el matiz pero no es matiz exactamente).

La escala de saturación proporciona un valor relativo a la máxima saturación que se puede obtener cuando una longitud de onda dominante se presenta a un determinado nivel de claridad (lo que más se puede sacar de saturación dado ese nivel de claridad sea cual sea).

$$Luminosidad = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

La escala de claridad es el resultado de la aplicación de la siguiente ecuación

Siendo V el valor del primario.

Por ejemplo:

	Rojo	Verde	Azul
Rojo	255	0	0
Amarillo	255	255	0

## 2.5 Iluminación y pantallas de ordenador

En general, las tareas que se hacen fuera de la pantalla se benefician de luminancias altas (gracias a tener iluminancias altas) porque gracias a ellas se pueden apreciar detalles pequeños. Sin embargo, pueden dificultar el uso de la información presentada en la pantalla por los siguientes motivos:

1) Puede hacer que la luminancia media de la pantalla sea muy inferior a la del material impreso de forma que los ojos tengan que cambiar frecuentemente su nivel de adaptación

$$E = \frac{125}{0,9} \cdot 3,1416 = 436,33lx$$

$$R = \frac{lumi(nits)}{ilumi(lx)} \cdot \Pi$$

## ðDeducción del rango de iluminancia recomendado para pantalla blanca

E L=125 nits

Blanco 90%

Este razonamiento implica usar un fondo blanco, pero si trabajo con fondos azules, la iluminancia debe ser más baja (la iluminancia del azul es menor que la del blanco)

## 2) Puede reducir el contraste del material presentado en pantalla

### ð Explicación de causas

$$C_M = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}} = 0,96$$

Para un procesador de textos cuyo fondo es blanco, la Lmax es de 125 nits y la mínima de 2,5 nits. Para ver el contraste,

da un 96% de contraste, casi el máximo. Pero si la habitación donde hacemos las medidas tiene mucha luz solar, esta se reflejaría en la pantalla, por ejemplo, unos 200 nits. Ahora la ecuación sería:

$$L+ = 125 + 200 = 325$$

$$L- = 2,5 + 200 = 202,5$$

El resultado sería que el CM valdría 23%, un contraste muchísimo menor. Como conclusión, tenemos que la luz ambiental es mala para el contraste.

### ð Recomendación de sistemas de iluminación local y/o localizada

Para luchar contra esto se puede usar un sistema de luz localizada que mande luz a los documentos que quiero ver, siempre que no sea tan fuerte esta que produzcan problemas de adaptación, y no mande luz a la pantalla.

### ð Uso de filtros

También se pueden usar filtros porque de esa forma la luz solar tiene que atravesar el filtro 2 veces, mientras que la luz del monitor sólo lo atravesará una, quedando la luz solar más debilitada de este modo.

Si además, el monitor es monocromático y el filtro es tolerante con ese color en concreto, lo que emite el monitor llegara íntegramente a nuestro ojo pero la luz blanca que es mezcla de muchas longitudes de onda no, porque el filtro no deja pasar más que las longitudes de onda de la luz solar que se parecen al color de la pantalla.

El filtro tiene más o menos transmitancia según la dirección que tiene la luz (selectividad direccional). Esta puede ser que la luz atraviese el filtro en una dirección con una transmitancia del 90% y que la luz que la atraviesa en la otra dirección sea del 20%, de ese modo, la luz ambiental pasa en muy poca cantidad pero es reflejada en alta cantidad, así el contraste es mayor.

Otro tipo de selectores direccionales es el que se da con los filtros que impiden pasar la luz desde ángulos y sólo la dejan pasar en posición frontal al monitor, esto evita que la luz ambiente se cuele por los lados.

Por último está la pantalla antirreflectante, esta se parece a los filtros de selectividad direccional, dejan emitir pero no pasar la luz a su través.

### **3) Puede incrementar las posibilidades de que aparezcan reflejos en la pantalla ð **Lucha contra el deslumbramiento directo.****

Reducción de luminancias fuertes, mediante cristal ahumado, persianas, etc, excentrificación (cambiar la fuente del problema del origen, hacer más excéntrica la orientación de la fuente respecto al trabajador).

### **ð **Lucha contra el deslumbramiento indirecto****

La localización del problema se hace con el monitor apagado y se gira la pantalla para buscar la posición donde los reflejos se vean lo menos posible. Si aun así hay reflejos, aplicar el uso de filtros.

## **3. POSTURA DE TRABAJO**

### **3.1 Postura y fatiga muscular**

El usuario de ordenadores debe adoptar posturas que eviten el exceso de tensión muscular en la nuca, los hombros, la espalda y las manos. En posición de sentado debe disponerse una silla ergonómica ajustada a las características antropométricas del trabajador y de espacio suficiente para que esta pueda apoyar muñecas y antebrazos. En posición de pie es esencial el acceso cómodo al teclado.

