



La Batería de Habilidades Hápticas: un instrumento para evaluar la percepción y la memoria de niños ciegos y videntes a través de la modalidad háptica¹

S. Ballesteros
D. Bardisa
J. M. Reales
J. Muñiz

RESUMEN: Se presenta la Batería de Habilidades Hápticas, un instrumento de evaluación psicológica de las habilidades perceptivas y cognitivas a través del tacto en niños ciegos y videntes, de 3 a 16 años. La batería consta de 20 subpruebas, y se aplicó a una muestra de 119 niños, ciegos y videntes. La fiabilidad de las subpruebas (coeficiente α de Cronbach) va desde 0,43 (*Pregnanza de líneas realizadas*) a 0,98 (*Sensaciones cutáneas*), estando la mayor parte entre 0,70-0,80. El análisis factorial realizado dio una solución de seis factores (comprensión espacial, memoria a corto plazo, identificación de objetos, identificación de formas realizadas, exploración secuencial y memoria no simbólica), que explicaron el 70,56% de la varianza de las puntuaciones. Estudios posteriores sugieren la conveniencia de depurar la batería y aplicarla a una muestra más amplia de niños.

PALABRAS CLAVE: Psicología. Psicología de la percepción. Percepción háptica. Memoria háptica. Tacto activo. Evaluación psicológica. Niños (3-16 años). Batería de Habilidades Hápticas.

ABSTRACT: *The Haptic Test Battery: An instrument to assess perceptive and cognitive abilities through touch in visually impaired and sighted children.* The authors present the research and construction of a battery to assess a series of perceptive and cognitive abilities through touch in blind and visually impaired children as well as in sighted children acting as controls. In this article the 20 subtests that compose the battery are briefly described. The instrument was applied to a sample of 119 schoolchildren (blind and sighted) from 3 to 16 years of age. The reliability (α coefficient of Cronbach) of each subtest was calculated. These coefficients were from 0,43 (*Raised line completion*) to 0,98 (*Cutaneous and muscular sensations*). Finally, the results of a factor analysis showed the construct validity of the battery. Six factors were obtained that explained 70,56% of the total scores variance (*Spatial comprehension, Short-term memory, Object identification, Raised-line shapes identification, Sequential exploration and Non-symbolic memory*). Further research suggest some subtest should be discarded, and the battery administered to a more consistent sample.

KEY WORDS: Psychology. Psychology of perception. Haptic perception. Haptic memory. Active to. Psychological assessment. Children (3 to 16). Haptic Test Battery.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la captación e interpretación de la información contenida en los estímulos del medio, así como la codificación, almacenamiento

y recuperación de esta información, constituyen unos de los temas más importantes de la Psicología

¹ Esta investigación, financiada por la ONCE, ha obtenido el Premio Nacional de Investigación de la Fundación APMIB en su V Edición (2003)

gía actual. Aunque se dispone de abundantes pruebas psicológicas diseñadas para evaluar las habilidades perceptivas y cognitivas de los escolares con visión normal, no puede decirse lo mismo de la existencia de instrumentos de evaluación para niños ciegos y deficientes visuales.

El principal objetivo de esta investigación fue construir un instrumento válido y fiable para evaluar una serie de habilidades de procesamiento de la información contenida en patrones de líneas y puntos realzados, y objetos tridimensionales familiares y no familiares. Las habilidades mentales evaluadas con la prueba que hemos diseñado son sensoriales, motoras, perceptivas y mnésicas. Dado que este instrumento va dirigido a los niños ciegos, todos los materiales han sido específicamente diseñados para su presentación a través del tacto, sin hacer uso de la visión.

El conocimiento del funcionamiento de las estructuras y procesos que están implicados en el procesamiento de la información háptica, tan importante para las personas ciegas, fue el que guió nuestro trabajo durante la construcción de la batería especialmente diseñada para evaluar estos procesos. Para profesores, psicólogos y los expertos en ciencias de la educación que trabajan con niños ciegos es importante poder tener información sobre la capacidad de éstos para acercarse de forma provechosa a los materiales educativos contruidos a partir de líneas, puntos en relieve y objetos tridimensionales. Este estudio intenta cubrir esta carencia importante en el ámbito de la evaluación de las habilidades psicológicas (perceptivas y de memoria), no sólo de los niños ciegos, sino también que sirviera para evaluar el funcionamiento del tacto en niños videntes de la misma edad, clase social, sexo y nivel escolar.

La modalidad háptica es fundamental para los niños ciegos, porque a través de ella se relacionan con los estímulos existentes en el mundo que les rodea y acceden al mundo de la educación con el aprendizaje del código Braille. Este código de lectura está basado en el procesamiento de una serie de puntos con significado y la representación mental de este significado. La idea principal cuando iniciamos este proyecto fue poder disponer de un instrumento que pudiera sugerir la disposición del niño para poder comenzar el aprendizaje del sistema de lectura y escritura Braille, así como para poder acceder a la comprensión de otros sistemas de representación espacial relacionados con la geometría, la geografía y otros aprendizajes escolares.

En comparación con la visión y la audición, las investigaciones realizadas sobre el tacto han sido mucho menos numerosas, aunque en los últimos

años se ha renovado el interés por el estudio del tacto, tanto desde el punto de vista psicológico (e.g., Ballesteros, Manga y Reales, 1997; Ballesteros, Millar y Reales, 1998; Lederman y Klatzky, 1987), como desde el ámbito de las neurociencias (e.g., Johnson y Hsiao, 1992; Sathian, Zangaladze, Hoffman y Grafton, 1997). Además, se han publicado también una serie de libros y capítulos de libros sobre el tacto (e.g., Ballesteros, 1994, 1999; Ballesteros y Heller, 2004; Bardisa, 1992; Heller, 2000; Heller y Ballesteros, en prensa; Heller y Schiff, 1991; Millar, 1994, 1997; Rosa y Ochaíta, 1993). En el ámbito de la psicología, Susan Lederman y Roberta Klatzky han realizado importantes contribuciones sobre los movimientos manuales que la "mano inteligente" realiza cuando desea extraer distintos tipos de información sobre objetos y superficies. Ballesteros y sus colegas han explorado la agudeza y la sensibilidad del sistema háptico para detectar la simetría bilateral de formas realizadas y objetos tridimensionales. Estos trabajos han puesto de manifiesto la importancia de la información de referencia espacial y de los movimientos manuales en el procesamiento de esta importante propiedad de la forma. En un estudio reciente (Ballesteros y Reales, en prensa), se ha encontrado que a medida que aumenta la altura de los estímulos (tercera dimensión, eje z del estímulo; ver Figura 8) se mejora de manera significativa la actuación háptica con los estímulos simétricos. Además, la exploración bimanual del estímulo produjo mejor actuación que la unimanual, tanto con los estímulos simétricos como con los asimétricos. Estos resultados son congruentes con la hipótesis de la influencia del marco de referencia, ya que la exploración bimanual paralela al eje corporal facilitó la detección de la simetría bilateral.

