CAPÍTULO 6. SISTEMA SENSOPERCEPTIVO

Objetivos

1. Conocer el sistema sensorial y sus principales implicaciones en el desarrollo global del niño.
2. Determinar los contenidos diferenciales entre el desarrollo del niño ciego y del niño vidente.
3. Indicar, en las diferentes áreas evolutivas, las limitaciones senso-perceptivas derivadas de la ceguera.
4. Identificar las competencias sensoriales propioceptivas, táctiles y auditivas del niño con grave deficiencia visual

Índice

Capítulo 6. Sistema sensoperceptivo
Introducción
6. 1. Sistema sensoperceptivo y desarrollo
6.2. Desarrollo sensorial y sistema visual
6.3. Desarrollo sensorial e integración motora
6.4. Desarrollo sensorial y cognitivo
6.5. Desarrollo sensorial y comunicación
6.6. Desarrollo sensorial y aprendizaje
6.7. Repercusiones generales del déficit sensorial
6.8. Potenciales perceptivos del niño ciego
6.8.1. Percepción cinestésica-táctil
6.8.2. Percepción auditiva
6.8.3. Percepción olfativa y gustativa
6.9. Bibliografía
6.10. Glosario

Introducción

A fin de comprender las capacidades y limitaciones sensorio-perceptivas de los niños y jóvenes con minusvalía visual, es imprescindible abordar someramente el proceso por el cual todos los niños experimentan e interactúan con el mundo. Dicho proceso, conocido como "crecimiento y desarrollo" es simultáneamente similar en todos los niños y a la vez, único para cada niño. Es similar, en tanto existen estadios identificables por los que pasan todos los niños; y es único porque el ritmo de progresión difiere para cada uno de ellos.

Este principio es aplicable a los niños con deficiencia visual, cuyo crecimiento y desarrollo suele ser más parecido que diferente respecto al de los niños videntes, si bien es cierto que la limitación visual impone diferencias interindividuales tan significativas que dificulta la homogeneización.

En cualquier caso se puede afirmar que las personas con graves afectaciones visuales comparten una peculiaridad física que tiene relevantes efectos sobre su comportamiento, sobre su forma de adaptarse al ambiente y sobre su manera de crecer y desarrollarse en el mundo.

Las variaciones, por tanto, se deberán atribuir generalmente a la influencia directa o indirecta del déficit visual. Varios autores coinciden en señalar tres limitaciones básicas directamente relacionadas con la ceguera: Lowenfeld (1975) sugiere que la ceguera restringe el desarrollo, limitando la gama y variedad de

experiencias. Para algunos autores, el niño ciego comprende su mundo más tarde y de forma diferente que el niño con un equipo sensorial completo. Argumentan que las experiencias y las relaciones con el entorno están más restringidas, y por lo tanto el control del mundo que le rodea está más limitado.

El presente capítulo pretende, tomando como punto de partida la importancia que todo el sistema sensoperceptivo tiene en el proceso de desarrollo, explicar cómo se realiza este proceso en los niños que carecen del recurso perceptivo prioritario para los humanos, la vista.

Este tema está extraído del capítulo VI "Desarrollo cognitivo y deficiencia visual" de Delgado, A.; Gutiérrez, M. y Toro, S., y del capítulo VIII "Aprendizaje y deficiencia visual" de Delgado, A.; Gutiérrez, M. y Toro, S., del libro "Deficiencia visual: aspectos psicoevolutivos y educativos" cuyo coordinador es Bautista, R. (1994), de Ediciones Aljibe. Asimismo, del capítulo II titulado " psicológico del niño ciego. Aspectos generales", cuyo autor es Nuñez, A., que se encuentra en el libro "Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual" de Checa, F; Marcos, M; Martín, P; Nuñez, A. y Vallés Arándiga (1999), de la colección Manuales editado por la ONCE.

