

# Accesibilidad Cognitiva de los Sordos a la Web

Fajardo, I.<sup>1</sup>, Cañas, J.J.<sup>2</sup>; Antolí, A.<sup>3</sup> y Salmerón, L.<sup>4</sup>

Grupo de Ergonomía Cognitiva

Departamento de Psicología Experimental

Facultad de Psicología, Universidad de Granada

<sup>1</sup> [ifajardo@ugr.es](mailto:ifajardo@ugr.es), <sup>2</sup> [delagado@ugr.es](mailto:delagado@ugr.es), <sup>3</sup> [antoli@ugr.es](mailto:antoli@ugr.es),

<sup>4</sup> [salmero@fedro.ugr.es](mailto:salmero@fedro.ugr.es)

**Abstract** La Web es un medio de comunicación fundamental pero no igualmente accesible a todos sus usuarios. Entre estos, los deficientes auditivos, debido a las particularidades de sus procesos cognitivos, ven entorpecida su interacción con la Web generalmente diseñada pensando en usuarios oyentes. En este trabajo presentamos un perfil del sistema cognitivo de los sordos dibujado a lo largo de años de investigación en psicología cognitiva y sus correspondientes implicaciones prácticas para el diseño de Webs destinada a dichos usuarios. En algunos casos estas recomendaciones prácticas pueden ser útiles para el resto de usuarios.

## 1. Modelo Conceptual para el diseño de sitios Web para sordos

Al contrario que en la comunicación oral, la entrada de la información en la comunicación vía Internet depende en un mayor porcentaje de la visión que de la audición, por lo que este medio aparentemente sería ideal para usuarios sordos.

Sin embargo, el déficit auditivo de los sordos no sólo les dificulta o impide la comprensión del habla en la comunicación oral, sino que les conduce a un notable déficit en el procesamiento de cualquier información verbal, ya sea oral u escrita. Este hecho les supone un handicap a la hora de interpretar el lenguaje escrito que, como podemos observar echando un vistazo a cualquier página Web, está fuertemente implicado en la comunicación vía Internet.

Por esta serie de hechos, a la hora de diseñar una página Web que sea accesible para sordos, deberemos tener en cuenta varias aspectos:

- a) Cantidad y tipo de información que procesan los sordos
- b) Estrategias de procesamiento de los sordos
- c) Actividades cognitivas que demanda la WEB

Los dos primeros aspectos hacen referencia a las características de procesos como la atención, la memoria y el lenguaje, es decir, a los procesos cognitivos básicos de los sordos que difieren de los procesos cognitivos básicos de los oyentes. En la primera parte de este trabajo perfilamos la arquitectura cognitiva de los sordos a través de la revisión e integración de lo publicado durante años de investigación en Psicología Cognitiva.

El tercer aspecto hace referencia a qué tipo de tarea realiza una persona cuando se expone a una página Web para conseguir sus objetivos (ya sea hacer una compra, obtener información sobre cierto tema o mandar un correo electrónico). Estas tareas serían, por ejemplo, tareas que implican atención y percepción como búsquedas visuales de elementos en un menú, tareas que implican memoria como recuerdo, reconocimiento o generación de un modelo mental, tareas que implican lenguaje como lectura y comprensión de textos o tareas que implican procesos motores como

movimientos del ratón (tracking) y escritura mediante el teclado. De manera que conociendo estas tareas, podremos adaptarlas a las capacidades básicas de los sordos y facilitar su navegación y comprensión de la Web.

Los aspectos considerados más arriba podrían integrarse en un modelo conceptual que guíe el diseño de sitios Webs para sordos y que representamos gráficamente en la Figura 1.1.



Figura 1.1. Modelo Conceptual de Diseño de Webs para sordos

Las dos flechas que enlazan las componentes del modelo indican la interacción entre éstos, es decir, en este medio de comunicación, la información debe ser presentada de manera que pueda ser captada por la persona no oyente y al mismo tiempo permitir que ésta pueda manipular o ejercer acciones sobre la Web.

Nosotros presentamos una serie de recomendaciones de diseño de Web para sordos siguiendo la lógica de este modelo. En ocasiones, estas recomendaciones son una deducción lógica de las limitaciones cognitivas de los sordos ya contrastadas empíricamente; y en otras ocasiones las recomendaciones parten de hipótesis más que de hechos empíricos relacionadas con los sordos, abriendo así posibles e interesantes líneas de investigación.

## 2. Modelo Cognitivo de Deficientes Auditivos vs. Oyentes

### 2.1. Atención

En psicología cognitiva desde los años 60 se vienen aceptando las teorías que proponen que el procesamiento atencional es limitado y distribuible [12], [16]. Estas teorías asumen que las tareas demandan recursos atencionales para su ejecución y que estos recursos son limitados. Los límites de la atención, pues, son relevantes en la realización de tareas ya que influyen en cómo las personas buscan en el complejo mundo de estímulos (como puede ser una página Web) piezas críticas de información y cómo esta información es procesada una vez que ha sido encontrada [23].