Los últimos años han visto también florecer el número de investigaciones dirigidas a estudiar las relaciones entre el funcionamiento cerebral, el papel de los receptores sensoriales de la piel, sus proyecciones neurales y el sentido del tacto. Destacan en este ámbito los estudios de Johnson y sus colaboradores. Especial importancia merecen estudios recientes que han utilizado las modernas técnicas de imágenes cerebrales (e.g., Tomografía Axial Computerizada, Resonancia Magnética Funcional) para comprobar la actividad cerebral durante el procesamiento de estímulos manipulados hápticamente. Estos estudios apoyan la idea de la interrelación entre las modalidades sensoriales en lugar de considerarlas como entidades independientes. Estudios recientes surgidos de los laboratorios de Krish Sathian, Alvaro Pascual-Leone y Melvyn Goodale, en los que han utilizado distintas técnicas de imágenes cerebrales, apuntan de forma coincidente a la integración entre modalidades en el cerebro. Sus aportaciones más recientes pueden verse en el libro edi-

tado por Heller y Ballesteros (en prensa). Datos conductuales también apuntan en este sentido. Por ejemplo, Reales y Ballesteros (1999) han mostrado la transferencia completa de la información entre modalidades (tacto-visión, visión-tacto), semejante a la producida dentro de la misma modalidad (visión-visión, tacto-tacto); esto es, la facilitación perceptiva (*priming* perceptivo o de repetición) es la misma cuando se cambia de modalidad de la fase de estudio a la fase de prueba (e.g., del tacto a la visión o de la visión al tacto) que cuando la información se presenta las dos veces en la misma modalidad (e.g., en el tacto o en la visión).

Para diseñar las distintas subpruebas que componen la *Batería de Habilidades Hápticas*, se partió del estudio del funcionamiento de esta modalidad y de las características específicas que diferencian al tacto del resto de las modalidades, especialmente la visión. En diferentes lugares hemos revisado las características del sentido del tacto y las diferencias que existen entre esta modalidad y la visión (e.g. Ballesteros, 1993, 1999a, 2002; Bardisa, 1992). En este artículo sólo vamos a referirnos brevemente a los aspectos más directamente relacionados con esta investigación.

Aunque generalmente nos referimos al tacto como si fuera un único sentido, desde la época de la Grecia clásica se reconoció que se trataba de un sentido complejo. Mucho después, en los comienzos de la psicología científica, Weber (1834/1896) confirmó que el tacto estaba formado por varios sentidos. Este destacado psicofísico alemán midió los umbrales del tacto en distintas partes de la piel y estudió la percepción del peso y la temperatura. Weber propuso la división del tacto en: a) el sentido de la localización, b) el sentido del peso, y c) el sentido de la temperatura. El sentido del dolor, junto a otras sensaciones menos específicas, lo incluyó dentro de la categoría a la que denominó de sensaciones generales. Todo lo anterior hace que se deba hablar de los sentidos del tacto por estar incluidos: a) la *propiocepción*; b) *el tacto* propiamente dicho; c) el *dolor*; y d) *el sentido térmico*. Estas cuatro submodalidades del tacto poseen receptores sensoriales diferentes que transmiten la información al cerebro a través de una de las dos vías nerviosas: el sistema espinotalámico y el sistema lemniscal (ver Ballesteros, 2002 Cap. 24).

En este artículo vamos a referirnos especialmente al tacto propiamente dicho (detección de patrones realzados y objetos). Los niños ciegos, al estar privados de visión, se acercan al mundo utilizando otras modalidades, especialmente la audición y el tacto. La mayor dependencia del individuo ciego de estas modalidades hizo pensar a los investigadores que los ciegos poseían unas habilidades táct-

tiles superiores a las de los individuos con visión normal. Éste ha sido un tema de investigación que ha interesado a bastantes investigadores durante el último siglo (Axelrod, 1959; Hollins, 1989). Estudios recientes han confirmado que el umbral de discriminación de la textura de lijas (Pascual-Leone y Torres, 1993; Grant, Thiagarajah y Sathian, 2000) es similar en ciegos y videntes. Cuando se trata de tareas más complejas, en las que está implicada la percepción de la forma a través de la modalidad háptica, unos resultados sugieren que los ciegos actúan peor que los videntes (e.g., Lederman, Klatzky, Chataway y Summers, 1990), otros, la superioridad de los ciegos en relación a los videntes y, aún, otros señalan la ventaja de los ciegos tardíos sobre los videntes y los ciegos congénitos (Heller, 1989).

A través del tacto podemos percibir, además de la forma, otras características importantes de los estímulos (su tamaño, su dureza, su peso o su temperatura). Se denomina percepción táctil cuando la información de los estímulos se adquiere sólo a través de la piel, siendo el objeto el que se mueve sobre la misma, que permanece estática. Esta forma de percepción suele ser peor que cuando es la mano la que se mueve libremente para explorar el estímulo (percepción háptica). Aunque toda la superficie corporal tiene sensibilidad táctil, la mano es el órgano natural del tacto porque está adaptada para manipular objetos. Sus sensores cutáneos y cinestésicos están finamente articulados con los mecanismos motores, lo que hace que la mejor manera de explorar los objetos sea realizando movimientos coordinados de los dedos y las manos (*percepción háptica*). El sistema háptico es una modalidad perceptiva compleja que codifica la información que llega al cerebro proporcionada por los mecanorreceptores de la piel y por los receptores cinestésicos de los tendones, músculos y articulaciones (Loomis y Lederman, 1986). Cuando exploramos objetos, o patrones de líneas o de puntos realzados, con nuestras manos, realizamos de forma voluntaria una serie de *movimientos exploratorios*. La eficiencia de la visión (en precisión y rapidez) hace que se considere que esta modalidad domina al resto de las modalidades perceptivas. La percepción de la forma a través del tacto es algo menos precisa y más lenta que la percepción visual. Esta observación ha hecho que muchos investigadores consideren injustamente que el tacto proporciona información empobrecida.

La percepción de la forma depende de la organización espacial. Para codificar una forma, sus rasgos percibidos a través del tacto hay que relacionarlos unos con otros, o con respecto a algún *marco de referencia* interno o externo (Millar, 1997). Una de las razones por las que el tacto

parece inferior a la visión a la hora de percibir formas es que en el tacto sin visión es difícil encontrar un marco de referencia con respecto al cual se pueda codificar la forma.

Es difícil identificar pequeñas formas y dibujos realizados a través del tacto. El porcentaje de aciertos no suele ser mayor del 30%, y a veces mucho menos, tanto en personas ciegas como en videntes. Estos malos resultados parecen deberse a que los dibujos realizados son estímulos empobrecidos porque carecen de muchas claves necesarias para su identificación, como puede ser la textura, la masa, el volumen y otras características de los objetos (Lederman y Klatzky, 1987). Frente a la pobre actuación con estímulos realizados, Klatzky, Lederman y Metzger (1985) mostraron la efectividad del tacto para identificar objetos familiares. La precisión global fue muy elevada (96% de respuestas correctas). Otros estudios han mostrado también la capacidad de los videntes para identificar y nombrar objetos familiares presentados al tacto sin visión, no sólo en estudiantes universitarios -adultos jóvenes sanos- (Reales y Ballesteros, 1999), sino también en enfermos de Alzheimer y mayores controles sanos de la misma edad (Ballesteros y Reales, 2004). Específicamente, la facilitación perceptiva fue similar en estos enfermos a la de los mayores sanos y los adultos jóvenes, a pesar de que la memoria episódica (explícita) de los pacientes de Alzheimer fue muy deficiente.