### **3.2 Orientaciones generales sobre las posturas de trabajo**

Diferentes investigaciones han indicado la conveniencia de que el trabajador cambie de postura a lo largo de la jornada laboral por los siguientes motivos (ninguna postura es óptima si no se puede evitar).

**Hombros:** No deben estar encogidos, los brazos no deben superar la altura de los hombros. La posición adaptada de estos debe permitir que los codos descansen cerca del tronco. Si no fuere así, debería contarse con un soporte para apoyarlos.

**Cabeza y cuello:** A fin de evitar el resecamiento de los ojos y la acumulación de tensión muscular, la cadera debe inclinarse ligeramente hacia delante (15°–30°), la cabeza hacia delante. Deben cuidarse posturas que impliquen inclinaciones laterales de cabeza excesivas.

**Codos:** El ángulo formado en los codos debe ser de magnitud próxima a los 90°, la inclinación del teclado debe ajustarse a la magnitud del ángulo utilizado. Es conveniente que los codos permanezcan relajados junto al tronco.

**Manos y muñecas:** La mano, muñeca y antebrazo deben formar línea recta o casi recta. Para lograrlo se debe disponer de los elementos de apoyo pertinentes. Cuando se trabaja con el teclado los dedos deben permanecer ligeramente curvados.

**Tronco, muslos, rodilla:** Ángulo del tronco y los muslos de 90°–120°, muslos y rodillas deben estar entre los 60°–90°.

**Pies:** Apoyarse en el suelo o reposapiés. Las plantas del pie paralelas, o casi. Al plano del suelo.

**Área principal de trabajo:** El trabajador debe poder acceder comodamente a los periféricos de introducción de datos, evitándose que tengan que extender excesivamente la parte superior de su cuerpo. Posición sentado–derecho recomendada.

### **3.2. Mirada y posición de trabajo**

La inclinación de la cabeza determina la magnitud del área de la córnea en contacto con el aire y, consiguientemente, su nivel de humedad. Al tiempo que se opone a la aparición de la fatiga muscular en la nuca, una adecuada inclinación de cabeza dificulta la aparición de la fatiga ocular debida a la sequedad en la córnea.

Se denomina **desfase de acomodación** al desajuste existente entre la distancia a las que enfocan y acomodan los ojos. Sus efectos negativos se reducen evitando el uso de distancias reducidas entre el monitor y el trabajador. En cualquier caso, para disipar el cansancio que este u otros factores pudieran generar en el trabajador, se recomienda que efectúe cada cierto tiempo actividades viso-musculares diferentes a requeridas por la pantalla.

## **4. USABILIDAD**

### **4.1. Factores de usabilidad**

La usabilidad es la calidad de uso de una determinada aplicación informática. Puede definirse como la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que usuarios concretos consiguen metas específicas en ambientes también concretos. La usabilidad es diferente según quien use el programa.

El uso de una metáfora cotidiana puede mejorar la usabilidad de una interfaz, porque facilita a sus usuarios la creación de un modelo mental que les informe sobre qué puede hacerse con la aplicación y cómo hacerlo. (por ejemplo, los iconos de Windows, papelera de reciclaje igual a tirar, borrar documento). Actualmente se diseñan muchos programas pensando en usuarios medios, la mayor parte de la información que presentan sus pantallas se relaciona con algún tipo de metáfora (análisis comparativo de lo que era MS-DOS y lo que es Windows).

La principal limitación de una metáfora es la de que lleve a creer a los usuarios de la aplicación en limitaciones inexistentes, porque un ordenador permite hacer más cosas que aquellas que le sirven de modelo:

#### **Principios básicos de usabilidad (heurísticos)**

1) Un buen programa debe requerir a los usuarios una mínima carga de memoria, es decir, se debe trabajar más en reconocer que en recordar (simplificar los procesos de búsqueda de información por una estructura predecible. Ubicación adecuada.)

*Ejemplo: En las páginas web, debe haber siempre un índice de lo que contienen para acceder rápidamente de una a otra sin tener que recurrir al navegador para verla.*

2) **Consistencia**: el tipo de información siempre debe presentarse del mismo tipo y ésta debe ser coherente con el mundo cotidiano. El mismo tipo de acción debe producir el mismo tipo de resultado.

*Ejemplo: Un fallo de Microsoft es que la opción mover un archivo puede significar mover o copiar según el disco al que se quiera trasladar dicho documento, sin que al usuario se le informe previamente de lo que hará.*

3) **Retroalimentación**: el usuario debe saber **qué** puede hacer, **cómo**, **cuando** ha actuado y las **consecuencias** de sus actuaciones.

*Ejemplo: Qué blanco en Microsoft puede hacerse, gris, no puede hacerse.*

*Cómo un botón sirva para hacer algo, no seleccionar otra cosa.*

4) Fomento de la exploración: esta debe facilitar la construcción del modelo mental del usuario. Los errores siempre deben ser reversibles. Esto facilita la exploración de los programas.