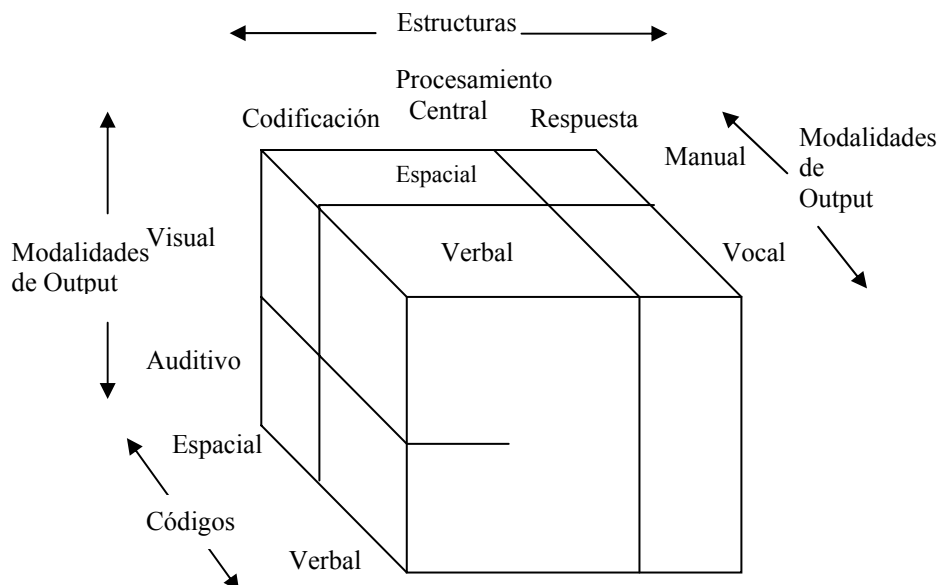


Figura 2.1. Estructura dimensional de los Recursos de Procesamiento propuesta por Wickens (1984) [23]

Una de las teorías de recursos atencionales más aceptadas en el ámbito de los factores humanos es la Teoría de Recursos Múltiples de Wickens [23], según la cual existen diferentes fuentes de recursos para diferentes tipos de actividades cognitivas (figura 2.1.). Los recursos se definen a lo largo de tres dimensiones dicotómicas:

- 1) Recursos definidos por los niveles o estructuras de procesamiento (procesos perceptivo/centrales vs. procesos de respuesta)
- 2) Recursos definidos por la modalidad de input (auditivo vs visual) y por la modalidad de output (manual vs. vocal)
- 3) Recursos definidos por el código de procesamiento (espacial vs. verbal).

Si la ejecución adecuada de la tarea demanda más recursos de los que el operador tiene disponibles, la ejecución bajará. Si dos tareas comparten la misma fuente de recursos el aumento de la dificultad de una de ellas hará que cuando se realicen concurrentemente su nivel de ejecución disminuya. Si cada tarea utiliza una fuente de recursos distinta la manipulación de la dificultad no afectará.

Esta teoría es un marco excelente para captar las diferencias en el procesamiento atencional entre sordos y oyentes. Incluso autores como Siple [21] van más allá proponiendo que haría posible concretar las diferencias individuales existentes entre los propios sordos.

Imaginemos que una persona sorda quiere mandar un correo electrónico (por ejemplo, desde el servidor de la UGR que vemos en la figura 2.2.). La entrada de información se va a producir por la modalidad de input visual exclusivamente, ya que los sonidos asociados a los eventos clic no serán percibidos por ella, y además son bastante menos numerosos y relevantes para esta tarea.



Figura 2.2. Página Web de la UGR. El icono rodeado con un círculo, abre el enlace con el correo electrónico.

Por ahora, no existirían apenas diferencias entre esta persona y un oyente. Ahora bien, imaginemos que está viendo multitud de símbolos, letras, palabras y

dibujos que una vez encontrados necesita interpretar. Los dibujos y símbolos serían procesados por el código visuo-espacial y las letras y palabras por el verbal. Debido a su deficiencia auditiva, el código de procesamiento verbal no funciona correctamente (como veremos en el apartado de memoria), por lo que las palabras serán tan sólo procesadas por sus características visoespaciales, como la forma o posición. De manera, que los recursos disponibles para el código visual están siendo demandados para procesar dos tipos de estímulos *\_objetos y palabras\_* que en oyentes se procesan por códigos distintos. Esto quiere decir que los sordos dependen del código visual para procesar más cantidad y tipo de información que los oyentes, por lo que se generaría una alta competición por los recursos visoespaciales que tienen disponibles.

Si después de la odisea de procesar tal cantidad de estímulos utilizando una sola fuente de recursos (por la misma modalidad de input y por el mismo código de procesamiento) ha conseguido encontrar el icono/palabra que le abre la pantalla de *redactar nuevo mensaje*, deberá dar una respuesta, es decir, escribir un mensaje, la modalidad de output va a ser manual pero lógicamente no mediante su lenguaje natural (el lenguaje de signos) sino mediante el lenguaje escrito que constituye para esta persona un lenguaje secundario y poco practicado, por lo que le demandará gran cantidad de recursos de procesamiento de respuesta, seguramente muchos más recursos que a un oyente en el que la escritura es una modalidad de respuesta automatizada y poco demandante de recursos.