La lectura y la escritura son habilidades básicas para el ser humano. Las personas ciegas no tienen acceso a la letra impresa y el sistema que utilizan mayoritariamente para leer símbolos y expresarse de forma escrita es el Braille. Millar (1997) ha estudiado intensamente la lectura a través del tacto, para lo que ha diseñado un aparato que permite ver en el monitor del ordenador los movimientos de los dedos mientras se deslizan sobre el texto y así poder analizar después estos movimientos. La percepción de patrones de puntos realizados a través de la modalidad háptica supone un proceso constructivo que depende de procesos cognitivos para percibir la información, unido al uso flexible y rápido de movimientos manuales que permiten captar dicha información en paralelo.

En conclusión, dada la importancia del tacto activo y la exploración sistemática en la percepción háptica, las subpruebas que componen la batería que presentamos a continuación fueron diseñadas para evaluar las habilidades implicadas en el procesamiento perceptivo de la información contenida en superficies, puntos realizados, líneas realizadas y objetos tridimensionales familiares y no familiares. Además, se incluyeron también varias subpruebas de memoria inmediata y de memoria a largo plazo

por la importancia que tienen los procesos mnésicos en el aprendizaje escolar.

DESCRIPCIÓN DE LA BATERÍA

La Batería original consta de 20 subpruebas. Las tres primeras están basadas en los procedimientos neuropsicológicos de Luria y han sido adaptados para su aplicación a niños ciegos y videntes, que actúan sin visión, a partir de las subpruebas de la Batería Luria-DNI (Manga y Ramos, 1991) *Motricidad manual; Regulación verbal de los movimientos y Evaluación de las sensaciones cutáneas y musculares*. Las dos primeras pruebas evalúan las *funciones motoras* en el niño, mientras que la tercera evalúa las *sensaciones táctiles y la cinestesia*.

Motricidad manual (subprueba 1)

Exige que el niño realice una serie de movimientos manuales, cada vez más complejos, imitando los movimientos ejecutados por el experimentador. Como el niño no puede ver estos movimientos, el experimentador tiene que guiar las manos del niño para que toque sus manos mientras realiza los movimientos con el fin de que después pueda reproducirlos.

Regulación verbal de los movimientos (subprueba 2)

Esta subprueba evalúa la habilidad del niño para seguir órdenes verbales. El niño debe realizar movimientos secuenciales simples siguiendo las órdenes del experimentador. Según Luria, la mala actuación en esta prueba después de los 3 ó 4 años indica que existen disfunciones cerebrales.

Evaluación de las sensaciones cutáneas y musculares (subprueba 3)

La subprueba consiste en discriminar diferentes formas de tacto pasivo o el lugar de la mano, del dedo o del brazo donde el niño es tocado por el experimentador. Algunas respuestas exigen que el niño mueva el dedo.

Discriminación de la textura (subprueba 4)

Esta subprueba evalúa la capacidad del niño para discriminar distintas texturas. Los materiales utilizados pueden verse en la Figura 1. En la parte izquierda de la figura pueden apreciarse los seis materiales utilizados en la primera parte de la prueba. En la parte derecha se muestran las cinco lijas de grano diferente elegidas de manera graduada desde la más gruesa a la más fina utilizadas en la

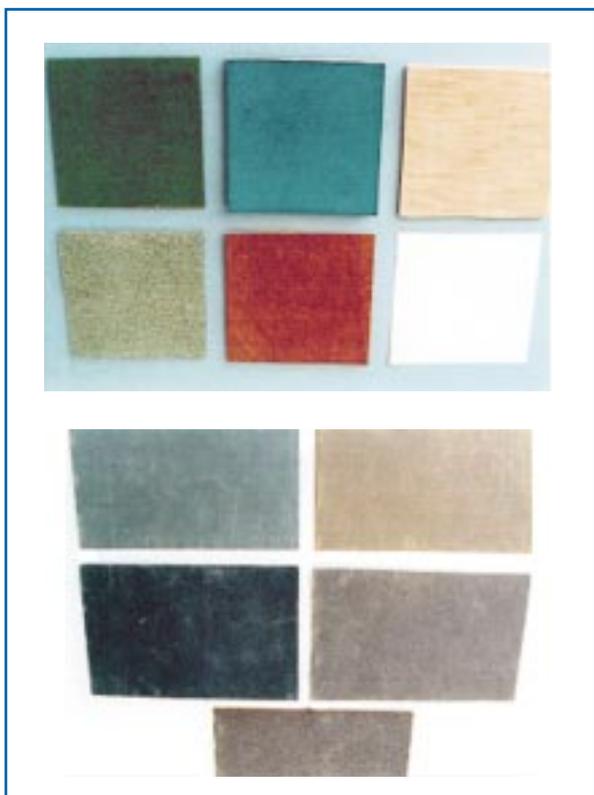


Figura 1. Materiales utilizados en la subprueba de *Discriminación de la textura de superficies*
Arriba: seis materiales diferentes. Abajo: 5 tipos de lijas con grano de diferente grosor (100, 250, 320, 400, 600)

segunda parte de la prueba. La investigación psicofísica del tacto ha empleado con frecuencia este tipo de materiales debido a que, por estar graduados, permiten una evaluación precisa de la discriminación de la textura, a partir de la información del estímulo adquirida a través de la piel de los dedos.

Discriminación figura-fondo (subprueba 5)

El objetivo de esta prueba es comprobar si el niño ha adquirido el concepto de interposición. Esta habilidad está relacionada con la interpretación del espacio y la idea de profundidad, a pesar de realizarse a partir de materiales planos realzados. Se trata de comprobar la capacidad del escolar para detectar si determinados objetos se encuentran en un primer plano o, por el contrario, aparecen en la imagen ocupando un segundo plano. Partíamos del supuesto de que los niños ciegos iban a actuar en esta prueba mejor que lo hacen los niños videntes, debido a la experiencia que poseen sobre esta actividad. Algunos materiales de esta prueba aparecen en la Figura 2.

Estructura dimensional (subprueba 6)

La prueba evalúa si el niño es capaz de utilizar de forma simultánea diferentes dimensiones hápti-



Figura 2. Materiales de la subprueba *Discriminación figura-fondo*.

cas como son la forma, el tamaño, la orientación y el tipo de material. En cada ensayo el experimentador coloca delante del niño un estímulo y le pide que busque entre un conjunto de estímulos el que sea igual. Los estímulos pueden variar en una o en varias dimensiones. Algunos de los ejemplos de los estímulos utilizados en esta subprueba se muestran en la Figura 3.



Figura 3. Ejemplos de los estímulos utilizados en la subprueba *Estructura dimensional*.

