

PERCEPCION HAPTICA DE OBJETOS Y PATRONES REALZADOS: UNA REVISION

Soledad BALLESTEROS

Departamento de Psicología Básica

Universidad Nacional de Educación a Distancia

La percepción háptica no depende de la visual, como han propuesto algunos investigadores sino que suministra importante información sobre ciertas dimensiones de los objetos como su temperatura, peso, rugosidad, etc., que no pueden percibirse a través de otras modalidades sensoriales. A través del sentido del tacto activo se puede extraer con rapidez y precisión gran cantidad de información sobre los objetos siempre que esta modalidad se pruebe adecuadamente. La posición secundaria que se ha atribuido al tacto se debe precisamente a haber pasado por alto que visión y tacto están especializados en el procesamiento de propiedades diferentes. Mientras la visión está especializada en la aprehensión de sus propiedades estructurales (forma, tamaño) el tacto lo está en la aprehensión de propiedades de la sustancia (dureza, textura). Se distingue entre percepción táctil, kinestésica y háptica, a la vez que se señalan algunas aportaciones de Katz, Rávész y Gibson junto a algunas otras más recientes. Se destaca la importancia de la mano como sistema experto y sobre todo el movimiento propositivo de los dedos cuando realizan ciertos procedimientos exploratorios para captar diferentes propiedades de los objetos. Se defiende la necesidad de realizar más investigación en este campo por la aplicabilidad de sus resultados a la educación y entrenamiento de las personas invidentes y con deficiencias visuales.

Palabras clave: Percepción háptica; Memoria háptica; Procedimientos exploratorios; Tacto activo; Tacto pasivo.

Haptic perception of objects and raised line patterns: A revision. The haptic system is not an inferior and secondary system, dependent on vision. Instead the haptic system is able to apprehend important qualities of the stimulus. While the visual system is good at the perception of properties related to the objects' structure such as its form and size, the haptic system is specialized in the perception of properties related to the objects' substance such as its hardness and texture. A distinction is made among tactile, kinesthetic and haptic perception. The pioneering work of Katz, Rávész and Gibson is highlighted along with recent work in the field of haptics. The hand is considered as an expert system, specially when exploratory purposive movements are performed. The need for more research in haptic perception and memory is proposed. At the same time, the possibility of application of the results in the education of the blind is outlined.

Key words: Haptic perception; Haptic memory; Exploratory procedures; Active touch; Passive touch.

La importancia de la percepción visual en la interacción con el medio ha contribuido al desarrollo de la investigación sobre las funciones implicadas en la percepción y representación mental de objetos y patrones presentados visualmente y a considerar al sistema visual como el más importante y primario, y al háptico, como un sistema de procesamiento secundario, subsidiario del visual. No es extraño, por tanto, que el número de investigaciones sobre el tacto haya sido muy inferior al de la visión. A pesar de esto, el progreso realizado en el tacto durante los quince últimos años ha sido muy importante (ver, Heller y Schiff, 1991). La investigación en percepción háptica no es un tema nuevo en Psicología, y mucho menos en Filosofía y otras disciplinas como la Psicofísica o la Psicología Clínica.

En la clínica se ha observado desde antiguo la existencia de ilusiones hápticas importantes como resultado de lesión cerebral. Es el caso del miembro fantasma que después de haber sido amputado el paciente sigue sintiendo dolor en esa parte de su cuerpo (Ballesteros, 1980). En Filosofía destaca la carta de Diderot, aparecida en 1749, en la que destaca la buena percepción del ciego congénito y proporciona una explicación de la influencia que tiene la experiencia y el aprendizaje en la percepción (ver Heller, 1991). Sin embargo, los verdaderos pioneros por la influencia que sus ideas han ejercido en el estudio actual del tacto han sido Katz, Révész, y más recientemente, Gibson.

Estudios actuales sobre la capacidad del sistema háptico para reconocer objetos (Klatzky, Lederman y Metzler, 1985) han mostrado una precisión de cerca del 100% cuando se trata de percibir hápticamente objetos tridimensionales familiares. Otros estudios actuales han mostrado que la percepción háptica permite aprehender otras características importantes de los objetos como son la textura, la dureza, rugosidad,

forma, tamaño, ect. (Klatzky, Lederman y Metzler, 1985; Klatzky, Lederman y Reed, 1987, 1989; Heller, 1989; Lederman y Klatzky, 1990; Millar, 1978, 1986). A la vez que permite procesar información no suministrada por otros sistemas perceptivos (p.e. la temperatura). Una muestra del interés por el estudio de las verdaderas capacidades del sistema del tacto es la reciente publicación de obras como "*The Psychology of Touch*" (Heller y Schiff, 1991) y la publicación de la obra de Katz (1925), "*The World of Touch*" (editado y traducido por Krueger, 1989).