Con este simple ejemplo, hemos querido dejar claro que la demanda de recursos atencionales ante una misma tarea para un oyente y una persona sorda es diferente, tanto en tipo como en cantidad de recursos, por lo que el diseño deberá cambiar drásticamente para favorecer las características atencionales de uno u otro usuario como veremos en el apartado de implicaciones para el diseño.

## 2.1. Memoria

A priori podríamos pensar que una persona con deficiencia auditiva no tiene por qué recordar o almacenar la información peor que un oyente, ¿qué tiene que ver la sordera con la memoria? Pues parece ser que bastante, debido a que la estructura y forma de trabajar del proceso de memoria es en gran parte dependiente del tipo de información que maneja. Un buen ejemplo de este hecho lo encontramos en un celebrado artículo de Siple [21] titulado “Recordar sin Palabras: Manual de Memoria” que analiza cómo las personas sordas pueden codificar la información en memoria usando signos manuales y no palabras.

Podemos definir la memoria como el almacén donde se guarda la información percibida para ser utilizada posteriormente. Este almacén puede ser permanente (Memoria a Largo Plazo) o temporal (Memoria a Corto Plazo o Memoria Operativa) según fue caracterizado por Atkinson y Shiffrin [2].

La memoria operativa se caracteriza por su limitación temporal y espacial y su función es mantener la información disponible mientras se trabaja con ella. Está compuesta por dos estructuras o códigos de almacenamiento temporal: Lazo Fonológico y Agenda Visoespacial. Es fácil deducir por sus nombres el tipo de información que se procesará en cada código, el lazo fonológico procesaría la información verbal y fonética y la agenda la información visual y espacial, usando cada código recursos de procesamiento o atención separados (como vimos en el apartado anterior). Baddeley y Hitch [3] proponen además una tercera estructura, el ejecutivo central, que se encargaría de coordinar la información intra e intersistemas, por ejemplo, por qué código se procesará determinada información, cómo se recodificará la información de uno a otro código, cómo se integra la información almacenada en ellos con la almacenada en la memoria a largo plazo, etc.

Como ya hemos dicho en párrafos anteriores, esta forma de organización de la memoria operativa va a determinar las ventajas y desventajas de los sordos con respecto a los oyentes. Es evidente que los sordos no tienen la posibilidad de entrada de información fonológica (forma sonora de las palabras), por lo que el lazo fonológico-verbal se desarrollará con deficiencias y el visoespacial o bien se desarrollará más y asumirá funciones del lazo fonológico [25] o se verá sobrecargado por tener que almacenar más cantidad y tipo de información que en oyentes.

Intentando dar respuesta a estos planteamientos se han realizado numerosos estudios con personas sordas como sujetos de investigación. Parece ser que la amplitud o capacidad del código verbal-fonológico es menor para los sordos que para oyentes, 5 dígitos frente a 7 dígitos [7],[26], hecho que sería crucial en tareas de lectura, que en oyentes depende principalmente de este código. Por otro lado, según algunos autores [8],[10], los sordos utilizarían las propiedades visuales de las letras para leer aunque no se descarta el uso de información fonológica. Es más, en algunos estudios [7] se ha demostrado que los sordos usan una codificación múltiple y flexible, combinando estrategias visuales, fonológicas y signos en tareas de amplitud de memoria, lo cual desde luego conllevaría una mayor coordinación del ejecutivo central.

El hecho de que esta estructura esté implicada quiere decir que la tarea se está haciendo de manera más controlada, invirtiendo más recursos atencionales lo que puede suponer más esfuerzo para la persona. Teniendo en cuenta que las tareas visoespaciales ya demandan de por sí más al ejecutivo que las verbales [14] imaginamos lo difícil que resulta el procesamiento de palabras para los sordos.

En lo que parece existir un elevado acuerdo entre autores, es en que los sordos que usan el lenguaje de signos desarrollan más las habilidades o códigos Visoespacial de la memoria operativa que los oyentes o sordos no signados, principalmente (o exclusivamente según algunos autores), aquellas habilidades visoespaciales implicadas en actividades lingüísticas. Enmorey, Kosslyn y Bellugi [9] proponen tres de estas habilidades que son necesarias en la producción y comprensión del lenguaje de signos americano: generación de imágenes, mantenimiento de imágenes y transformación de imágenes. Estos autores demostraron que, al menos en generación y transformación de imágenes, los sordos que usan el lenguaje de signos son mejores que los oyentes o sordos no signados, sin embargo, esta ventaja desaparece cuando las tareas que implican dichas habilidades no son lingüísticas. No obstante, en otros estudios realizados por Arnold y Mills[1] los sordos parecen obtener mejores resultados que los oyentes en pruebas de reconocimiento de estímulos complejos como caras y zapatos. Sobre todo, el mejor reconocimiento de expresiones faciales, tendría un amplio sentido, pues sería una habilidad adaptativa, ya que los sordos no poseen la capacidad de analizar la prosodia y ritmo del lenguaje para interpretar los aspectos emocionales del lenguaje siendo más dependientes de la información no verbal.