Orientación espacial (subprueba 7)

Esta subprueba evalúa la habilidad del niño para captar la orientación espacial de una serie de estímulos simples realzados que se presentan en un cuadernillo. En cada ensayo, el niño explora el estímulo que aparece a la izquierda del cuadernillo y después desliza sus dedos sobre el resto de los estímulos que aparecen en la misma línea para indicar cuál de ellos presenta la misma orientación que el estímulo inicial. El niño tiene que percibir la orientación del estímulo que aparece a la izquierda y después tiene que encontrar ese mismo estímulo entre una serie de cuatro similares que aparecen en distintas orientaciones (ver Figura 4)

Reconocimiento de formas realzadas incompletas y de objetos incompletos (subprueba 8)

Estas dos subpruebas evalúan la capacidad del

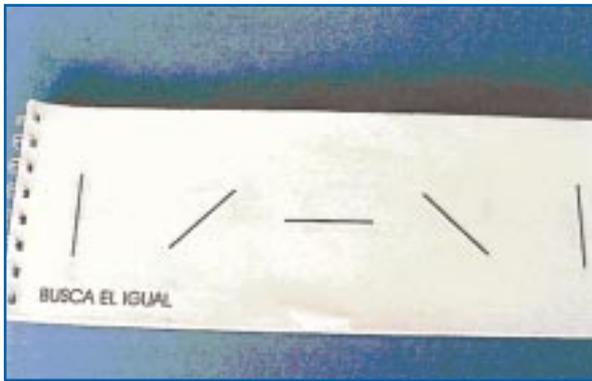


Figura 4. Un ensayo de la subprueba de *Orientación espacial*.

niño para identificar objetos incompletos representados a través de líneas realzadas (subprueba 8) y objetos incompletos (subprueba 14). Trata de averiguar si el escolar puede suplir partes que faltan de un dibujo, para completarlo perceptivamente, y si puede identificar el objeto incompleto al que le falta una parte significativa (ver Figura 5)



Figura 5. Ejemplos de un ítem de las subpruebas *Reconocimiento de formas realzadas incompletas (arriba)* y *Reconocimiento de objetos incompletos (abajo)*.

Exploración eficiente de puntos (subprueba 9)

El objeto de esta prueba es comprobar si los escolares tienen adquirida la habilidad de la exploración del espacio háptico, que deberá realizarla de izquierda a derecha. Esta habilidad es muy importante para la lectura Braille. La prueba

consiste en explorar de forma eficiente el espacio próximo definido como el cuaderno de aplicación de la subprueba. Evalúa la minuciosidad de la exploración, ya que el ítem no se puntúa si el niño deja algún punto sin señalar (ver Figura 6)

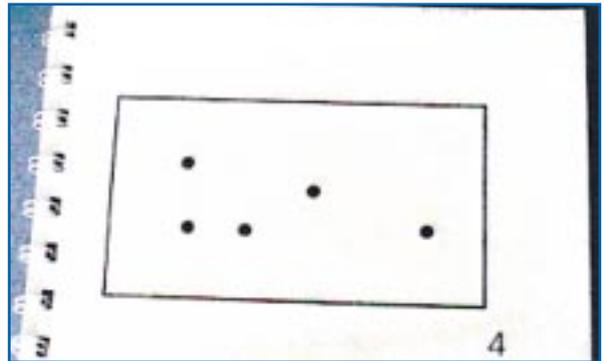


Figura 6. Un ejemplo de uno de los ítems de la subprueba *Exploración eficiente de puntos*

Interpretación de gráficos y diagramas (subprueba 10)

Esta subprueba consta de tres partes. La primera evalúa la capacidad del niño para seguir una línea realzada sin perder contacto con su dedo. La segunda evalúa la capacidad del niño para localizar tres puntos en un diagrama. Finalmente, la tercera parte evalúa la capacidad del niño para localizar el punto máximo y el mínimo en un gráfico realzado dentro de dos ejes de coordenadas. La Figura 7 muestra un ensayo de cada una de las tres partes de la subprueba (seguimiento de líneas, localización de tres puntos en un eje de coordenadas y pico más alto y pico más bajo)

Discriminación de la simetría de líneas realzadas, de superficies realzadas y de objetos (subpruebas 11, 12 y 13)

La simetría es una propiedad destacada de la forma de los objetos. Aunque abundan los estudios sobre simetría en visión, son muy escasos en el tacto. Desde hace años hemos estudiado en nuestro laboratorio la capacidad de los adultos para detectar la simetría bilateral de patrones de líneas realzadas y objetos tridimensionales a través del tacto (Ballesteros et al., 1997; Ballesteros, et al., 1998). Estos estudios han mostrado que el sistema háptico es muy preciso cuando actúa con objetos tridimensionales. Análisis minuciosos de los movimientos manuales realizados durante el proceso han puesto de manifiesto que la información sobre la simetría es extraída durante los primeros estadios de procesamiento de la información.

En un estudio reciente hemos estudiado la detección de la simetría bilateral en patrones de

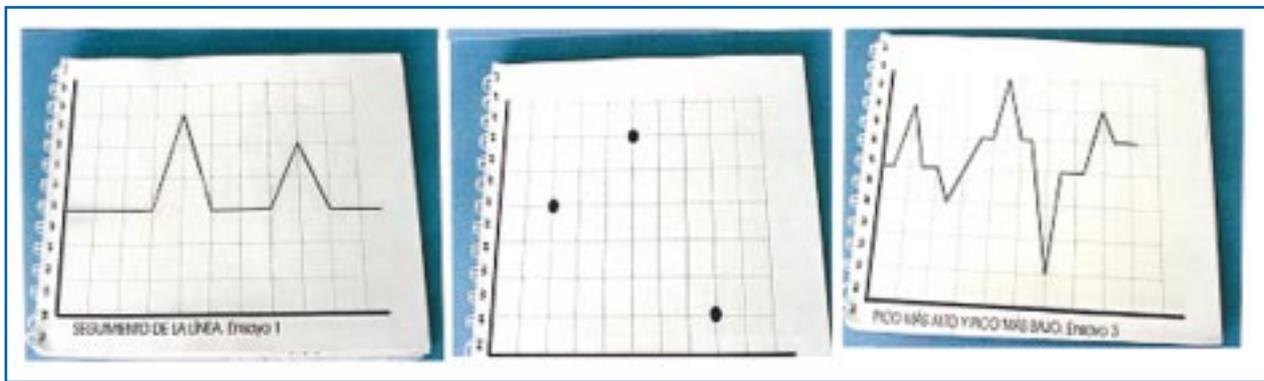


Figura 7. Un ítem de cada parte de la subprueba de *Interpretación de gráficos y diagramas*

líneas realizadas que progresivamente iban aumentando su extensión en la tercera dimensión (Ballesteros y Reales, en prensa). El tacto activo permite a los observadores extraer de forma rápida y precisa información sobre la simetría bilateral de formas realizadas y objetos. Los resultados han mostrado que la precisión aumenta y el tiempo de reacción disminuye cuando los estímulos se extienden en la tercera dimensión. La exploración bimanual en relación a la línea media del cuerpo del preceptor facilitó la detección de los estímulos simétricos sin modificar la de los asimétricos. Estos resultados apoyan la hipótesis de la utilización del eje corporal como marco de referencia que facilita la detección de la simetría bilateral.

Dada la importancia de la detección de la simetría para la percepción de la forma, en la Batería hemos incluido tres subpruebas en las que hemos utilizado una parte de los estímulos utilizados en este estudio con adultos. La Figura 8 muestra un ejemplo de los estímulos simétricos y asimétricos que hemos utilizado para realizar estas pruebas: líneas realizadas, superficies realizadas y objetos 3-D. De los objetos en 3-D que se observan en la figura, los de menor volumen no fueron finalmente utilizados. En la Batería hemos utilizado únicamente tres de estos cuatro tipos de estímulos (líneas realizadas, superficies realizadas y objetos tridimensionales).

Identificación háptica de objetos (subpruebas 14 y 15)

El tacto activo es muy rápido y preciso cuando tiene que identificar objetos familiares (Klatzky, Lederman y Meztger, 1985). La imposibilidad de nombrar un objeto explorado con las manos en condiciones sin visión se conoce como asteroagnosia y es el resultado de la existencia de una lesión cerebral. Esta subprueba consiste en presentar al niño, de uno en uno, objetos familiares y pedir que los identifique a través del tacto.