6. 1. Sistema sensoperceptivo y desarrollo

Ya desde los primeros instantes de vida, el recién nacido tiene la capacidad de convertirse en un ser humano receptivo, participativo e interactivo que puede gozar de una relación recíprocamente satisfactoria con su medio ambiente inmediato y, en último término, de una participación que le realice como persona en un mundo de constante ampliación.

Un notable grupo de investigadores indica que incluso los bebés de pocos días de edad disponen de sofisticadas capacidades: pueden seguir con sus ojos un objeto en movimiento, girar la cabeza hacia la fuente de sonido, soportar su propio cuerpo y seleccionar entre distintos estímulos (Brazelton, 1973); sacar la lengua en imitación (Friedrich, 1983); responder selectivamente a los gustos dulces y salados (Crook, 1978; Friedrich, 1983; Hart, 1980; Pick, 1961) y distinguir el olor del pecho de su madre frente al de otras mujeres (Macfarlane, 1975). Aunque hasta épocas recientes se pensó que los bebés tenían una visión borrosa, en la actualidad hay autores que creen que los niños de seis meses tienen la misma agudeza visual que los adultos (Cohen, Strauss, 1979) y demuestran ser capaces de una transferencia transmodal o capacidad de incorporar información obtenida mediante una modalidad sensorial y utilizarla en otra modalidad diferente (Rose, 1981).

Su sistema nervioso central está constituido de modo tal que manifiesta constantemente una "sed" de estimulación, a través de los órganos sensoriales, a fin de establecer el contacto entre su cuerpo y el ambiente externo.

La mayoría de los sistemas sensoriales están constituidos por el órgano sensorial, las células receptoras, (en, o cerca del órgano sensorial), y los nervios transmisores que, a su vez, conectan con el cuerpo celular neuronal en el córtex.

Las estimulaciones visuales y auditivas son específicas y directas y se reciben en áreas identificadas del cerebro. El sentido háptico táctil proporciona una información menos directa debido a que en las percepciones de este sistema participa el tacto, la temperatura, la textura y los movimientos musculares internos. Algo similar ocurre en los sistemas sensoriales olfativo y gustativo, pues aceptan la estimulación de muchas fuentes y no disponen de un nervio sensorial directo que permita separarlos o definirlos específicamente (McBurney y Collins, 1977).

Las experiencias con la vista, el sonido, el tacto, el sabor y el olor que rodean a todo bebé, estimulan sus sentidos. Desde éstos, los mensajes son enviados por los nervios sensoriales hasta el cerebro, donde reciben un significado. Se inicia así el proceso perceptivo en cuya fase final todas las percepciones sensoriales comienzan a agruparse, son asimiladas y acomodadas al repertorio de conocimiento y de acción, son procesadas en patrones que pueden recordarse, y posteriormente son aplicadas a nuevas situaciones.

A partir de este momento, el aprendizaje de cada niño adopta un estilo emergente.

Las teorías sensoriomotoras de Piaget (Piaget e Inhelder, 1969) ilustran la importancia de la visión para el bebé en desarrollo. La visión motiva, guía y verifica las interacciones del bebé con el ambiente, actuando de este modo como un estímulo para desarrollar patrones motores, y posteriormente, formar relaciones cognitivas.

A medida que avanzan las investigaciones se hace más evidente la naturaleza compleja e interdependiente de los procesos sensoriales, motores y cognitivos del bebé y los riesgos más notorios para el niño con limitaciones visuales graves.

6.2. Desarrollo sensorial y sistema visual

Mediante el uso del sistema visual se obtiene, en un período de tiempo más breve, una cantidad de información mayor que mediante ningún otro órgano sensorial aislado.

La visión recibe el nombre de canal sensorial primario porque:

- extiende al ser humano más allá de su propio cuerpo;
- es la mediadora de otras impresiones sensoriales;
- actúa como un estabilizador entre la persona y el mundo externo.

Según Haith y Campos (1977), el cerebro guía al ojo, y este hecho parece inferirse del estudio de los patrones de fijación visual de los bebés y los niños pequeños.