El lenguaje de signos además depende más del aspecto espacial de la información que del aspecto temporal, al contrario que el lenguaje oral, por lo que en tareas de recuerdo serial (recordar las palabras en el orden de presentación) los sordos son peores que los oyentes [19], estando igualados en tareas de recuerdo libre. Es decir, no sólo los sordos procesan mejor un tipo de material que otro (visual frente fonológico) sino que además lo procesan de manera diferente (basándose en aspectos espaciales frente a temporales).

Como conclusión de los datos expuestos podemos decir que los sordos tienen un sesgo hacia el modo de representación visoespacial en memoria. Aunque en diferente grado puedan procesar información de los dos tipos (visoespacial y verbal fonológica), a la hora de realizar tareas de memoria (como recordar una palabra o mantenerla en memoria operativa durante la lectura), prefieren utilizar estrategias visuales más que fonológicas. Como se verá más adelante, todos estos datos tienen importantes implicaciones para el diseño de interfaces.

### 2.3. Lenguaje

A lo largo de los apartados previos hemos ido perfilando la importancia que tiene el lenguaje, escrito o hablado, en la realización de múltiples tareas, hecho éste que a menudo pasa desapercibido a los oyentes por la facilidad con la que podemos utilizar el lenguaje. De hecho, en manuales cuya temática es el factor humano en la interacción hombre-máquina, el proceso de lenguaje suele ser destacado como fundamental para la eficacia de dicha interacción [22]. La Web, desde luego es un buen ejemplo de interacción persona-ordenador que depende en gran medida del lenguaje escrito. Sabemos que una de las mayores diferencias entre un oyente y un sordo es el lenguaje, y no sólo el hablado sino también el lenguaje escrito y leído [15]. Estas diferencias son debidas, entre otras cosas, a las peculiaridades en los procesos de atención y memoria de esta población que hemos visto en los dos apartados previos. Por tanto, a la hora de enfrentarse a la Web, los sordos tendrían numerosos problemas derivados de sus déficit en el lenguaje verbal.

Algunos autores que han investigado el desarrollo del lenguaje en niños sordos, han llegado a plantear que éstos aprenden no gracias al lenguaje sino a pesar de él ya que les supone un obstáculo más a salvar durante su educación. Por ejemplo, los niños sordos a la edad de 5 años parecen todavía no ser consciente de lo que es una palabra [25], no distinguiéndolas de un dibujo cualquiera.

No obstante, los sordos pueden llegar a comunicarse, unas veces más eficazmente que otras, no sólo a través de un lenguaje especial (el lenguaje de signos), sino también a través del aprendizaje de ciertos aspectos del lenguaje verbal.

Entonces, ¿qué aspectos aprenden y no aprenden los sordos del lenguaje verbal? Este lenguaje comprende tres niveles [11]: Fonología (Sonido), Morfología (Forma y Gramática) y Semiología (Sentido o Significado). Sería en los niveles de Fonología y Gramática donde los sordos tienen mayores desventajas con respecto a los oyentes.

El procesamiento fonológico es fundamental para la lectura ya que permite asociar las palabras habladas con su correspondiente forma escrita. Por tanto, la ausencia de información fonológica es la principal causa de la dificultad que implica la tarea de lectura para los sordos. Por su parte, el procesamiento gramatical hace posible que durante la lectura o escritura usemos las palabras en el orden correcto (conocimiento léxico) y que produzcamos la correcta forma morfológica. Dada la jerarquización de los niveles del lenguaje, el nivel gramatical dependería del buen funcionamiento del fonológico, sobre todo de sus características temporales, por lo que, a falta de esta información, la gramática constituye también un problema para los sordos. La semiología, que hace referencia al significado del lenguaje y al vocabulario, parece no verse tan afectada en sordos. Sin embargo, aunque un sordo adulto puede tener un número relativamente amplio de nombres y verbos almacenados en su memoria a largo plazo, al no poseer buenas habilidades gramaticales tendrá problemas en almacenar en la memoria operativa o en producir las palabras en el orden correcto por lo que la comprensión de lo que se lee se verá afectada [15]. Además, a pesar de conocer un amplio número de nombres y verbos, los sordos tienen dificultad para aprender los enlaces (artículos, conjunciones, preposiciones y pronombres), lo que les dificulta enormemente comprender los mensajes a pesar de entender la mayoría de las palabras de contenido.

En respuesta, pues, a la pregunta que lanzábamos párrafos más arriba, podemos decir que los sordos muestran deficiencias prácticamente en los tres niveles del lenguaje, sobre todo en el nivel fonológico y por añadidura en el gramático y semántico. Estos déficits le impiden desarrollar la habilidad de la lectura al mismo nivel que los oyentes, una habilidad que hemos considerado fundamental en la

interacción con la Web. No estamos diciendo que los sordos no puedan leer, pero la lectura no constituye una tarea automatizada para ellos, con lo cual necesitan invertir gran esfuerzo en descifrar frases relativamente sencillas. En el siguiente apartado daremos indicaciones que intenten subsanar estos déficit en el diseño de páginas Webs.