5) Flexibilidad y adaptación al usuario : la interfaz debe cambiar en función de por quién y para qué va a ser utilizada.

*Ejemplo: la información que puede ser agrupada en bloques en vez de mirar individualmente cada elemento. Se puede meter más información si la persona la simplifica y agrupa para manejarla, así se deben presentar pantallas sencillas o complejas según el usuario*

6) Facilidad de aprendizaje y buena retención: una buena interfaz promueve el aprendizaje perdurable sobre como usar una aplicación.

## **4.2 Evaluación de la usabilidad**

La evaluación de una aplicación puede realizarse:

- Para mejorar la calidad de los prototipos de aplicación
- Para seleccionar la más adecuada entre varias opciones de venta
- Para detectar las características que deben modificarse o seleccionarse a fin de adaptarlas a un empleo o tipo de usuario.

En función del objetivo de la evaluación y de los recursos humanos, económicos y temporales de los que se disponga deben seleccionarse la o las técnicas más adecuadas.

1) Lista de Chequeo: (ejemplo en apéndice 5). Dirigir la atención de las personas para que vayan chequeando. Es una secuencia sistemática de preguntas referidas al uso de una aplicación informática. Su carácter sistemático es la causa de las ventajas e inconvenientes

### **Ventajas:**

- Aplicable a cualquier fase de desarrollo (diseño inicial, prototipos avanzados)
- Identificación de problemas tipo general y problemas recurrentes.
- No se requieren expertos para aplicar esta técnica.

### **Inconvenientes:**

- Derivados de la extensión: muy largas son poco aplicables (atención a aspectos irrelevantes), muy cortas se pueden no evaluar aspectos importantes.
- Pueden no entender el significado de las preguntas, y necesitar de una pequeña explicación para que el novato lo comprenda.

2) Evaluación heurística: Requiere determinar si las características de una aplicación informática concuerdan con las que derivan del uso inteligente de un conjunto de principios (Nielsen, 94) de carácter general a los que se llama heurísticos (ejemplos de los comentados antes).

La pega de esta herramienta es que un experto siempre implica un cierto grado de subjetividad, por eso se debe contar con varios expertos que actúen de modo independiente. Esta técnica permite también detectar los

problemas de usabilidad, todos ellos. El principal inconveniente es el coste de los informáticos que actuarán como expertos, y que un experto conlleva el riesgo de que pasen por alto limitaciones que experimentan otros observadores inexpertos.

3) Entrevista semi-estructurada: es útil para comprender dificultades de usuarios poco expertos. En estas entrevistas, al tiempo que se dirige la atención hacia lo que no debe dejar de comentarse, se da oportunidad para que los usuarios comunes expresen sus opiniones sobre cualquier otro aspecto.

4) Paseo cognitivo: Requiere expertos que inicien una sesión de trabajo con una descripción detallada del diseño de una interfaz (quizás en forma de esbozo sobre papel o prototipo) y del escenario en el que se le va a utilizar. Además deberá efectuar suposiciones explícitas sobre las características de los usuarios potenciales, el contexto de uso y las acciones que debería realizar un usuario para conseguir sus metas. Mientras, otros expertos evalúan interactivamente la validez de tal descripción (critican).

La ventaja es que es muy útil para fomentar el aprendizaje interactivo de una interfaz (aprendizaje por ensayo-error), el inconveniente es que requiere la participación de personal especializado y no permite detectar problemas ajenos a la fase de aprendizaje de un programa.

5) Ánálisis de protocolos: pide al usuario que exponga en voz alta sus pensamientos al tiempo que actúa con el programa. Una ventaja es que hace evidentes los errores conceptuales del usuario tanto a los que puede hacerse con la programación como respecto a la forma de conseguirlo. La técnica además es de bajo coste económico. El inconveniente es que es difícil para la gente pensar en voz alta y actuar al mismo tiempo en una actividad, provoca extrañeza, y sobre todo para los expertos, puede resultar difícil verbalizar algunas conductas que se hacen de forma automática.

6) Evaluación en laboratorio. (conjunto de técnicas): Requiere el uso de un entorno muy controlado y/o técnicas muy sofisticadas de análisis de datos que deben aplicarse en laboratorio. Por ejemplo puede ser interesante obtener un registro detallado de la secuencia concreta de técnicas usadas por el usuario en el intento de producir un resultado para, partiendo de ellas y comparándolas con los datos obtenidos en una grabación de video, evaluar cuáles son los errores que más a menudo cometen, la forma en que usan las opciones de ayuda e información, etc. El fallo de esto, es su artificialidad.

## **TEMA 7**

### **DISPOSITIVOS VISUALES Y CONTROLES**

#### **1. INTRODUCCIÓN: UN EJEMPLO DE REDISEÑO ERGONÓMICO**

Un dispositivo informático visual (DIV) es cualquier sistema o mecanismo que proporciona información visible a sus usuarios. A menudo también se usan términos como visual display o indicadores visuales para denominarlos.