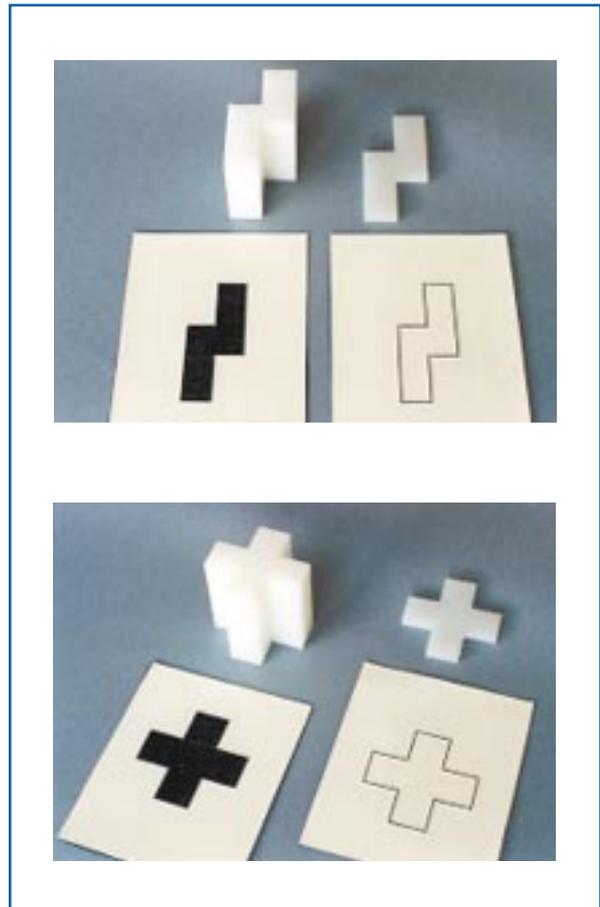


Figura 8. Arriba, un ejemplo de un estímulo asimétrico en sus diferentes versiones. Abajo, uno simétrico (los objetos de menor volumen de la parte superior, en ambos estímulos, no fueron finalmente utilizados).

Procesos de memoria (subpruebas 16 a 20)

Las cinco últimas subpruebas de la Batería evalúan la memoria, uno de los procesos psicológicos más importantes de la exploración psicológica y neuropsicológica a lo largo de todo el ciclo evolutivo, desde la niñez a la vejez (Ballesteros et al., 2002). Cuando existe una lesión cerebral en el niño, las funciones de memoria (funciones mnésicas), junto a las motoras, son las que resultan más dañadas (Levin et al., 1984). La memoria, sin embargo,

no es una habilidad mental única. Existen distintos tipos de memoria localizados en distintas zonas de la corteza cerebral (Tulving y Schacter, 1990).

El buen funcionamiento de la memoria a corto plazo es fundamental para consolidar la información en la memoria a largo plazo y para la manipulación mental de los estímulos que van llegando al sistema de procesamiento de la información. Los niños que tienen problemas con la memoria activa suelen presentar dificultades de aprendizaje y retraso escolar (Gathercole y Baddeley, 1989).

Tres subpruebas evalúan la capacidad de la memoria inmediata a través de la modalidad háptica. La subprueba 16 evalúa la Amplitud de memoria inmediata háptica (puntos realizados). Se trata de una versión realizada para el tacto de la prueba de memoria de dígitos. La amplitud o capacidad de la memoria a corto plazo se define como el número de estímulos (palabras, dígitos, y en nuestro caso, puntos) que el individuo es capaz de recordar en el mismo orden de presentación después de un único ensayo. La capacidad de memoria inmediata aumenta gradualmente con la edad hasta una cierta edad. Esta medida se ha considerado desde el comienzo de la psicología como una medida de la capacidad mental del individuo. Por eso, el primer test de inteligencia, el Test *de Binet-Simon*, incluyó una prueba de amplitud de memoria. Lo mismo hicieron los autores de otras pruebas posteriores como el WISC y el ITPA. Mientras los niños normales de 4 años son capaces de repetir 3 dígitos por término medio, los de 10-12 años repiten 6, y a los 16-17 repiten 7, lo mismo que los adultos.

La subprueba 17 evalúa la Memoria a corto plazo de objetos familiares explorados a través del tacto activo, mientras que la subprueba 18 evalúa esta misma capacidad a través de una prueba de Memoria inmediata de movimientos en la que los niños tienen que reproducir series de movimientos cada vez más largas.

Las subpruebas 19 y 20 evalúan la memoria a largo plazo, que permite retener de manera permanente o casi permanente hechos y datos significativos. Prácticamente todo lo que sabemos está almacenado en esta memoria permanente. Esta

memoria, sin embargo, no es única y en la actualidad se piensa que existen distintos sistemas de memoria en el cerebro humano. Estos sistemas son la memoria procedimental, relacionada con saber hacer cosas, y la memoria declarativa, cuyos contenidos pueden ser traídos a la conciencia en forma de proposiciones e imágenes mentales. Este segundo tipo de memoria ayuda a fijar los conocimientos y aprendizajes realizados en la escuela y a recordar sucesos relacionados con nuestra historia personal (Tulving, 1983). La subprueba 19 evalúa este tipo de memoria con objetos familiares explorados a través del tacto cuando existe una tarea distractora, con el fin de evaluar la resistencia a la distracción. La subprueba 20, última de la Batería, evalúa la memoria a largo plazo para objetos no familiares que carecen del soporte del significado.

MÉTODO

Sujetos

En el estudio participaron 119 escolares entre 3 y 16 años de edad, de los cuales 59 eran ciegos o tenían una deficiencia visual que hacía necesario que leyeran Braille o, en el caso de los niños preescolares, que todavía no leían, que el profesor/a valorase que iba a necesitar utilizar este método de lectura por la severidad de su deficiencia visual (ver Tabla 1). Los niños videntes se eligieron entre los compañeros de clase, en el caso de los niños ciegos que estaban en la educación integrada. Cuando los niños ciegos asistían a los centros específicos de la ONCE, se buscaron sus controles en colegios de zona, de su misma edad, género y curso escolar. Los escolares se agruparon en seis niveles de edad, en cada grupo se incluyeron 10 niños ciegos y 10 videntes, excepto en el nivel de 8-9 años que incluía 9 sujetos ciegos y videntes y el grupo de niños ciegos de 14-16 años que incluía 11 sujetos.