### 3. Actividades Cognitivas que Demanda la Web e Implicaciones para el Diseño

Pasamos ahora a exponer otro componente del modelo conceptual en el diseño de Webs para sordos que presentábamos en el apartado 1 (Figura 1.1.). Los objetivos de este apartado son presentar las principales tareas cognitivas que debe poner en marcha una persona cuando interacciona con la Web. Estas tareas demandarán procesos atencionales, perceptivos, de memoria, de lenguaje o psicomotores, por lo que explicaremos cómo aplicar lo que hemos aprendido hasta ahora de ellos al diseño de páginas Webs para sordos. Las tareas cognitivas que encontramos más relevantes son las que exponemos a continuación:

**Tareas de Búsqueda Visual.** De las primeras tareas que una persona tiene que realizar cuando se enfrenta a una página Web es pasar cierto tiempo buscando información o elementos en la pantalla del monitor. El proceso psicológico o actividad cognitiva envuelta en esta tarea es llamada **búsqueda visual** o **atención selectiva visual** [13].

Se ha investigado y escrito mucho sobre la búsqueda visual de objetos, de la que sabemos, por ejemplo, que las características externas de los objetos afectan en gran medida a la eficacia y rapidez de la búsqueda (ej. color, agrupación, tamaño, etc.).

Nos centramos en especial en las búsquedas visuales en las que se ven implicadas palabras, por ejemplo, cuando utilizamos un menú de opciones o un mapa Web, donde la operación más importante es buscar la palabra que representa la acción que queremos realizar (Cañas y Waern, 2001) o el enlace que queremos abrir. Nos interesa este tipo de búsqueda porque el procesamiento de palabras, como ha quedado reflejado anteriormente, se ve gravemente afectado en sordos. Una buena solución de diseño es la sustitución o el apoyo de palabras con iconos para este tipo de usuarios. Además tenemos evidencia experimental de que algunos iconos muy familiares pueden ser más rápidamente procesados que las palabras (Camacho, Steiner y Berson, 1990), teniendo un acceso más rápido al significado (Navarro, R. y Cañas, J.J., 2001). Por ejemplo, en las figuras 3.1. y 3.2. podemos observar iconos prácticamente universales usados en los procesadores de texto y la Web y que son interpretados rápidamente una vez que se encuentran.



Figura 3.1. Iconos frecuentemente usados en la Web. De Izq. a Der.: *Correo, Buscar, Adelante*



Figura 3.2. Iconos usados por la mayoría de procesadores de texto. De Izq. a Der.: *Guardar, Carpeta Abierta, Carpeta Cerrada y Abrir Nuevo Documento.*

Pero deberemos tener en cuenta varios aspectos antes de sustituir o apoyar sin más las palabras con iconos como la *Legibilidad* (los iconos deben ser discriminables unos de otros) y la *Interpretabilidad* (los iconos deben permitir extraer su significado).

Por limitaciones espaciales, remitimos a los lectores interesados en profundizar en búsqueda visual de objetos a las revisiones de Liu [13] y Wickens [22].

La solución de apoyo o sustitución de palabras por iconos es plausible en algunos casos, en otros es necesario poner texto o al menos palabras como sería el caso de los menús. Cuando se diseñan menús no podemos esperar que los usuarios busquen las palabras que el diseñador ha utilizado para designar una acción [6], mucho menos en sordos debido a lo restringido de su vocabulario. Por tanto, una opción sería evaluar antes de diseñar pidiendo a un grupo de personas sordas que formulen palabras para nombrar una serie de acciones que requiere la página Web y utilizar dichas palabras para diseñar los menús.

**Tareas de atención dividida.** Con frecuencia las páginas Web son un conglomerado de información, a veces relevantes para la tarea y otras no tanto (ej. la publicidad). Además toda esta información se nos presenta de golpe y dada la presión de tiempo con la que se suele trabajar en este medio nos vemos forzados a procesar y realizar tareas de manera concurrente, es decir, a dividir nuestra atención. Este punto estaría muy relacionado con el anterior, ya que a menudo las búsquedas visuales requieren atender paralelamente a diferentes estímulos.

Recordando el Modelo de Recursos Múltiples de Wickens [21] nuestro sistema cognitivo posee recursos limitados y específicos para cada tipo de procesamiento. La eficacia de la ejecución cuando se realizan tareas concurrentes dependerá de que las tareas no compitan por los mismos recursos atencionales y de que no sobrepasemos las limitaciones de cada fuente de recurso.

Para conseguir este objetivo, al diseñador de una página Web le resultará útil conocer el principio de **compatibilidad estímulo/código de procesamiento** [23], que prescribe la mejor combinación de los formatos del display (en este caso de la página Web) con los códigos de la Memoria Operativa, de manera que no se interfieran y se sobrepase la capacidad de recursos disponible para cada tipo de procesamiento.

En la figura 3.3 observamos 4 posibles formatos de display, dos auditivos (habla y sonidos) y dos visuales (palabras escritas e imágenes) que pueden ser potencialmente combinados con los dos códigos de la Memoria Operativa (verbal y visoespacial).