Para crear o mejorar un DIV deben analizarse sus características físicas y la información a transmitir y las de situación o situaciones en las que va a ser empleado. El estudio del problema de mejorar la forma en que los DIVs presentan la información debe resolverse el determinar con precisión las características de la información a transmitir y las de cómo, para qué y por quién va a ser empleado.

**Ejemplo de rediseño**: *El manejo inadecuado de las bombas de infusión era causa de accidentes en las UCI.* Se aplicó la siguiente sección de intervenciones:

1) Búsqueda de información sobre incidentes y accidentes: Tres factores de búsqueda:

- El análisis del uso de bombas por parte del personal sanitario del hospital en el que se realizó la investigación.
- Realizar entrevistas
- Búsqueda a través de fuentes de información de carácter general (informes públicos).

Encontraron tres tipos de problemas:

- 1) Confusión entre modos o funciones del aparato (p.ej. sería un error de modo aplicar una dosis de 30 ml a una tasa de 300 ml/h en lugar de una de 300 ml a 30 ml/h).
  - 2) Dificultad de la interpretación de los indicadores numéricos: confusión de leer 50,0 en lugar de 500 y programando 5.0 ml en vez de 50 (error de las decenas)
  - 3) Cambio inintencionado de los ajustes: tocar botones que no quieres tocar.
- 2) Evaluación de la relevancia de la información obtenida: los datos recogidos permitieron crear un cuestionario para las enfermeras. Las respuestas sirvieron para hacer una lista que integraba los requisitos que debía cumplir la interfaz.
- 3) Diseño y evaluación de la nueva interfaz: la lista de requerimientos guió la construcción de la nueva interfaz. Esta fue evaluada en comparación con aquella a la que se sustituía.

## **2. DISPOSITIVOS INFORMATIVOS VISUALES (DIVs)**

### **2.1 Tipos de DIVs**

Se establecen atendiendo: al tipo de información proporcionada y a la forma en que se transmite.

Tipos de información:

- *Cuantitativa*: valor concreto de una variable (p.ej: la velocidad en Km/h)
- *Cualitativa*: que el sistema esté o no en un estado determinado
- *De chequeo*: para comprobar en un tiempo breve si un sistema funciona o no adecuadamente, que se sepa con una sola mirada.
- *De conocimiento de la situación*: los DIVs ayudarían a dotar de sentido a la situación en la que se encuentra el trabajador y le permitirán predecir su evolución futura. (p.ej, una pantalla de rádar bien diseñada, además de informar sobre las posiciones de los aviones en un determinado instante, permitirá comprender su significado y predecir su futura ubicación.

Formas de presentar la información:

- *Digitales*: empleo directo de números (radiodespertador)
- *Analógicos*: la información resultaría de la forma en como se ubica algún tipo de elemento señalizador respecto a una escala gráfica (reloj de agujas, gasolina)
- *Representativo*: se emplea algún tipo de estimulación para representar a la variable de interés, hay dos subtipos.

c.1) *Simbólicos*: en ellos es muy arbitraria la relación entre los representados y la forma en que se hace.

c.2) *Pictóricos*: se haría uso de representaciones pictóricas para transmitir una idea.

### **2.2 Lecturas cuantitativas: la disyuntiva analógico-digital**

### 2.2.1. Condiciones de lectura y selección del tipo de indicador

Cuando se desea transmitir información cuantitativa deberá elegirse entre indicaciones digitales y analógicas. Las primeras se usan cuando se deseé la mayor precisión y no se requiere interpretación de la información. En caso contrario, o cuando el valor medido varía rápidamente, deberían usarse DIVs analógicos cuya estructura guarda correspondencia con la de la información a transmitir (altímetros: mejor línea vertical para interpretarlo, porque la estructura tiene que ver con lo que mide. Es intuitivo).

### 2.2.2. Diseño de indicadores digitales

Los indicadores mecánico–digitales utilizan algún tipo de tambor rotatorio para cambiar progresivamente las cifras que presentan. Este sistema presenta dos inconvenientes importantes:

– Desalineamiento y presentación parcial. Ambos pueden producir errores de lectura. **Nunca se deben usar en situaciones de presión temporal** dónde hay que tomar decisiones rápidas.

Los indicadores electrónico–digitales de plantilla, incluyen los digitales de cristal líquido (LCD) y los de diodos (LED). En ambos casos los caracteres se construyen activando selectivamente los distintos elementos de una matriz o plantilla.

Ventajas:

- 1.– No hay problemas de presentación parcial y desalineamiento
- 2.– LED son utilizables en la oscuridad
- 3.– Posible conexión un ordenador o sistema electrónico.

Inconvenientes:

– Baja redundancia informativa. (los dígitos que producen son mucho más similares entre si de lo que lo son los normalmente utilizados).