En este trabajo se define lo que se entiende por percepción háptica, proceso diferente y más completo que la percepción táctil y kinestésica y se consideran las aportaciones de tres grandes pioneros en el campo: Katz, Révész y Gibson. Un aspecto de una gran importancia teórica en percepción háptica consiste en determinar el papel que desempeña la *actividad voluntaria* y el *movimiento*, de aquí que el primer objetivo de este trabajo consista en destacar las propiedades y ventajas del tacto activo. Un objetivo no menos importante consiste en poner de manifiesto la capacidad de la mano considerada como "un sistema experto", especialmente cualificado para procesar numerosas dimensiones estímulares que nos proporcionan importante información sobre el mundo. Se consideran también ciertos heurísticos, conocidos como movimientos exploratorios, destinados a la codificación efectiva de las diferentes dimensiones del material estimular presentado. La tesis defendida es que existe suficiente apoyo experimental para proponer que percepción háptica no es un tipo de percepción secundaria e inferior, subsidiaria de la percepción visual, sino que se suministra importante información sobre el mundo cuando la tarea a realizar resulta adecuada. No se trata aquí la investigación sobre sistemas de sustitución sensorial cuyo objetivo

principal ha consistido en proporcionar a los sujetos invidentes información "visual" haciendo uso de la piel y de sus receptores cutáneos como sistema receptor (Bliss, 1971; Bach y Rita, 1972).

DISTINCIONES TERMINOLOGICAS: PERCEPCION TACTIL, KINESTESICA Y HAPTICA

Tradicionalmente se ha diferenciado entre tres modos de procesar la información sobre objetos y patrones realzados aprehendida a través del sentido del tacto. Estos tres modos son: Percepción táctil, kinestésica y háptica.

La *percepción táctil* hace referencia a la información adquirida exclusivamente a través del sentido cutáneo, cuando el receptor adopta una postura estática que se mantiene a lo largo de todo el tiempo que dura el procesamiento de la estimulación.

La *percepción kinestésica* se refiere a la información proporcionada por los músculos y tendones. Ejemplos de este tipo de percepción son aquellos en los que se ha eliminado cualquier información adquirida a través del sentido cutáneo mediante anestesia, o cuando se cubre el dedo o la mano con algún tipo de material que impide que las sensaciones adquiridas a través de la piel sean captadas por el sujeto.

Finalmente, se habla de *percepción háptica* cuando ambos componentes, el táctil y el kinestésico, se combinan para proporcionar al receptor información válida acerca de los objetos del mundo. Esta es la forma habitual de percibir los objetos de nuestro entorno cuando utilizamos el sentido del tacto de una manera propositiva, esto es, de forma activa y voluntaria. Limitaremos, por tanto, la definición de percepción háptica a la percepción de la información obtenida exclusivamente a través del uso activo de manos y dedos, excluyendo toda receptividad pasiva de la estimulación

suministrada directamente en la mano del perceptor (Gibson, 1966; Katz, 1925; Loomis y Lederman, 1986).

APORTACIONES DE KATZ, REVESZ Y GIBSON AL ESTUDIO DE LA PERCEPCION HAPTICA

La obra pionera de Katz (1884-1953) sobre el tacto ha ejercido una enorme influencia en trabajos posteriores a pesar de que su trabajo más importante "*Der Aufbau der Tastwelt*" (El Mundo del Tacto) publicado en alemán en 1925 fuera poco conocido hasta la aparición de unos sumarios en inglés sobre el mismo (Krueger, 1970; 1982), y sobre todo, hasta la publicación de la obra completa en inglés (Krueger, 1989).

Katz, contemporáneo de la Gestalt, no fue un gestaltista ya que mientras los psicólogos de la Gestalt se dedicaron al estudio de la forma y la figura (macroestructura, en términos de Katz), éste se interesó principalmente por el estudio de la textura y la dureza de las superficies de los objetos (lo que Katz llama microestructura). Este fenomenólogo, en el sentido más estricto del término, afirmaba que el psicólogo debe evitar tanto el sesgo físico como el filosófico para observar los fenómenos puros de la manera en que se presentan. Su postura coincide con la de Gibson al considerar la enorme importancia que adquiere el movimiento voluntario de los dedos cuando tratan de percibir hápticamente un objeto.