Materiales

Los materiales de la Batería fueron seleccionados y diseñados por Bardisa y Ballesteros; la construcción de los materiales fue llevada a cabo por el Servicio Bibliográfico y el Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica

Tabla 1
Participantes en el estudio

Condición visual	Niveles de edad						Total
	3-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-16	
Ciegos	10	10	9	10	10	11	60
Videntes	10	10	9	10	10	10	59

Tabla 2
Organización de la Batería en funciones, subpruebas e ítems

Función psicológica evaluada	Subprueba	Ítems
Motricidad	1. Motricidad manual	10
	2. Regulación verbal	7
Tacto-cinestesia	3. Tacto y Cinestesia	7
Funciones perceptivas con formas realzadas	4. Discriminación de textura	2
	5. Discriminación figura-fondo	7
	6. Estructura dimensional	6
	7. Orientación espacial	5
	8. Reconocimiento de formas realzadas incompletas	6
	9. Exploración eficiente de puntos	6
	10. Interpretación de gráficos y diagramas	9
	11. Simetría de líneas realzadas	8
	12. Simetría de formas realzadas	7
	Funciones perceptivas con objetos 3-D	13. Simetría de objetos 3-D
14. Reconocimiento de objetos incompletos		6
15. Denominación identificación de objetos		13
Memoria Inmediata	16. Memoria inmediata puntos	6
	17. Memoria inmediata objetos familiares	6
	18. Memoria inmediata de movimientos	4
Memoria a largo plazo	19. Memoria objetos familiares	12
	20. Memoria de objetos no familiares	8
Total	20 Subpruebas	145

(CIDAT) de la ONCE. Los materiales finalmente utilizados fueron de varios tipos diferentes:

- Materiales 2-D formados por líneas, formas o puntos realzados, realizados en papel especial, agradable al tacto y organizados en cuadernillos en función de las subpruebas a los que pertenecían. Otros fueron bajorrelieves realizados en madera o superficies realzadas.
- Materiales 3-D contruidos en un plástico duro según las especificaciones proporcionadas.
- Objetos familiares recopilados y adquiridos en distintos establecimientos comerciales.
- Lijas de distintos calibres.

Procedimiento

Tres experimentadoras entrenadas² participaron en la recogida de datos y aplicaron la Bate-

ría a cada niño de manera individual en una habitación de su propia escuela. Se establecieron varios descansos, tanto más abundantes cuanto más jóvenes eran los niños. Las instrucciones necesarias para la aplicación de la *Batería de Habilidades Hápticas* se encuentran recogidas en el Manual de la prueba. Dichas instrucciones señalan lo que el experimentador debe decir al niño y las indicaciones necesarias sobre el procedimiento de aplicación de la prueba. También aparecen claramente especificados los criterios de evaluación y calificación de cada ítem.

Para facilitar la recogida de datos se diseñó también una hoja de respuestas en la que aparecen todas las subpruebas, el orden de aplicación y el número de ítems que las forman.

La Tabla 2 muestra la organización de la *Batería de Habilidades Hápticas*, las funciones supuestamente evaluadas por cada subprueba y el número de ítems de que consta cada una.

RESULTADOS

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa de tratamiento estadístico SPSS. Primero se realizó un análisis exploratorio de los datos. Se comprobó la fiabilidad o consistencia interna de cada subprueba calculando el coeficiente α de Cronbach, un índice que indica en qué medida todos los ítems de una subprueba están midiendo lo mismo. Los coeficientes obtenidos fueron satisfactorios e iban desde 0,98, de la subprueba de *Sensaciones cutáneas*, hasta 0,43 de *Reconocimiento de formas realzadas incompletas*, estando la mayoría entre 0,70-0,80.

Para comprobar la validez de constructo de la Batería se realizó un análisis factorial a partir de las puntuaciones de los 119 sujetos, en todas las subpruebas, por el método de Componentes Principales, para lo que se calculó la matriz de correlaciones entre todas las variables, realizando la rotación ortogonal con la extracción de los factores según el criterio de Kaiser.

Se obtuvieron 6 factores con valores propios mayores que 1, que explican el 70,56% de la varianza total de las puntuaciones.

El primer factor lo denominamos Comprensión espacial, que explica el 20,3% de la varianza total. El segundo factor, denominado de Memoria a corto plazo, explica el 16,37% de la varianza total. El tercero es un factor de Identificación de objetos familiares que explica el 9,18% de la varianza total. El cuarto parece relacionado con la Identificación de estímulos a partir de formas realzadas; este factor explica el 8,40% de la varianza total de las puntuaciones. El quinto parece referirse a una habilidad de Exploración secuencial y explica el 8,31% de la varianza. Finalmente, el factor sexto es Memoria a largo plazo no simbólica y explica el 7,99% de la varianza total.

En la Tabla 3 se muestra la estructura factorial de la Batería con el peso específico obtenido en cada una de las subpruebas que la conforman.

Además del estudio de fiabilidad y validez se efectuó un Análisis de Varianza (ANOVA) con dos factores: Condición (ciego, vidente) y Nivel de edad (3-5, 6-7, 8-9, 10-11, 11-13 y 14-16 años) para cada subprueba, exceptuando las tres primeras. Estos análisis mostraron que la varia-

Tabla 3
Estructura factorial de la Batería de Habilidades Hápticas

Factor	Varianza Total	Subprueba	
		Denominación	Peso
Comprensión espacial	20,3%	Orientación espacial	0,83
		Detección de simetría de líneas	0,73
		Detección de simetría de formas	0,59
		Detección de simetría de objetos	0,72
		Gráficos y diagramas	0,60
		Reconocimiento de objetos no familiares	0,55
Memoria a corto plazo	16,37%	Memoria de puntos	0,71
		Memoria de objetos	0,77
		Memoria de movimientos	0,83
		Discriminación de texturas	0,54
Identificación de objetos familiares	9,18%	Reconocimiento de objetos incompletos	0,82
		Identificación de objetos	0,76
Identificación de estímulos a partir de formas realzadas	8,40%	Discriminación figura-fondo	0,58
		Reconocimiento de formas realzadas incompletas	0,64
		Memoria a largo plazo de objetos familiares	-0,68
Exploración secuencial	8,31%	Exploración eficiente de puntos	0,84
Memoria a largo plazo no simbólica	7,99%	Discriminación de texturas	0,81
		Memoria de objetos no familiares	0,62

ble *Condición* resultó significativa en las subpruebas *Estructura dimensional*, *Orientación espacial*, *Exploración eficiente de puntos*, *Gráficos y diagramas*, *Simetría de líneas*, *Simetría de formas*, *Simetría de objetos*, *Reconocimiento de formas realizadas incompletas*, *Memoria de objetos familiares*, *Memoria de objetos no familiares*. En prácticamente todas las pruebas, la ventaja fue para los niños ciegos.

La variable *Nivel de Edad* resultó significativa en todas las subpruebas, excepto en *Reconocimiento de formas realizadas incompletas* (subtest 8) y *Reconocimiento de objetos incompletos* (subtest 14). En estas dos no se produce una mejora en la actuación en función de la edad de los niños.

Además, resultó significativa la *interacción Condición X Nivel de Edad* en las siguientes subpruebas: *Discriminación figura-fondo*, *Gráficos y diagramas* y *Memoria de movimientos*.

DISCUSIÓN

En este trabajo hemos presentado los fundamentos teóricos y los resultados preliminares obtenidos a partir de la aplicación de las 20 subpruebas de la Batería de Habilidades Hápticas a una muestra de 119 niños ciegos y videntes de edades comprendidas entre los 3 y los 16 años. Se trata de una prueba psicológica construida para evaluar la capacidad de los niños a lo largo de todo el periodo de la escolaridad obligatoria para procesar información a partir exclusivamente de la modalidad háptica. Es un instrumento único por sus características, totalmente enfocado a la comprensión del funcionamiento del sentido del tacto activo y propositivo, que está orientado especialmente a la evaluación del escolar ciego y deficiente visual. La batería actual es una prueba psicológica relativamente larga de aplicar pero válida y fiable. Además, las puntuaciones en sus subpruebas aumentan con la edad, lo que la convierte en una buena herramienta diagnóstica y hacen de la Batería del tacto una prueba única en su género. Estas características hacen de ella un instrumento psicométrico válido y fiable, lo que sin duda la convertirán en una prueba muy útil para el psicólogo infantil.