### 2.3. Diseño de indicadores analógicos

Indicador analógico de escala completa y fija

Indicador analógico de escala parcial y móvil

Contacto óptico: aguja señala un determinado valor, pero esta no toca el extremo del indicador, aunque el efecto óptico si parece que hay contacto. El mejor contacto óptico se da cuando el extremo de la aguja toca con el extremo de las líneas que tienen la menor longitud de la escala, así la gente tendrá poco riesgo de equivocarse en las lecturas.

Paralaje de movimiento: no debe darse. Si hay mucha separación desde la aguja a la escala, se hará mucho paralaje y se interpretará de forma diferente según desde donde se mire.

### 2.4. Lecturas cualitativas: la disyuntiva analógico–representativo

#### 2.4.1. Requisitos de lectura y selección del tipo de indicador

Para transmitir información cualitativa puedo tener un indicador analógico (saber si el motor está frío, normal

o caliente) o representativo (gasolina: deposito en reserva o no). Si sólo deseo saber si estoy o no en un estado determinado, me vale la representativa (indicadores de estado), pero si nos interesa además de saber el estado, el nivel relativo y los cambios que se pueden producir el él, mejor el analógico.

Un indicador representativo es más pequeño y barato.

#### 2.4.2 Diseño de indicadores simbólicos

1) DIV's simbólicos simples: se usa, una dimensión y diferentes valores dentro de ella para significar diferentes cosas (por ejemplo color, papel PH, cada uno significa una cosa desde el verde al rojo, mas alcalino o menos).

*Limitaciones:* la memoria humana tiene la limitación de que se pueden usar menos categorías que el número de estímulos que somos capaces de discriminar (en concreto, podemos categorizar  $7+2$  elementos, pero nuestra capacidad de discriminación es mucho mayor)

2) DIV's simbólicos redundantes: un código redundante puede hacer que diferentes personas lo perciban de forma distinta., pero también una misma persona puede interpretar en distintos momentos de forma distinta.

Redundante es aquel que usa dos o más dimensiones, aun cuando cada una de ellas sería suficiente por si misma. Las dimensiones se pueden quitar y sigue transmitiendo información, pero lo bueno de la redundancia es que personas diferentes pueden intervenir de forma diferente, lo que mejor se adapte a ellas.

*Limitaciones:* los mismo que en los simples, si quiero que pase más información que el  $7+2$ , entonces debo ocupar un código compuesto.

3) DIV's simbólicos compuestos: son por ejemplo, las señales de circulación, aúnan varios criterios (en el ejemplo, *forma* redonda, *color* rojo, prohibido, *dibujo* indica lo que está prohibido). La diferencia con las anteriores es que las categorías se necesitan juntas, ya que cada una por separado no es suficiente para transmitir toda la información.

4) Configurales, de objeto o emergentes: se trata del futuro, y es donde los psicólogos podemos dar más información. A veces, las propiedades interactúan entre sí y dan lugar a otra propiedad que facilita otro tipo de información.

Es una dimensión configural porque surge de otras dimensiones que he configurado previamente. Con una mirada puedo ver que es lo que está bien, y si no va bien, distintas formas de esa figura indican distintos tipos de problemas. (ejemplo de octógono).

#### 2.4.3. Diseño de indicadores pictóricos

Los DIV's pictóricos son aquellos que representan con un dibujo la función que tienen asignada (flechas en video, dibujo en lavadora,etc). Son especialmente útiles por lo siguiente:

- Cuando están bien diseñados, permiten transmitir conceptos e instrucciones de una sola mirada.
- Son especialmente útiles para las personas con problemas en el uso del idioma.
- Facilitan la difusión de productos entre países.

En la mayor parte de los casos en que el ergólogo decide usarlos, tiene varios y debe decidir cuál usar en función del más adecuado para la información concreta que se ha de transmitir. Las técnicas para hacer la selección de forma fiable y eficaz son las siguientes:

**1) Interpretación directa:** se trata de presentar una serie de estímulos a los observadores y que ellos digan lo que significa. El pictograma que reciba más porcentaje de aciertos será el más adecuado para expresar, pues la mayoría de las personas interpretaran lo mismo al verlo. Esta técnica resulta muy útil para comparar la comprensibilidad relativa de un DIV en distintos grupos de observadores, puesto que los que pueden resultar útiles a los miembros de un grupo no tienen porque serlo también a los de otro.

**2) Matriz de confusión:** esta técnica es útil cuando se van a usar simultáneamente un número elevado de pictogramas, pues puede que algunos de ellos sean confundibles entre sí.

Se trata de presentar los sujetos unos DIVs junto a sus identificaciones, después, se vuelven a pasar en un orden aleatorio, requiriéndose que cada observador diga lo que significa cada uno de ellos.

Con la representación de la matriz, podemos ver cuáles de los pictogramas llevan a más confusión y cuáles no deben presentarse en combinación con otros.

**3) Tiempos de reacción:** en determinadas tareas la rapidez es tan importante como su adecuación (señales de tráfico). Hecho el experimento correspondiente se vió que las señales que menos tiempo necesitaban para ser reconocidas, eran también las que mejor eran reconocidas a una cierta distancia.