Las demostraciones y experiencias de Katz fueron realizadas en la vida real y mostraron la importancia y calidad de la discriminación háptica. Aunque hoy no podemos considerar su método como verdadero método experimental (se limitó a utilizar materiales existentes y no manipuló las variables independientes, utilizó un número muy reducido de sujetos, etc.), sus observaciones son, sin embargo, muy importantes. Entre ellas, cabe destacar su trabajo sobre la

precisión del perceptor háptico cuando se trata de discriminar la textura de diferentes superficies siempre que exista un movimiento de rotación entre la mano y la superficie a explorar. El *tacto activo y propositivo* por parte del sujeto representa un canal de información de primer orden que suministra conocimiento preciso sobre la textura y dureza de las diferentes superficies.

Katz encontró que el tacto sobrepasa a la visión a la hora de juzgar el grosor del papel y en la detección de vibraciones. De sus observaciones se desprende que los dedos son más sensibles a las propiedades de la sustancia (dureza, textura) que a las propiedades de la forma (forma, tamaño). Estas observaciones han sido comprobadas experimentalmente (p.e. Millar, 1978; Klatzky, Lederman y Reed, 1987) encontrando que la textura y la dureza son atributos que resultan más salientes para el sentido háptico que para el sentido visual. A partir de estos resultados se puede concluir que cada sistema perceptivo está más preparado para la codificación de determinadas propiedades de los objetos. Mientras la visión está preparada para la codificación de la forma y el tamaño de los objetos, el sistema háptico está especializado en la codificación de propiedades de la sustancia como dureza y textura. Existe además un cierto número de propiedades que constituyen el mundo externo que difícilmente se pueden percibir a través de otro sistema perceptivo que no sea el háptico, como es el caso de propiedades como la temperatura, el peso y la dureza de los objetos (Klatzky y Lederman, 1987). Otros estudios que han comparado la visión con el tacto en la percepción de la rugosidad han encontrado que el tacto sobrepasa a la visión en la percepción de esta propiedad de la superficie de los objetos (Heller, 1989; Lederman, Thorne y Jones, 1986).

Révész (1950), realizó también importantes contribuciones en "*Psychology and*

Art of the Blind". En esta obra estudió las descripciones introspectivas del espacio táctil en las representaciones artísticas de sujetos ciegos defendiendo que el sistema háptico es independiente del visual y se rige por sus propias leyes a pesar de que parezca que se encuentra dominado por aquel en situaciones en las que ambos sentidos funcionan de manera concurrente. Este investigador observó que mientras el sistema visual actúa de manera simultánea, el háptico tiene que integrar la información que ha ido adquiriendo de manera sucesiva lo que supone una limitación importante porque para captar la misma cantidad de información se necesita un tiempo mucho mayor, con la consiguiente sobrecarga de memoria.

La posición de Révész acerca de las cualidades del sistema háptico fue compartida por Gibson (1966), quien consideró que las leyes que gobiernan los distintos tipos de percepciones son las mismas, no existiendo reglas específicas de cada modalidad sensorial. Según Gibson, todos los sistemas perceptivos deben extraer la invarianza existente en la estimulación presente en el ambiente que rodea al individuo.

El sistema háptico se ha solido considerar como un sistema de segundo nivel, siempre supeditado al sistema visual cuando el mismo objeto es percibido simultáneamente a través de ambos sentidos. El trabajo de estos tres pioneros ha influido en investigadores actuales que han comenzado a estudiar las posibilidades reales del sistema háptico. Sus observaciones y experimentos han contribuido a poner de manifiesto una serie de fenómenos importantes relacionados con las verdaderas capacidades del sistema háptico, que no son en absoluto inferiores a las del sistema visual.

Tanto Katz (1925) como Gibson (1962) han defendido la precisión y rapidez del sistema para la percepción del espacio. A través de toda la obra de Katz pueden apreciarse las importantes cualidades apre-

hendidadas a través del sentido del tacto y la enorme riqueza del estímulo háptico que puede informar al perceptor sobre objetos, superficies, temperaturas, substancias y eventos, por lo que el tacto debe ocupar un papel importante en el mundo perceptivo.

Katz y Gibson, el primero desde su posición fenomenológica, y el segundo, desde la psicología ecológica, han destacado la importancia de los invariantes de orden superior en la percepción de los objetos y su carácter global (en tiempo y en espacio), mostrando abiertamente su postura contraria al atomismo de su época. La mano es el verdadero órgano del tacto y no los receptores estudiados por los psicofisiólogos.

Katz criticó la investigación anterior por utilizar estímulos estacionarios que, según él, no eran estímulos apropiados para el sentido del tacto.