La solución factorial obtenida sugiere que la prueba evalúa seis habilidades que explican el 70,56% de la varianza total de las puntuaciones. Hemos denominado a los seis factores obtenidos en nuestro análisis factorial: *Comprensión espacial*, *Memoria a corto plazo*, *Identificación de*

objetos familiares, *Identificación de formas realizadas*, *Exploración secuencial* y *Memoria no simbólica*. Estos factores pueden interpretarse fácilmente dentro del marco conceptual de la psicología del tacto activo y los procesos psicológicos básicos.

El factor que tiene mayor peso factorial en nuestra prueba es el que hemos denominado *Comprensión espacial*. Este factor explica el 20,3% de la varianza de las puntuaciones y aparece también, aunque con menor peso, en la Luria-DNI (tercer factor). Las subpruebas con mayores pesos en este factor son: *Orientación espacial*, *Simetría de líneas*, *Simetría de objetos*, *Gráficos y diagramas*, *Simetría de formas*, *Memoria a largo plazo de objetos no familiares* y *Estructura dimensional*. Todas estas pruebas tienen un fuerte componente espacial.

El factor con el segundo mayor peso factorial de la Batería, que explica el 16,37% de la varianza de las puntuaciones, es el que hemos denominado *Memoria a corto plazo*. Las subpruebas que saturan en este factor son las tres de memoria a corto plazo háptica: *Memoria de puntos*, *Memoria de objetos* y *Memoria de movimientos*. Además de estas tres, la de *Discriminación de texturas* también presenta un peso factorial algo menor. El hecho de que esta prueba tenga peso en este factor tiene sentido si tenemos en cuenta que el niño en esta prueba tiene que explorar una textura, retener esta textura durante unos segundos y buscar, basándose en esta representación a corto plazo que se ha formado, el estímulo que tiene la misma textura. Como señalan Johnson y Hsiao (1992), el sistema SAI, formado por receptores sensoriales de la piel de adaptación lenta, posee mecanismos que llevan las señales captadas por estos receptores a la memoria y a la percepción. El sistema SAI (Slowly Adapting Type 1, en español sistema de adaptación lenta tipo 1) es el sistema espacial primario, responsable de la percepción de la discriminación de la rugosidad (textura) y de la forma cuando los dedos entran en contacto con la forma directamente, como es el caso en nuestra prueba.

El tercer factor lo hemos denominado *Identificación de objetos familiares* a través del tacto, porque las pruebas que presentan pesos importantes en este factor son las dos que requieren el reconocimiento e identificación de objetos tridimensionales de la vida cotidiana a través de la exploración háptica activa con ambas manos. Estas subpruebas son *Reconocimiento de objetos incompletos*, que exige la identificación de objetos familiares a los que les falta una parte (e.g.,

peine al que le faltan púas, gafas a las que le falta un cristal, etc.) e *Identificación de objetos*, que es igual que la anterior, pero en ésta los objetos están completos. Los fundamentos de ambas pruebas son los mismos, porque suponemos que, dada la facilidad del tacto activo para reconocer e identificar objetos, incluso aquellos a los que les falta alguna parte, puede que se identifiquen sin percatarse de esta falta la persona que explora. Estas dos subpruebas constituyen el factor específico de la esteroagnosia. La asteroagnosia es la incapacidad para reconocer objetos a través del tacto en el adulto (Manga y Ramos, 1991) y parece que se debe a alguna lesión producida en la corteza parietal en los adultos.

El cuarto factor de la Batería lo hemos denominado Identificación de formas realizadas. Este factor, que explica el 8,40% de la varianza total de las puntuaciones, se manifiesta con pesos positivos en dos subpruebas, la de *Discriminación figura fondo* y la de *Reconocimiento de formas realizadas incompletas*. La subprueba de *Memoria de objetos familiares* satura negativamente en este factor. Parece que se trata de un factor relacionado con la extracción de información a partir de formas realizadas y no tiene nada que ver con la percepción e identificación de objetos en tres dimensiones. Las subpruebas que saturan en este factor tienen que ver con la percepción de la forma a través de las yemas de los dedos y consiste en que el niño aprecie los rasgos espaciales de los objetos cotidianos mediante el contacto directo de patrones realizados con la piel de sus dedos. Como señalan Johnson y Hsiao (1992), un ejemplo de la percepción de la forma es la habilidad humana para leer Braille. Sin embargo, Millar (1997) relaciona la lectura del código Braille con la detección de la textura.

El quinto factor obtenido se ha denominado Exploración secuencial, siendo la única subprueba de la batería que satura en este factor con un peso importante la de *Exploración eficiente de puntos*. Manga y Ramos (1991) obtuvieron en la solución factorial de la Luria DNI un segundo factor que explicaba el 8% de la varianza de las puntuaciones de la prueba, al que denominaron Actividad secuencial. Incluimos esta prueba en nuestra batería por la importancia que tiene para el aprendizaje de la lectura Braille el dominio de la habilidad relacionada con la exploración secuencial del espacio próximo (el texto escrito en Braille). La razón de incluir esta prueba en la batería del tacto se debió, precisamente, a la necesidad de evaluar esta habilidad, que podría indicar cuándo el niño está maduro para iniciarse en este código de lectura. Tanto los niños ciegos como los

videntes mejoran en esta habilidad con la edad. Sin embargo, posiblemente porque los niños ciegos más pequeños (3-5 años) reciben atención temprana y se les entrena en la utilización del sentido del tacto, su puntuación en esta subprueba supera a la de los niños videntes del mismo nivel de edad. Estas diferencias van atenuándose en edades posteriores, llegando a desaparecer con el tiempo.

El sexto factor, que explica el 7,99% de la varianza total, es el de Memoria no simbólica, porque las dos subpruebas que saturan fuertemente en él son las de *Discriminación de texturas* y *Memoria de objetos no familiares*. Creemos que este factor está relacionado con habilidades mnésicas independientes de los contenidos del lenguaje, dado que los objetos de la prueba de *Memoria de objetos no familiares* son estímulos tridimensionales a los que no se puede asignar un nombre concreto. El niño tiene que representar de alguna manera no simbólica la información espacial proporcionada por las superficies y bordes que constituyen los objetos para poder reconocerlos después de un tiempo ocupado en la ejecución de una tarea distractora. La prueba de *Discriminación de texturas* consiste en percibir, retener en la memoria, e identificar posteriormente entre una serie de texturas diferentes, la textura que es igual a la recientemente explorada con la yema de los dedos. Como ya hemos comentado, esta subprueba satura también en el otro factor relacionado con las habilidades mnésicas, el de Memoria a corto plazo.