## 2.5 Un caso especial: DIVs de alerta–peligro

### 2.5.1 Mensajes escritos

- Los avisos nunca deben emplearse como sustitutivos de un buen diseño del entorno de trabajo.
- Los datos sobre accidentes y riesgos deben usarse para decidir si una señal es o no necesaria en una aplicación concreta.
- Esta demostrado que el uso de mensajes conminatorios relacionados con productos peligrosos incrementa el número de conductas seguras.
- Se dispone en inglés de 15 palabras relacionadas con la presencia de riesgos. Estas producen interpretaciones consistentes en poblaciones muy diversas.
- La identidad de las palabras (aviso, mortal..) y la categoría de los colores (blanco, rojo...) tiene efectos complementarios en su capacidad persuasiva.
- Un aviso en rojo sólo necesita la mitad de tamaño que otro en negro para producir el mismo efecto persuasivo.
- El color rojo parece tener más efecto en las conductas de seguridad que otros colores.
- Los niveles de persuasión medidos objetivamente no guardan una perfecta relación con los predecibles a partir de las respuestas subjetivas.
- Los tiempos de reacción se reducen al incrementar el número de modalidades sensoriales en las que se presenta un aviso.

### 2.5.2 Pictogramas

Los pictogramas pueden ser muy útiles a quienes carecen de un completo dominio del idioma hablado y/o escrito. Debido a que su correcta interpretación supone compartir una serie de convenciones culturales, no siempre los iconos producen una comprensión rápida del mensaje que pretende transmitir. Para solucionar este posible problema, una solución es entrenar a los posibles usuarios sobre sus significados. Este entrenamiento debe ser simple y breve, usando una descripción verbal acompañando a los pictogramas

### 2.5.3 Grandes instalaciones industriales

Por mucho tiempo se ha partido de una idea equivocada de que lo más importante es que la gente se entere del peligro que existe en una situación de emergencia, sin embargo, demasiada información puede ser perjudicial.

Lo principal es tomarse en serio la situación en la que se pueda encontrar el operador humano: en un periodo de tiempo reducido recibirá una gran cantidad de información y deberá tomar decisiones de alta responsabilidad. Para facilitarlas y fomentar su adecuación debe simplificarse al máximo la información que reciba, de forma que pueda elaborar en el menor tiempo posible un modelo mental sobre la situación y las acciones que puedan realizarse en ella.

**1. Secuencialidad:** El operador debe conocer la secuencia temporal de los acontecimientos porque, a menudo, el primer elemento en el que se detecta anomalías es la causa de las que ocurren posteriormente. Por ello, debe emplearse algún procedimiento para que la primera alarma aparezca señalada de forma distintiva durante un intervalo de tiempo (por ejemplo, haciéndola intermitente).

**2. Agrupamiento y priorización:** Debe evitarse que el operador reciba el equivalente a una mera enumeración de las anomalías. La información debe presentarse de forma agrupada, de modo que los elementos funcionalmente relacionados se ubiquen en posiciones próximas para dar lugar a una estructura espacial que resalte su relación. Por otra parte, debe priorizarse la visibilidad de los DIVs y controles relacionados con las acciones más importantes.

**3. Color:** El color es una clave importante para estructurar espacialmente la información, debido a ello, es común usarlos para ayudar a diferenciar las distintas partes de la sala de control y/o sus estados funcionales. Es extremadamente importante que los colores se usen en concordancia con los estereotipos populares (por ejemplo rojo es peligro, amarillo precaución y verde normal.)

**4. Informatividad:** El texto escrito en los paneles anunciantes debe ser escueta y clara. Deben evitarse las redundancias y la ambigüedad.

**5. Uso de DIVs configurales:** La tarea más importante del observador es la de integrar y relacionar la información procedente de distintas fuentes. Existen DIVs que producen visualmente tal integración gracias al surgimiento de alguna propiedad configural. En la medida que este hecho no dificulte atender a alguna dimensión importante, debe usarse este tipo de DIVs.

**6. Entrenamiento:** Que los operarios de las salas de control respondan adecuadamente en situaciones de emergencia depende en gran medida de que tengan un buen modelo mental del funcionamiento del sistema y de los procedimientos a seguir en caso de anomalía. Para compensar la muy posible perdida de capacidad cognitiva en este tipo de situaciones, el modelo mental debe ser especialmente completo en cuanto a los resultados esperables como consecuencia de las acciones de control. Tal tipo de conocimiento debe ser el resultado de entrenamientos específicamente diseñados para esta situación.

Por último, comentar el uso de estímulos visuales intermitentes, su principal ventaja e inconveniente, es su alta capacidad para captar atención. Su uso debe dosificarse de forma que:

1.– En un determinado instante exista el menor número posible de luces intermitentes

2.– Estas se usen para indicar el inicio de una situación peligrosa o su intensificación. El prolongamiento de las situaciones debe conducir a que los estímulos intermitentes se conviertan en continuos.