El aprendizaje comienza cuando el bebé busca una entrada visual, escogiendo cuándo y a qué mirar. Los estudios de los autores anteriormente citados revelan que los bebés realizan el proceso siguiente:

1. Abren los ojos si se encuentran despiertos y en estado de alerta.
2. Mantienen una búsqueda vigilante intensa, incluso aunque no haya luz.
3. Continúan buscando incluso cuando encuentran alguna luz, pero ningún borde.
4. Cuando localizan un contorno, exploran repetidamente a lo largo de él en ambos sentidos.
5. Mantienen un estrecho abanico de exploración si el contorno localizado está cerca de otros contornos.
6. Mantienen un abanico más amplio de exploración si la densidad de patrones es baja.

La finalidad de estos comportamientos visuales consiste en mantener los disparos celulares en el córtex visual al máximo nivel e incrementar continuamente la tasa de disparo.

La búsqueda y la exploración visual activa son necesarias para mantener la estimulación cortical, hasta tal punto que Friedman (1972) y Fantz (1974) en estudios sobre atención selectiva y habituación a ciertos estímulos en bebés, concluyeron que los

bebés atienden a los estímulos visuales mientras les transmiten alguna información y dejan de mirar a ellos cuando ya no hay información nueva que puedan obtener.

Ya entre los cinco y seis meses de edad, el desarrollo visual estimula la respuesta del sistema motor (el bebé alcanza o se mueve hacia algo que ve). Entre los seis y los siete meses, estimula la respuesta del sistema perceptivo (formación de imágenes y constancia del objeto). Alrededor del primer año de vida, estimula la respuesta del sistema cognitivo, cuando la conducta de emparejamiento e imitación indican la existencia de una memoria visual de entrada (Barraga, 1983).

Esta secuencia progresiva constituye una prueba adicional de la relación integral entre los sistemas motor, perceptivo y cognitivo, pues ha de considerarse que la percepción visual implica:

- Examinar un objeto;
- Distinguir los rasgos esenciales;
- Comprender la relación entre los elementos;
- Integrar la información de un todo significado.

Evidentemente es necesario que el ojo se encuentre estructural y funcionalmente intacto para que se pueda realizar adecuadamente la percepción. La cantidad y calidad de la luz que reciba estimulará las células retinales que generan la energía fotoeléctrica que va a transmitirse al cerebro a través del nervio óptico. El nervio óptico se convierte así en el vínculo que conecta el cerebro y el sistema perceptivo visual en todo proceso cognitivo.

Si bien es cierto que puede tener lugar un cierto desarrollo de la capacidad perceptivo-visual mientras siga entrando luz en el ojo (Barraga, 1965) también es cierto que la naturaleza y severidad de la patología ocular, en el caso de los deficientes visuales, puede impedir la formación de una imagen con significado pues la información visual proporcionada al cerebro es borrosa y distorsionada; esta escasa claridad imposibilita a la visión su papel mediador entre los otros sentidos sobre todo el oído y el olfato. Igualmente, debido a que la mayor parte de las deficiencias visuales limitan notablemente la distancia a la que una persona puede ver los objetos se produce una reducción en la adquisición espontánea del conocimiento visual del mundo.

6.3. Desarrollo sensorial e integración motora

Se podría establecer una comparación diciendo que si bien la estimulación y la interpretación sensoriales, constituyen el alimento que permite al cerebro crecer y desarrollarse, la digestión de este alimento se logra mediante la integración motora de la información sensorial.

La integración motora tiene lugar cuando el niño emplea el sistema motor para responder a la estimulación sensorial.

En el recién nacido existen innumerables movimientos rítmicos involuntarios (reflejos) que contribuyen al desarrollo de patrones motores cuando el niño los llega a controlar con objeto de alcanzar lo que ve o de tocar lo que oye. La unión de todas estas percepciones, en relación con movimientos propositivos destinados a la obtención de una meta deseada, constituye lo que Piaget (1973) ha denominado internalización.