IMPORTANCIA DEL MOVIMIENTO EN LA EXPLORACION HAPTICA

Para comprender el sistema háptico es importante conocer cómo la manipulación de objetos conduce a la percepción de los mismos. El papel de la intencionalidad y del movimiento en percepción es un tema sujeto a controversia ya que mientras algunos investigadores defienden que lo importante está en la información, ya sea adquirida de modo activo o pasivo (Magee y Kennedy, 1980), la mayoría destacan la importancia del tacto activo en el procesamiento de la información háptica (Appelle, 1991; Gibson, 1962; Heller, Rogers y Perry, 1989).

El *tacto activo* se considera más como un procedimiento exploratorio que como un sentido receptivo (Gibson, 1962). Cuando tratamos de obtener información a través del sentido háptico, movemos los dedos con un propósito determinado y realizamos movimientos adecuados a la información que deseamos extraer. Este modo de proceder realza algunas características de los estímulo-

los a la vez que oscurece otras. Aunque las personas dotadas de visión perciben a través del tacto activo importantes propiedades de los objetos, esta forma de percepción es mucho más importante para los invidentes porque al carecer de visión se basan de manera preferente en el tacto para obtener información e interactuar con el medio.

A pesar de la importancia de la percepción háptica, sólo muy recientemente se ha empezado a considerar la mano y sus componentes, los dedos, como verdaderos órganos receptores. Antes sólo interesaba el estudio de la sensibilidad de la piel aplicando la estimulación de manera pasiva sobre distintas zonas de la misma al considerar los receptores cutáneos como elementos receptores más importantes. En la percepción háptica (tacto activo) se combinan la información táctil y kinestésica para proporcionar al perceptor una información más completa de los objetos de su medio siempre que mueva los dedos con un propósito determinado. Por el contrario, en *el tacto pasivo* los componentes kinestésicos están ausentes, consistiendo la percepción resultante en la pura recepción de estimulación por parte de un perceptor pasivo en una situación estática.

Un ejemplo claro de la importancia del tacto activo lo tenemos en el estudio de Gibson (1962) cuando pidió a los sujetos con los ojos tapados que reconocieran formas bidimensionales sencillas de 2,5 cms de diámetro bajo tres condiciones experimentales diferentes: (1) tacto pasivo estático (las formas se presionaron sobre la palma de la mano que permaneció estática); (2) tacto pasivo secuencial (las formas se movieron hacia un lado y otro mientras se presionaron contra la palma de la mano); y (3) tacto activo (los sujetos exploraron libremente las formas). La precisión de las tres condiciones experimentales fue de 49%, 72% y 95%, respectivamente. A la vista de estos resultados, señaló que el tacto

activo era más eficiente que el tacto pasivo. Sin embargo, la ventaja observada en la condición de tacto activo pudo deberse a la mayor agudeza de los dedos que la palma de la mano y no únicamente al movimiento (Heller, 1984; Loomis y Lederman, 1986). Los resultados de Gibson han sido replicados total o parcialmente en varias ocasiones (véase, por ejemplo, Cronin, 1977; Heller, 1980; Heller, 1984; Heller y Myer, 1983; Schwartz, Perey y Azulay, 1975). Los resultados anteriores contrastan con los obtenidos por Magee y Kennedy (1980) que apuntan a los efectos beneficiosos que pueden obtenerse cuando el profesor de ciegos guía su mano durante la exploración háptica de patrones realizados. Magee y Kennedy (1980) pidieron a los sujetos con los ojos tapados que identificaran ocho dibujos de objetos usuales consistentes en líneas realzadas (de unos 15 cms de lado) bajo dos modalidades diferentes: (1) el experimentador trazó con la yema del dedo de la mano referida del sujeto el contorno de la figura; (2) los sujetos exploraron activamente las figuras. Contra lo que cabía esperar, el primer grupo superó en precisión al segundo por lo que concluyeron que el tacto pasivo producía mejor identificación que el tacto activo. En un nuevo experimento, en una condición se mantuvo estacionario el dedo índice del sujeto mientras el patrón se movía debajo de la yema del dedo (percepción cutánea únicamente) mientras en la otra el experimentador movió pasivamente el dedo del sujeto alrededor del dibujo que carecía de líneas realzadas (percepción kinestésica). La percepción kinestésica fue mucho mejor que la cutánea, lo que parece mostrar la predominancia de la información proveniente del movimiento de la mano. Magee y Kennedy concluyeron que la *kinestesia pasiva* constituye la fuente más importante de información, atribuyendo la peor actuación del grupo que pudo controlar sus movimientos a que estos sujetos ex-

perimentaban una confusión entre la planificación y la realización del movimiento y les resultaba difícil separar en la memoria los movimientos ejecutados de los todavía no ejecutados.