### **3. ATENCIÓN Y BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN**

Los entornos donde abundan los DIVs ponen en juego los recursos atencionales de las personas que los usan. Los límites de la atención predicen tres tipos de situaciones indeseadas, se deben evitar:

- **Límites de la atención selectiva:** Se da este tipo de situación cuando el observador no responde a la información principal por atender a otra secundaria.

- **Límites de la atención focalizada:** Se da cuando el operador tiene problemas para centrarse en una tarea debido a la presencia concurrente de algún estímulo ajena a ella.
- **Límites de la atención dividida:** Se da cuando el operador tiene problemas para realizar simultáneamente dos tareas que requieren muchos recursos atencionales cada una de ellas.

### **3.1 Visión y Atención Selectiva**

#### **3.1.1 Búsqueda y movimientos oculares**

La búsqueda de información que hacen nuestros ojos es siempre selectiva y depende lo que se pretenda conseguir. Se aprende a buscar con la mirada con la experiencia. La duración de las fijaciones depende de 2 variables: se mira más las zonas más importantes y las informaciones más difíciles de interpretar.

En ergonomía se hacen modelos sobre patrones de búsqueda de entornos de trabajo concreto. Uno de estos modelos es el siguiente:

*El centro de interés es el de la industria del acero. Hay actividades de inspección ocular. Se centra en las personas que buscan imperfecciones en las planchas de acero. La primera fase de la tarea es buscar algo, y la segunda identificar ese algo como algo que no debería estar. El modelo se basa en encontrar esas imperfecciones y en el tiempo que tardaban en hacerlo.*

La conclusión es que no merecía la pena emplear más tiempo de exploración a partir de un determinado límite porque no mejora sustancialmente la detección.

#### **3.1.2 Supervisión/control y movimientos oculares**

En cuanto a la supervisión y los movimientos oculares, Moray trabajó con DIVs de controladores aéreos. Sus resultados fueron los siguientes:

- Los operadores humanos construyen modelos mentales sobre las propiedades estadísticas de los eventos ambientales. Esto es, sobre su frecuencia y sobre sus posibles correlaciones existentes entre las ocurrencias de eventos en distintos canales. El modelo mental correspondiente a una situación dirige la forma en que en ella se realiza la búsqueda visual.
- Los operadores aprenden a muestrear más a menudo los canales en los que se dan eventos frecuentes. Sin embargo, las tasas relativas de atención a los canales no guardan relación directa con las correspondientes tasas de eventos. La duración del intervalo entre muestreos para un determinado canal depende de 2 factores: el crecimiento de la incertidumbre respecto a su estado y el coste requerido por la ejecución el muestreo.
- La forma en que se efectúan los muestreos refleja las imperfecciones de la memoria humana en los dos siguientes aspectos. En primer lugar, hay fuentes que se muestrean más a menudo de lo que podría considerarse necesario debido al olvido de el resultado de un muestreo previo. En segundo lugar, puede que algunos canales se muestreen en menos ocasiones de lo que sería necesario porque se olvida su presencia. Este problema es más notable en la medida en que los canales no estén físicamente presentes, tal y como sucede si, por ejemplo, tienen que ver con datos almacenados en un ordenador que solo se hacen accesibles mediante una manipulación. Para evitar este tipo de hecho es conveniente que el sistema use algún tipo de *recordatorio de muestreo*.
- El muestreo y los correspondientes cambios en la atención selectiva pueden mejorarse proporcionando al operador humano información sobre las posibilidades de aparición de los eventos en los canales. En tal caso es costumbre indicar que el muestreo está guiado por un *modelo externo*. La utilidad de esta estrategia se reduce con el aumento en el número de canales a los que debe atenderse.

### **3.2 Visión y atención dividida**

La simultaneidad espacio-temporal entre las bases informativas de dos tareas (lo que buscan los HUDs; Head Up Display) no asegura que ambas puedan atenderse adecuadamente. En la medida en que la atención requiere más recursos mentales (sobre todo si son del mismo tipo que la otra) tiende a reducirse el grado en que puede atenderse a la otra. (ejemplo: pantallas de aviones de combate superpone mediante los HUDs la información que da el ordenador a la visión real del exterior).

Lo importante es que las dos tareas sean menos costosas en términos mentales para que no interfiera entre si. El procesamiento pre-atentivo es automático (en paralelo y no serial) y no consume recursos atencionales. Así que deberé diseñar las cosas lo más pre-atentivamente posible. La segmentación pre-atentiva se basa en los principios de agrupamiento perceptivo estudiados por la Gestalt: proximidad, similaridad, simplicidad... estos son muy útiles para diseñar DIVs relacionadas con conductas de chequeo. Todas las propiedades que se estudian en la Gestalt para resaltar formas simples se usan en estos paneles.

Sin embargo, los efectos perceptivos del principio de proximidad pueden ser negativos si.