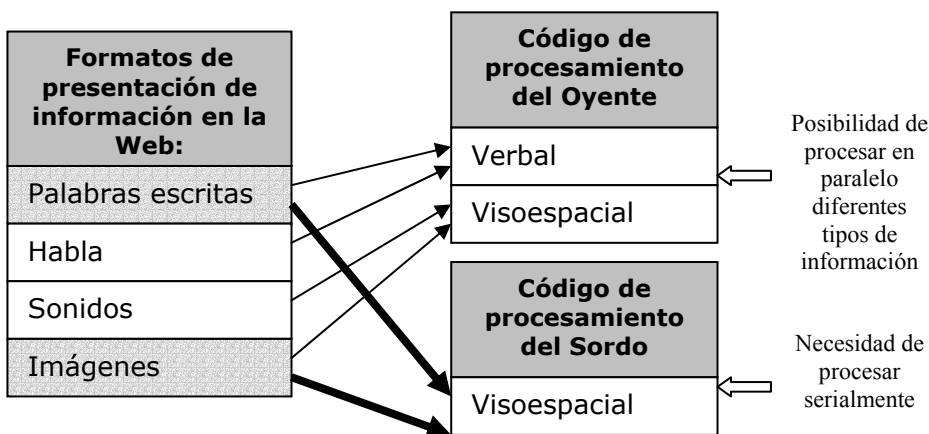


Figura 3.3. Posibles combinaciones entre formatos de display en una Web y códigos de memoria operativa del usuario

La escritura y sobre todo el habla son especialmente compatibles con el código verbal; y los sonidos y sobre todo las imágenes con el código espacial. En sordos las posibles combinaciones se verían limitadas tanto por los formatos de



presentación (ya que los formatos de displays quedan restringidos a la modalidad visual) como por los códigos de Memoria Operativa (tan sólo Visoespacial).

Esta falta de versatilidad y flexibilidad para procesar la información conduce a que el trabajo en paralelo se vea afectado en sordos. Así, el diseñador puede presentar a un oyente una página Web con múltiple información en distintos formatos (dibujos, palabras escritas, habla y sonidos) que será procesada en paralelo, ya que éste tiene disponible distintas fuentes de recursos de procesamiento. Si los usuarios son sordos, sucedería lo siguiente:

- 1) Imágenes e iconos se procesarían por el código visoespacial.
- 2) Las palabras escritas se procesarían por sus características visuales a través también del código visoespacial (formato de input y código que no son tan compatibles según el principio de compatibilidad E-C y, por lo pronto, se requerirían más recursos de procesamiento y podría producirse interferencia).

De esta manera, ya que palabras e iconos se procesarían por el código visoespacial, éste se acabaría colapsando pues es el único que tienen disponible. Luego la alternativa pasa por reducir la cantidad de información o el número de tareas visoespaciales que se pueden realizar por página en un sitio Web.

**Tareas de Navegación.** Según Wickens [22] una frecuente tarea espacial es el entendimiento de la geografía y la interpretación de mapas. Aunque el autor se refiere a la tarea que haría, por ejemplo, un piloto aéreo o una persona que viaja conduciendo un coche, podemos hacer una analogía entre la geografía terrestre y la geografía de una página Web (cómo está distribuida la página, a dónde nos lleva un enlace, etc.) y entre un mapa de navegación aéreo o de carretera y un mapa Web (que algunos diseñadores incluyen en sus páginas).

Por tanto, la tarea de navegación es una tarea típicamente espacial, tanto de percepción espacial como de memoria espacial, ya que es importante recordar los pasos que se han dado para llegar a donde se está, lo que posibilitará volver atrás si es necesario para seleccionar otros enlaces, etc. Todo esto implica tener buenas habilidades visoespaciales. Sin estas habilidades el usuario puede llegar a *La desorientación*. Este es un problema que surge cuando el usuario no sabe hacia donde ir o lo sabe pero no conoce la forma de llegar, lo que le produce desconcierto y confusión, y limita gravemente su navegación y adquisición de conocimiento.

Dadas las especialmente desarrolladas habilidades visoespaciales de los sordos (ej. generación y transformación de imágenes), derivadas del uso del lenguaje de signos frente a las temporales más relacionadas con el código fonológico, podríamos decir que los sordos son mejores en las tareas de navegación. Unido esto a la idea señalada en el punto anterior sobre el déficit de procesamiento en paralelo de los sordos, podemos recomendar que se reduzca la información por página a costa de aumentar el número de páginas, ya que los sordos sufrirían en menor grado la desorientación que los oyentes pudiendo afrontar mapas Web más complejos. En cualquier caso, siempre se podría ayudar a evitar la desorientación producida por el aumento de páginas incluyendo un mapa de la web en éstas.

Para terminar este punto señalamos que, añadidas a las operaciones espaciales, la navegación se lleva a cabo realizando otras dos operaciones [5]: (1) leyendo el contenido de una página; y (2) eligiendo un enlace con otra página que se quiere visitar. Sobre la primera de ellas, la lectura, hablamos en el siguiente punto.

**Tareas de Lectura y Comprensión de Textos.** Hasta ahora hemos hablado de la búsqueda y lectura de palabras aisladas pero normalmente estas palabras aparecen combinadas formando frases y oraciones.