Aunque en la actualidad la mayor parte de los resultados experimentales apuntan a la ventaja del tacto activo frente al pasivo, este punto merece ser objeto de una investigación en profundidad debido a la importancia que puede tener de cara a la aplicación práctica en la educación y entrenamiento de los sujetos invidentes.

LA MANO COMO SISTEMA EXPERTO: IMPORTANCIA DE LOS MOVIMIENTOS EXPLORATORIOS EN EL PROCESAMIENTO HAPTICO

De la misma manera que el ojo es el verdadero órgano de la percepción visual, la mano lo es de la percepción háptica y no los receptores cutáneos como antes se creía. Para una completa información sobre la sensibilidad cutánea a nivel del sentido del tacto, de los sentidos de la temperatura y del dolor cutáneo, veasé Sherric y Cholewiak (1986).

Las discrepancias obtenidas en estudios experimentales en los que se pide a los sujetos que identifiquen objetos representados a través de patrones de líneas realzadas y aquellos en los que los objetos a identificar son objetos reales en tres dimensiones (precisión próxima al 100% en sólo 2 segundos) han hecho que Klatzky y Lederman (1987) hayan propuesto la existencia de dos subsistemas hápticos: (1) Un *subsistema sensorial* que cuenta con receptores cutáneos, termales y kinestésicos, y (2) un *subsistema motor* cuya misión consiste en manipular activamente los objetos existentes en el mundo real. La mala actuación con dibujos de líneas realzadas que representan objetos reales cuyas características se encuentran simplificadas y reducidas a dos dimensiones lo que en la realidad son tres, se

debe a que estos estímulos sólo activan una parte del sistema sensorial mientras que cuando perciben objetos tridimensionales entra además en funcionamiento el subsistema motor, realizando todavía más el funcionamiento del sistema sensorial y consiguiendo niveles superiores de actuación (Ballesteros, Reales y Manga, en preparación). Este razonamiento les lleva a proponer que si la mano es capaz de utilizar con éxito sus capacidades motoras para facilitar sus funciones perceptivas y cognitivas, los movimientos de las manos variarán con el tipo de información que deba ser procesada hápticamente. Katz (1925) ya había observado que existían importantes relaciones entre los movimientos manuales y la extracción de ciertas propiedades de los objetos cuando señaló que la percepción de la suavidad y la rugosidad de una superficie no podía percibirse cuando la mano descansaba sobre dicha superficie sino cuando se movía sobre ella. Más recientemente, los psicólogos rusos Zinchenko y Lomov (1960), interesados en el estudio de las semejanzas existentes entre visión y tacto, han proporcionado una descripción bastante abstracta de la percepción háptica distinguido entre *micromociones*, destinadas a mantener un nivel de estimulación en los receptores, y *macromociones*, realizadas con el fin de adquirir información sobre los objetos comprendiendo movimientos de orientación del objeto y la manipulación del mismo. En el mismo sentido, Davidson y colaboradores (Davidson, 1972, 1986; Davidson y Whitson, 1974) consideran el tacto exploratorio como el mecanismo a través del cual se seleccionan los atributos de los objetos y se codifican dichos atributos en la memoria del sujeto. La observación de la forma en que los sujetos exploraban hápticamente en una tarea de percepción de la curvatura mostró que éstos utilizaban cinco estrategias de exploración diferentes (pellizcar, asir, deslizar el dedo por encima,

extender y trazar), existiendo una relación funcional entre la estrategia exploratoria de "asir" y la precisión en los juicios sobre la curvatura. Mediante esta estrategia dos o tres dedos de la mano tocaban simultáneamente dos o tres puntos de la curva centrando la atención háptica en el aspecto del estímulo que especifica el atributo relevante a percibir, a la vez que sirve de función de decodificación al permitir la aprehensión simultánea de diferentes partes del estímulo. El resto de las estrategias resultaron ser menos efectivas.

Estos movimientos exploratorios propósitosos se han denominado *procedimientos exploratorios* (PE). Los PE no son otra cosa que ciertos patrones de movimientos estereotipados consistentes en ciertas características fijas y de otras bastante consistentes. La Tabla 1, adaptada de Klatzky y Lederman (1987), muestra las relaciones entre el conocimiento acerca de los dimensiones estímulares a percibir mediante la exploración háptica y los procedimientos exploratorios (PE) realizados por el sujeto.