En los estudios normativos que hemos realizado a partir de las puntuaciones de los diferentes grupos de edad de niños ciegos y videntes (Ballesteros, Bardisa, Reales y Muñiz, 2002; Ballesteros, Bardisa, Millar y Reales, en revisión), hemos comprobado el carácter evolutivo de la mayor parte de las subpruebas. Un dato a destacar es que cuando ha habido diferencias significativas en una subprueba, éstas han sido a favor de los niños ciegos, posiblemente por el entrenamiento del niño ciego en la utilización del tacto para explorar materiales realizados y objetos. Sin embargo, estudios posteriores (Ballesteros, Bardisa, Millar y Reales en revisión) hacen aconsejable desechar aquellas subpruebas que no han mostrado un carácter evolutivo, como son las dos pruebas de identificación de formas realizadas incompletas y objetos incompletos (subpruebas 8 y 14 de la Batería), y las tres primeras pruebas (construidas a partir de Luria). Finalmente, sería deseable aplicar la Batería depurada a una muestra más amplia de niños ciegos y con visión normal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Axelrod, S. (1959). *Effects of early blindness: Performance of blind and sighted on tactile and auditory tasks*. New York: American Foundation for the blind.
- Ballesteros, S. (1993). Percepción háptica de objetos y patrones realizados. *Psicothema*, 5, 311-321.
- Ballesteros, S. (1994). *Psicología General: Un enfoque cognitivo*. Madrid: Universitas.
- Ballesteros, S. (1999a). *Percepción táctil y háptica*. En E. Munar, J. Roselló y A. Sánchez Cabaco (Coords.), *Atención y percepción* (pp. 459-575). Madrid: Alianza Editorial.
- Ballesteros, S. (1999b). Evaluación de las habilidades hápticas. *Integración*, 32, 5-15.
- Ballesteros, S. (2002). *Psicología General. Atención y percepción*. Madrid: UNED.
- Ballesteros, S., Bardisa, L., Millar, S., y Reales, J. M. (en revisión). *The Haptic Test Battery: A new instrument to test tactual abilities in blind and visually impaired and sighted children*.
- Ballesteros, S., Bardisa, D., Reales, J. M., y Muñoz, J. (October, 2002). An Haptic Battery to Test Tactual Abilities in Blind Children. Trabajo presentado en la *International Conference on Touch, Blindness, and Neuroscience*, Madrid, Spain.
- Ballesteros, S., y Heller, M. A. (2004) (Eds.). *Touch, blindness, and neuroscience*. Madrid: UNED.
- Ballesteros, S., Manga, D., y Reales, J. M. (1997). Haptic discrimination of bilateral symmetry in two-dimensional and three-dimensional unfamiliar displays. *Perception & Psychophysics*, 59, 37-50.
- Ballesteros, S., Millar, S., y Reales, J. M. (1998). Symmetry in haptic and in visual shape perception. *Perception & Psychophysics*, 60, 389-404.
- Ballesteros, S., y los Miembros de la UMAM (2002). *Aprendizaje y memoria en la vejez*. Madrid, UNED: Aula Abierta.
- Ballesteros, S., y Reales, J. M. (2004). Intact haptic priming in normal aging and Alzheimer's disease: Evidence for dissociable memory systems. *Neuropsychologia*.
- Ballesteros, S., y Reales, J. M. (en prensa). Visual and haptic discrimination of symmetry in unfamiliar displays extended in the z-axis. *Perception*.
- Ballesteros, S., Reales, J. M., y Manga, D. (1999). Implicit and explicit memory for familiar and novel objects presented to touch. *Psicothema*, 11, 785-800.
- Bardisa, D. (1992). *Cómo enseñar a los niños ciegos a dibujar*. Madrid: ONCE.
- Gathercole, S. E., y Baddeley, A. D. (1989). Development of vocabulary in children. *Journal of Memory and Language*, 28, 200-213.
- Grant, A. C., Thiagarajah, M. C., y Sathian, K. (2000). Tactile perception in blind Braille readers: A psychophysical study of acuity and hyperacuity using gratings and dot patterns. *Perception & Psychophysics*, 62, 301-312.
- Heller, M. A. (1989). Picture and pattern perception in the sighted and the blind: The advantage of the late blind. *Perception*, 18, 379-389.
- Heller, M. A. (2000). *Touch, representation, and blindness*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Heller, M. A., y Ballesteros, S. (en prensa). Introduction: Approaches to touch and blindness. En M. A. Heller y S. Ballesteros (Eds.), *Touch and blindness: Psychology and neuroscience*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Heller, M. A., y Schiffs, W. (Eds.) (1991). *The psychology of touch*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hollins, M. (1989). *Understanding blindness*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonhson, K. O., y Hsiao, S. S. (1992). Neural mechanisms of tactual form and texture perception. *Annual Review of Neuroscience*, 15, 227-250.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., y Metzger, V. A. (1985). Identifying objects by touch: An «expert sistem». *Perception & Psychophysics*, 37, 299-302.
- Lederman, S. J., y Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-368.
- Lederman, S. J., y Klatzky, R. L., Chataway, C., y Summers, C. D. (1990). Visual mediation and the haptic recognition of two-dimensional pictures of common objects. *Perception & Psychophysics*, 47, 54-64.
- Levin, H. S., Ewing-Cobbs, L., y Benton, A. L. (1984). Age and recovery from brain damage. En S. W. Scheff (Ed.), *Aging and recovery of function in the central nervous system* (pp. 169-205). New York: Plenum.
- Loomis, J. M., y Lederman, S. J. (1986). Tactual perception. En K. R. Boff, L. Kaufman, y J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance* (Vol. 2, pp. 31-1/31-44). New York: Wiley.
- Manga, D., y Ramos, F. (1991). *Neuropsicología de la edad escolar. Aplicaciones de la teoría de A. R. Luria a niños a través de la batería Luria-DNI*. Madrid: Visor.
- Millar, S. (1994). *Understanding and representing space*. Oxford: Oxford University Press. Traducido al español por S. Ballesteros y

publicado en 1997 por la ONCE, *La comprensión y la representación del espacio*.

Millar, S. (1997). *Reading by touch*. London: Routledge.

Pascual-Leone, A., y Torres, F. (1993). Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. *Brain*, 116, 39-52.

Reales, J. M., y Ballesteros, S. (1999). Implicit and explicit representations of visual and haptic objects: A cross-modal study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 25, 644-663.

Rosa, A., y Ochaita, E. (Compiladores) (1993). *Psicología de la ceguera*. Madrid: Alianza Psicología.

Sathian, C., Zangaladze, A., Hoffman, J. M., y Grafton, S. T. (1997). Feeling with the mind's eye. *Neuro-Report*, 8, 3877-388 1.

Tulving, E. (1983). *Elements of the episodic memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Tulving, E., y Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.

Weber, E. H. (1996). *The sense of touch* (De tactu y Der Tastsinn). H.E. Ross y D. J. Murray, trans. Segunda Edición, publicado original-

mente en 1834 y 1846). London (UK): Erlbaum, Taylor & Francis.

Soledad Ballesteros, Profesora de la Facultad de Psicología. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Juan del Rosal, 10, 28040 Madrid. España. Correo electrónico: mballesteros@psi.uned.es

Dolores Bardisa, Psicopedagoga de la Comunidad Autónoma de Madrid. Equipo de atención educativa a personas con discapacidad visual. Centro de Recursos Educativos "Antonio Vicente Mosquete". Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). Paseo de la Habana, 208. 28036 Madrid. España. Correo electrónico: madobaru@teleline.es

José M. Reales Avilés, Profesor de la Facultad de Psicología. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Juan del Rosal, 10, 28040 Madrid. España. Correo electrónico: jmreales@psi.uned.es

José Muñoz Fernández, Catedrático de la Facultad de Psicología. Plaza de Feijóo s/n, Oviedo 33003. Correo electrónico: jmuniz@correo.uniovi.es