- Dificultan la localización del elemento de interés (porque se camufla en esa figura).
- Motivan la aparición de respuestas diferentes a la deseada (p ej: efecto Stroop). Se llama **túnel atencional**.

El uso de estimulaciones magnificadas reduce pero no elimina los efectos producidos por la carga mental generada por la estimulación presentada en la retina central (túnel atencional). Si uso distinto tamaño para letras en el centro que en la periferia de la mirada es muy difícil atender a los de la periferia, por eso se debe hacer lo que rodea a lo principal más grande, pero esto no elimina los efectos de la carga mental.

## **4. DIVs Y CONTROLES**

### **4.1 Ubicación de los controles**

Hay dos aspectos relacionados con los controles: Dónde colocarlos y cómo, en función de cómo van a ser usados y Qué relación debe existir entre ellos y los DIVs relacionados con su uso.

Principios para colocar los controles en el entorno de trabajo:

- **Principio de secuencia de uso:** Siempre que un grupo de controles deben emplearse de forma secuencial (uno detrás de otro), sus miembros deben situarse en posiciones espaciales próximas y contiguas, de forma que la mera colocación indique/recuerde al operador la forma en que han de utilizarse. Los controles que tiendan a usarse juntos, o cuyo uso se haga en proximidad temporal, deben ocupar posiciones espaciales próximas para que el observador pierda tiempo buscándolos o alcanzándolos.
- **Principio de la frecuencia de uso:** Al igual que en los DIVs, los controles más frecuentemente usados deben usar posiciones en las que sean fácilmente visibles y usables.
- **Principio de importancia:** Llevado a su extremo, el principio anterior lleva a que algunos de los controles de gran importancia se situen en posiciones alejadas (los de emergencia deben estar accesibles, aunque rara vez se usen).

**Distancia entre controles:** Deben usarse datos antropométricos o efectuarse simulaciones de conductor para determinar la amplitud de los movimientos precisos para activarlos y el riesgo de que se contacten los ubicados en posiciones cercanas. También influye que los operarios usen guantes gruesos y entonces dónde se debe influir es en la distancia entre los controles.

### **Medidas para evitar la activación no deseada de un control**

- Retraer el control

- Orientarlo de forma que sea difícil producir la activación en la forma en que se produce el contacto (si se activa sólo desde arriba, en vez de lateralmente)
- Cubrirlo con algún tipo de superficie protectora
- Trabarla
- Aumentar la resistencia a la activación (esta requerirá una fuerza superior a la esperable por contacto accidental)

## **4.2 Relaciones espaciales, DIVs y controles**

El uso conjunto DIVs–Controles se optimiza cuando se satisfacen estos dos aspectos:

1 **Facilidad de identificar**: el usuario debe conocer sin errores y en forma rápida que control corresponde a cada indicador. Para lograrlo, controles e indicadores, deben organizarse respecto a un mismo número de dimensiones espaciales, y dentro de cada una de forma equivalente (isomorfismo espacial) (ejemplo de los quemadores de cocina).

2 **Compatibilidad en los movimientos**: los movimientos en los controles deben ser equivalentes o compatibles con aquellos que se producen en los DIVs y además corresponder con las expectativas de los observadores (p.ej botón en conjunción con un DIV analógico vertical). Los aspectos relevantes en esta situación son:

- **Principio del sentido esperado en los movimientos**: El DIV debe presentar los aumentos en la variable mediante incrementos en la altura del elemento indicador. El control debe incrementar el valor de la variable cuando gire en el sentido de las agujas del reloj.
- **Principio de Warrick**: El elemento señalizador debe moverse en la misma dirección que el punto más cercano del control. Puede entenderse mejor este principio imaginando que la punta de flecha sigue su movimiento hasta contactar y empujar hacia abajo el elemento indicador
- **Principio del lado de la escala**: El elemento señalizador debe moverse en la misma dirección que la parte del botón de control que esté en el mismo lado que las marcas de la escala.

12

$$L_F = (L_M)^{potencia,2}$$

$$L_F = (0,5)^2 = 0,25$$

1 p=2

0,5

0,25

0,5 1

$$L_F = (0,5)^{0,5} = 0,707$$

$$Luminosidad = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

T=una matriz que se puede calcular

L=luminancia relativa de cada color

$$\begin{array}{ll} X & r \\ Y = & g \quad T \quad (L_r + L_g + L_b) \\ Z & b \end{array}$$

COLOR

COLOR

COLOR

COLOR

COLOR

COLOR

Rojo=255+0/2=127

Amarillo=255+0=127

Pero esto es mentira, porque el amarillo daría la misma luminosidad que el rojo, esto implica que da igual el valor del otro primario porque la ecuación siempre dará lo mismo. Estas escalas son muy malas.

$$R = \frac{lumi(nits)}{ilumi(lx)} \Pi$$

$$E = \frac{125}{0,9} \ 3,1416 = 436,33lx$$

$$C_M = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}} = 0,96$$