Los PE que se realizan para extraer información sobre la estructura de los objetos son: (1) "*Mantenimiento sin soporte*" es el utilizado para obtener información sobre el peso de un objeto y consiste en levantar el objeto con la mano estirada sin realizar ningún intento de rodear el objeto con la mano; (2) "*Encerramiento*" se utiliza para obtener información sobre la forma global o el volumen del objeto. En este procedimiento la mano contacta simultáneamente con la mayor parte posible del objeto. Paralelamente puede observarse un esfuerzo por adaptar la mano a la forma del objeto; (3) "*Seguimiento del contorno del objeto*" que se utiliza para aprehender la forma exacta del objeto y su volumen supone una actividad dinámica en todo momento, realizando un movimiento suave que no se repite. Cuando el sujeto termina de explorar un segmento del objeto, se para y cambia de

CONOCIMIENTO SOBRE EL OBJETO	PROCEDIMIENTO EXPLORATORIO
Propiedades estructurales	
Peso	Mantenimiento sin soporte
Volumen	Encerramiento, seguimiento del contorno
Forma	Encerramiento
Tamaño	Seguimiento del contorno
Propiedades de la sustancia	
Textura	Movimientos laterales
Dureza	Presión
Temperatura	Contacto estático

Tabla 1. Relaciones entre el conocimiento sobre los objetos y los Procedimientos Exploratorios. Adaptado de Klatzky y Lederman (1990)

dirección. Este movimiento no se realiza cuando se trata de explorar superficies homogéneas.

Los movimientos exploratorios relacionados con la extracción de propiedades relacionadas con la sustancia de los objetos son los siguientes: (1) "*Moción lateral*" se utiliza para la percepción de la textura de un objeto y se manifiesta mediante movimientos de roce entre la yema del dedo y la superficie del objeto. El sujeto suele rozar los dedos deprisa en ambas direcciones explorando únicamente una pequeña superficie del objeto; (2) "*Presión*" se utiliza para detectar la dureza de un objeto y se realiza aplicando una fuerza sobre un punto concreto de la superficie mientras el resto del objeto permanece estable; (3) "*Contacto estático*" se utiliza para conocer la temperatura de un objeto. En este caso, una mano reposa de manera pasiva sobre el objeto sin hacer ninguna intención de rodear o adaptar la mano al contorno del objeto.

Los PE preferidos por los sujetos durante la exploración libre son aquellos que sirven para conseguir información sobre los objetos de una manera óptima, o incluso, son necesarios, para realizar la tarea de comparación con el estímulo muestra. Lederman y Klatzky (1987) han mostrado además que la forma de proceder en la exploración háptica va del procedimiento más

general al más especializado. Por ejemplo, una forma normal de empezar la exploración háptica consiste en empezar encerrando el objeto en la mano. La información obtenida de esta manera se puede utilizar para guiar la exploración posterior. Si se ha detectado una dimensión del objeto saliente, a continuación se realiza el movimiento exploratorio más adecuado para aprehender dicha información.

En la actualidad estamos estudiando la capacidad del sistema háptico para detectar la simetría de patrones de líneas realzadas y de objetos de madera tridimensionales no familiares (Ballesteros y Reales, 1992; Ballesteros, Manga y Reales, entregado para publicación) y hemos encontrado que la sensibilidad del sistema es más que moderada (d's TDS, alrededor de 1.5) con diferentes materiales y tiempos de exploración. El resultado más significativo, sin embargo, es que la precisión del sistema es significativamente superior en la detección de patrones asimétricos (80 % correcto) que simétricos (60 % correcto) lo que contrasta con la información que tenemos sobre el sistema visual (Ballesteros y Cooper, 1992). Esperamos que la instalación en nuestro laboratorio de una videocámara y un monitor de TV nos permita una recogida minuciosa de los tipos de movimientos manuales realizados durante la percepción de esta pro-

riedad de orden superior de la forma y podamos así explicar este fenómeno.

CONCLUSIONES

La principal conclusión es que el sistema háptico es más eficiente de lo que se creía. Como sugiere Heller (1992), la ventaja que se ha solido encontrar a favor de la visión cuando se han comparado ambos sistemas puede deberse, en parte, a que las condiciones en las que se ha puesto a prueba el sistema háptico no han sido las óptimas mientras que cuando se prueba la percepción visual se intenta hacerlo en las condiciones más ventajosas de funcionamiento del sistema. La desventaja atribuida al sistema háptico (Cashdan, 1968; Lobb, 1965; Worchel, 1951; etc) puede deberse a que se le ha puesto a prueba utilizando estímulos empobrecidos, no representativos desde el punto de vista ecológico, o no se han tenido en cuenta las características propias de este sistema (aprehensión de la información secuencial, limitaciones de la memoria, capacidad del canal háptico, etc.). Debido a la capacidad del sistema háptico para aprehender un gran número de atributos de los objetos hace necesario considerarle como un sistema independiente del sistema visual. Heller (1992) pide cautela al interpretar los estudios que utilizan distintas modalidades perceptivas (sobre todo visión y tacto) porque es injusto comparar los resultados encontrados bajo condiciones óptimas de visión con condiciones inadecuadas para el tacto.