Ante los ya comentados problemas con la lectura que presentan los sordos exponemos una serie de recomendaciones a seguir para facilitarles esta tarea en su interacción con las páginas Webs:

- 1) Presentar directamente lo que se quiere decir sin añadir exceso de palabras que, dadas sus limitaciones de vocabulario, los sordos tendrían dificultad en entender.
- 2) Usar un vocabulario familiar. Existen bases de datos que clasifican las palabras en función de su frecuencia, concreción, amplitud, etc. que podrían ser usadas para este fin.
- 3) Cuando se trate de instrucciones o procedimientos, enumerar o separar físicamente los diferentes puntos que contengan.
- 4) Resaltar (mediante subrayado o negrita) los puntos y palabras claves.
- 5) Evitar frases subordinadas y que contengan muchos enlaces (preposiciones, artículos, pronombres) que son peor entendidos por los sordos.
- 6) Evitar frases negativas. Las frases positivas son entendidas más rápidamente que las negativas. Por ejemplo, es preferible leer “El programa está abierto” que “El programa no está cerrado”, entre otras cosas porque las frases positivas contienen menor número de palabras.

**Tareas de Manejo de ratón y Escritura.** Tras percibir y comprender una información solemos dar una respuesta que puede ir de mayor a menor dificultad, según la **práctica** que tengamos con la respuesta y según la **complejidad y características** de la respuesta en sí misma. La interacción de estos dos factores es diferente en sordos y en oyentes cuando se enfrentan a dar una respuesta en una página Web.

En cuanto a complejidad vamos a considerar dos tipos de respuestas realizadas en una página Web: los movimientos de ratón y la escritura mediante teclado. La tarea de manejar el ratón puede considerarse sencilla y consiste en que, una vez encontramos nuestro objetivo, movemos el ratón para desplazar el cursor y pinchamos sobre él o lo arrastramos a otra localización. La tarea de escritura puede ser algo más compleja ya que debemos conocer una serie de reglas gramaticales, morfológicas y ortográficas y tener vocabulario suficiente, si además, la escritura es mecanográfica necesitamos conocer el funcionamiento del teclado.

En cuanto a la práctica, hemos de decir que existen muchas diferencias individuales en relación a este factor. Siendo así, normalmente lo oyentes tenemos muy automatizada la escritura (sobre todo a papel y lápiz), conocemos la gramática y tenemos almacenado suficiente vocabulario, por lo que aunque sea una respuesta intrínsecamente compleja, podemos hacerla con relativa eficacia. El manejo del ratón puede haber sido menos practicado pero debido a la sencillez de la tarea no es muy costoso llegar a un buen nivel de eficacia en su manejo.

Los sordos pueden tener la misma historia de práctica con el manejo del ratón que los oyentes. Sin embargo, la escritura es una tarea poco practicada por ellos que, como ya dijimos anteriormente, constituiría una forma de lenguaje secundaria. Si a la falta de práctica añadimos que es más compleja para los sordos que para los oyentes, porque los primeros no tienen la posibilidad de aprender la gramática y el vocabulario a causa de las limitaciones que ya explicamos en los apartados de lenguaje y memoria, es muy probable que esta tarea les resulte altamente difícil y demandante de recursos.

Una recomendación para el diseño de páginas Webs para sordos derivada de estos factores es que, cuando se requiera una respuesta del usuario, se sustituya la respuesta escrita por respuestas de ratón, ya sea seleccionando una palabra que ya está escrita (tan sólo tendrían que reconocer la palabra), pinchando sobre un checkbox, etc. Otra posible recomendación, por ejemplo, cuando una respuesta consista en aumentar el valor de una variable, como puede ser el contraste entre los colores de una página

(ver figura 3.4.), sería que se utilice un comando analógico (mover una raya en una escala) antes que digital (escribir un valor con palabras o números).

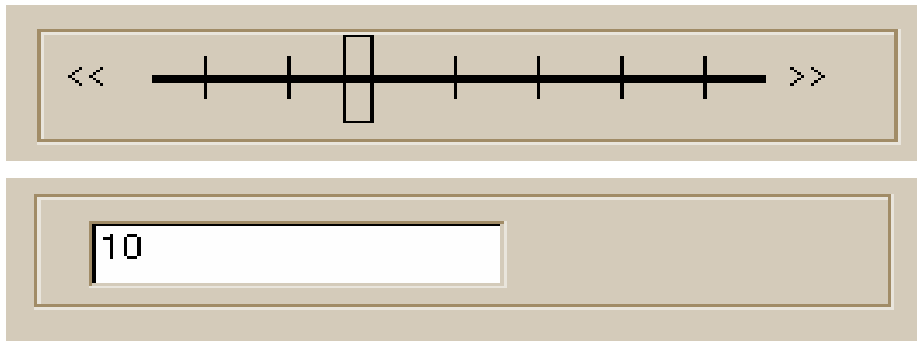


Figura 3.4. La imágenes superior e inferior representan comandos analógicos y digitales respectivamente.