Klatzky y Lederman (1987) y Lederman y Klatzky (1987) han defendido un modelo de procesamiento háptico directo, no mediado por la imagen visual que es sumamente sugerente. El modelo asume que

el sistema háptico posee sus propios canales de codificación y sus procesos. Este sistema es multidimensional y puede computar diferentes atributos relacionados con la sustancia del objeto, su estructura y su función.

Es deseable que aumente el número de estudios sobre las capacidades reales del sistema háptico por la importancia que tiene esta forma de procesar y almacenar la información para personas con visión normal, pero sobre todo para los invidentes. En la actualidad, temas tales como el estudio de las condiciones óptimas para el sentido del tacto, la forma y características de la representación de los objetos percibidos a través del tacto, y la búsqueda de posibles disociaciones entre los procesos implicados en la memoria háptica, son todos ellos temas de interés por las posibilidades de aplicación.

Un proyecto de investigación actualmente en marcha (Ballesteros, 1991; Ballesteros y Reales, 1992; Ballesteros, Reales y Manga, en preparación) tiene como objetivo principal el estudio experimental de los procesos y representaciones mentales que subyacen a la codificación háptica de patrones de líneas realzadas y objetos tridimensionales familiares y no familiares y la posible disociación entre dos tipos de memoria bien documentados en la actualidad en el campo visual: la memoria implícita y la memoria explícita (Ballesteros y Cooper, 1992; Cooper, Schacter, Ballesteros y Moore, 1990; 1992).

Agradecimientos:

Este trabajo se ha realizado gracias a la subvención concedida por la CAICYT, Proyecto PB90-0003. Agradecemos también la dotación de infraestructura de investigación concedida por el Vicerrectorado de Investigación de la UNED (1991).

REFERENCIAS

- Appelle, S. (1991). Haptic perception of form. En M. E. Heller y S. Schiff (eds.), *The psychology of touch* (pp. 169-188). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bach y Rita, P. (1972). *Brain mechanisms in sensory substitution*. New York: Academic Press.
- Ballesteros, S. (1980). *El esquema corporal. Función básica del cuerpo en el desarrollo psicomotor y educativo*. Madrid: TEA Ediciones.
- Ballesteros, S. (November, 1991). *Haptic perception and forms of memory for tridimensional objects and bidimensional patterns: A project*. Paper presented at the annual meeting of the Tactile Research Group, San Francisco, California.
- Ballesteros, S., y Cooper, L. A. (July, 1992). *Perceptual priming for two dimensional patterns following visual presentation*. Paper presented at the XXV International Congress of Psychology, Brussels, Belgium.
- Ballesteros, S. y Reales, J. M. (November, 1992). *The perception of symmetric and asymmetric patterns by touch and vision*. Paper presented at the 33rd annual meeting of the Psychonomic Society, St. Louis, Missouri.
- Ballesteros, S., Manga, D., y Reales, J. M. (submitted). The haptic perception of symmetry in 2D raised patterns.
- Ballesteros, S., Reales, J. M., y Manga, D. (in preparation). The perception of symmetry in 3D objects.
- Bliss, J. C. (1971). A reading machine with tactile display. En T. D. Sterling, et al., (eds.), *Visual Prosthesis: The interdisciplinary dialogue*, (pp. 259-263). New York: Academic Press.
- Cashdan, S. (1968). Visual and haptic form discrimination under conditions of successive stimulation. *Journal of Experimental Psychology Monograph*, 76, (2, Pt. 1).
- Cooper, L. A., Schacter, D. L., Ballesteros, S., y Moore, C. (November, 1990). *Priming of structural representations of threedimensional objects*. Paper presented at the 31st Annual Meeting of the Psychonomic Society, New Orleans, Louisiana.
- Cooper, L. A., Schacter, D. L., Ballesteros, S. y Moore, C. (1992). Priming and recognition of transformed threedimensional objects: Effects of size and reflection. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 43-57.
- Cronin, V. (1977). Active and passive touch at four age levels. *Developmental Psychology*, 13, 253-256.
- Davidson, P. W. (1972). Haptic judgments of curvature by blind and sighted humans. *Journal of Experimental Psychology*, 39, 43-55.
- Davidson, P. W. (1986). Haptic perceptual consequences of blindness and visual impairment. *Advances in Developmental and Behavioral Pediatrics*, 7, 345-376.
- Davidson, P. W., y Whitson, T. T. (1974). Haptic equivalence matching of curvature by blind and sighted humans. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 687-690.
- Gibson, J. J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69(6), 477-491.
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Heller, M. A. (1980). Reproduction of tactually perceived forms. *Perceptual y Motor Skills*, 50, 943-946.
- Heller, M. A. (1984). Active and passive touch: the influence of exploration time on form recognition. *The Journal of General Psychology*, 110, 243-249.
- Heller, M. A. (1989). Tactile memory in sighted and blind observers: the influence of orientation and rate of presentation. *Perception*, 18, 121-133.
- Heller, M. A. (1991). Introduction. En M. A. Heller y W. Schiff (eds.), *The psychology of touch* (pp. 119). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Heller, M. A. (1992). The effect of orientation on tactual braille recognition: Optimal touching positions. *Perception y Psychophysics*, 51, 549-556.

- Heller, M. A., y Myers, D. S. (1983). Active and passive tactual recognition of form. *Journal of General Psychology*, 108, 225-229.
- Heller, M. A., Rogers, G. J., y Perry, C. L. (1990). Tactile pattern recognition with the Optacon: Superior performance with active touch and the left hand. *Neuropsychologia*, 28, 1003-1006.
- Heller, M. A., y Schiff, W. (eds.) (1991). *The psychology of touch*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Katz, D. (1925). *Der Aufbau der Tastwelt*. Leipzig: Barth. Traducido al inglés por L. E. Krueger (1989), *The world of touch*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Klatzky, R. L. y Lederman, S. J. (1987). The intelligent hand. En G. H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 21). San Diego: Academic Press.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J. y Metzger, V. A. (1985). Identifying objects by touch: An "expert system". *Perception y Psychophysics*, 37, 299-302.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J. y Reed, C. (1987). There's more to touch than meets the eye: the salience of object attributes for haptics with and without vision. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116(4), 356-369.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J. y Reed, C. (1989). Haptic integration of objects properties Texture, hardness, and planar contour. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 45-77.
- Krueger, L. E. (1970). David Katz's *Der Aufbau der Taskwelt*: A synopsis. *Perception y Psychophysics*, 7, 337-341.
- Krueger, L. E. (1982). Tactual perception in historical perspective: David Katz's world of touch. En W. Schiff y E. Foulke (eds.), *Tactual perception: A sourcebook*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Krueger, L. E. (1989). Editor's introduction. En L. E. Krueger (ed. y trad.), D. Katz *The world of touch* (pp. 121). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, S. J. y Klatzky, R. L. (1987). Hand movement: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-368.
- Lederman, S. J. y Klatzky, R. L. (1990). Haptic exploration and object representation. In M.E. Goodale (ed.), *Vision y Action: The control of grasping* (pp. 98-109). Ablex: New Jersey.
- Lederman, S. J., Thorne, G., y Jones, B. (1986). Multidimensionality and intersensory integration. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 169-180.
- Lobb, H. (1965). Vision versus touch in form discrimination. *Canadian Journal of Psychology*, 19, 175-187.
- Loomis, J. M. y Lederman, S. J. (1986). Tactual Perception. In K. Boff, L. Kaufman y J. Thomas (eds.), *Handbook of perception and human performance*: Vol. 2. (pp. 31-1/31-41). New York: Wiley.
- Magee, L. E. y Kennedy, J. M. (1980). Exploring pictures tactually. *Nature*, 283, 287-288.
- Millar, S. (1978). Aspects of memory for information from touch and movement. En G. E. Gordon (ed.), *Active touch*, (pp. 215-227). Oxford: Pergamon Press.
- Millar, S. (1986). Aspects of size, shape and texture in touch: Redundancy and interference in children's discrimination of raised dot patterns. *Journal of Child Psychology y Psychiatry*, 27, 367-381.
- Révész, G. (1950). *Psychology and art of the blind*. London: Longmans, Green.
- Schwartz, A. S., Perey, A. L., y Azulay, A. (1975). Further analysis of active touch in pattern discrimination. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 6, 79.
- Sherrick, C. E., y Cholewiak, C. E. (1986). Cutaneous sensitivity. En K. Bolf, L. Kaufman, y J. Thomas (eds.), *Handbook of perception and human performance*, Vol. 1, (pp. 12-1/12-58). New York: Wiley.
- Worchtel, P. (1951). Space perception and orientation in the blind. *Psychological Monograph*, 65, nº 15.
- Zinchenko, V. P., y Lomov, B. F. (1960). The functions of hand and eye movements in the process of perception. *Problems of Psychology*, 1, 12-26.