#### 4. Conclusiones

Lo expuesto hasta aquí además de sernos útil en cuanto a aplicaciones, abre la posibilidad de profundizar mediante investigación tanto en el campo de la IPO como de la Psicología Cognitiva. En el campo de la IPO, buscando y comparando herramientas y diseños que faciliten la accesibilidad de los usuarios sordos a la Web. En el campo de la psicología cognitiva resolviendo preguntas que van desde las más generales: ¿cómo se estructura un sistema cognitivo sin palabras? ¿qué aspectos de la memoria y la atención son necesarios para el desarrollo del lenguaje?. Hasta preguntas más concretas: ¿navegan mejor los sordos que los oyentes? ¿cómo funciona el procesamiento en paralelo en sordos? ¿cuál es la amplitud de memoria visoespacial en sordos y cuál es su relación con el ejecutivo central?

#### 5. Referencias

1. Arnolds, P y Mills, M.: Memory for faces, shoes and objects by Deaf and Hearing Signers and Hearing Nonsigners. *Journal of Psycholinguistic research*, (2001), 30 (2): 185-195.
2. Atkinson, R. Y Shiffrin, R.: Human Memory: A proposed system and its control processes. En K. Spence y J. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*. Nueva york: Academic Press. (1968)
3. Baddeley, A. y Hitch, G.: Working memory. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and Motivation (voll.VIII)*. Londres: Academic Press. (1974)
4. CamachoM., Steiner, B. y Berson, B.: Icons versus alphanumeric in pilot-vehicle interfaces. *Proceedings of the 34<sup>th</sup> annual meeting of the human Factors Society*. Santa Mónica, CA: Human Factors Society(1990)
5. Cañas, J.J., Salmerón, L. y Gámez, P. (2001) El factor humano en la interacción persona-ordenador. En Jesús Lorés (Ed.) Curso Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO. Disponible on-line [<http://griho.udl.es/ipo/libro.html>]
6. Cañas, J y Waern, Y.: Ergonomía Cognitiva. Madrid: Panamericana (2001).
7. Chincotta, M. y Chincotta, D.: Digit Span, Articulatory suppression and the Deaf: A study of The Hong Kong Chinese. *American Annals of the Deaf* (1996), 141 (3): 252-257.
8. Conrad, R.: Speech and Reading. En J. Kavanagh e I.Mattingly (Eds.), *Language by ear and by eye*. Cambridge: MIT Press (1972)
9. Emmorey, K., Kosslyn, S. y Bellugi, U.: Visual imagery and visual-spatial language: Enhanced imagery abilities in deaf and hearing ASL signers. *Cognition*, (1993) 46: 139-181
10. Frost, R.: Toward a Strong Phonological theory of Visual Word recognition: True Issues and False Trails. *Psychological Bulletin* (1998), 123 (1): 71-99.
11. Joos, M.: Language and School Child, *Harvard Educational Review* (1964), 34: 203-210.
12. Kahneman, D.: *Atención y Esfuerzo*. Madrid: Biblioteca Nueva (1973)
13. Liu, Y.: Software-user interface design. En G. Salvendy, *HandBook of Human Factor and Ergonomis*. New York: Wiley InterScience (1997)
14. Miyake, A, Freidman, N, Rettinger, D, Shah, P. y Hegarty, M.: How are Visuospatial Working Memory, Executive Functioning and Spatial Abilities Related? A Latent Variable Analysis. *Journal of Experimental psychology: General*. In press.

- 
15. Moores, D.: Psycholinguistics and Deafness. *American Annals of the Deaf*, (1997), 142 (3): 80-89.
  16. Moray, N.: Where is capacity limited? A survey and a model. *Acta Psychologica*, (1967) 27: 84-92.
  17. Navarro, R y Cañas, J.: Are visual programming languages better? The role of imaginery in program comprehension. *Int. J. 18. Human Computer studies* (2001), 54: 799-829.
  18. Padden, C. Y Hanson, V.: Search for missing link: The development of Skilled Reading in Deaf children. En K. Emmorey y H. Lane (Eds.), *The signs of language revisited*. London: LEA (2000).
  19. Rollman, S. y Harrison, R.: A comparison of deaf and Hearing subjects in Visual Nonverbal sensitivity and Information 21. Processing. *American Annals of the Deaf*, (1996), 141 (1): 37-41.
  20. Siple, P.: Attentional resources and Working Memory: A new Framework for the study of impact of deafness on Cognition. En K. Emmorey y H. Lane (Eds.), *The signs of language revisited*. London: LEA (2000).
  21. Wickens, D.W.: Processing Resources in Attention. En D. Parasuraman, *Varieties of Attention*. London: Academic Press (1984)
  22. Wickens, D.W.: *Engineering Psychology and Human Performance*. New York: HarperCollins (1992)
  23. Wickens, C, Sandry, D. y Vidulich, M.: Compatibily and resources competition between modalities of input, output and central processing. *Human Factors*, (1983) 25: 227-248.
  24. Wilson, M. y Emmorey, K.: A visuoesspatial “phonological loop” in working memory: Evidence from Americam Sign Language. *Memory and Cognition* (1997), 25 (3): 313-320.
  25. Wilson, M. y Emmorey, K.: When Does Modality Matter? Evidence from ASL on the nature of Working Memory. En K. Emmorey y H. Lane (Eds.), *The signs of language revisited*. London: LEA (2000).