El movimiento permite al cuerpo recibir estimulación táctil, descubrir los lugares vacíos y tomar contacto con las personas y con los objetos. Ayuda al bebé a definir las capacidades y limitaciones del cuerpo en relación con el espacio, a comenzar a sentir la posición de las partes del cuerpo y a percibir la potencia muscular necesaria para

realizar ciertos movimientos. La visión es el soporte habitual de esta actividad motriz informando sobre las posibilidades de eficacia, seguridad y autonomía del movimiento.

Una vasta gama de experiencias se hace accesible al niño por el simple hecho de abrir los ojos, mover la cabeza y fijarse en los objetos de su entorno inmediato. Aún adoptando una posición pasiva, el entorno constituye un estimulador activo que favorece el aprendizaje incidental.

Conforme aprende a integrar sus movimientos, su mirada puede observar y corregir sus posturas y le sirve de estímulo para alcanzar, dirigirse o coger lo que ve. Su gateo y su deambulación, están en gran medida, determinados por su deseo de poseer lo que encuentra a cierta distancia de él.

El niño se halla inmerso en un universo relacional, y estas relaciones con los demás están estrechamente ligadas a su actividad motriz y sensoriomotriz. Poco a poco, gracias al movimiento, va adquiriendo una experiencia de cuanto le rodea, al tiempo que desarrolla comportamientos que suponen una relación inteligente con el entorno. Esta actividad le permite conocer el mundo de las personas y de las cosas, en definitiva de todo aquello que configura su pequeño universo y le ayuda a diferenciarse y, progresivamente a adaptarse e integrarse (Leonhardt, 1992).

6.4. Desarrollo sensorial y cognitivo

Bower (1977-79) considera que, en el momento del nacimiento, los sentidos están coordinados, pero no diferenciados. Este autor defiende una "unidad primitiva" de los sentidos que ya en las primeras semanas de vida iniciará su proceso de diferenciación al hacerse cada vez más sensible a las distintas modalidades sensoriales con las que está recibiendo una estimulación específica.

Desde esta perspectiva, en los primeros meses de vida, el ambiente es un determinante crítico de la conciencia y el uso sensorial, influyendo así en la elección de las preferencias sensoriales en un momento muy temprano de la vida. Por ejemplo, si el ambiente sensorial es rico en estimulación visual y contraste, pero carece virtualmente de estimulación sonora, el sistema auditivo se usará menos y, posteriormente, el niño puede mostrar una sensibilidad menor a sonidos útiles y con significado. Por otra parte, en un ambiente en el que haya un ruido constante y en el que las condiciones de iluminación, exploración, tacto y movimiento del bebé estén estabilizadas, habrá pocas posibilidades de diferenciación de los sentidos.

Los patrones de recepción sensorial que establece el bebé y el niño pequeño se van a convertir en una parte fundamental de su estilo de aprendizaje y de su desarrollo perceptivo-cognitivo en los primeros años.

El desarrollo perceptivo-cognitivo parece seguir un patrón más estable cuando el niño emplea, en los años previos a su escolarización, el equipamiento sensorial completo.

El uso de todos los sistemas sensoriales en su capacidad óptima ayuda a alcanzar el potencial máximo de desarrollo conceptual, pero en el proceso de formación de conceptos la visión es el sentido prioritario por excelencia, como fuente de estimulación y de integración de las otras informaciones sensoriales.

Algunos autores (Gessel, Getman y Kane, 1964) mantienen que el ser humano es la criatura viviente más orientada hacia la visión que existe y que aproximadamente el 80% de la información que recibe para su maduración neuropsicológica tiene lugar a través del canal visual.

6.5. Desarrollo sensorial y comunicación

Si aceptamos el término comunicación en su sentido más amplio, es decir, como aquellas conductas realizadas intencionalmente para afectar el comportamiento del otro con el fin de que reciba información y actúe en consecuencia, entenderemos claramente que todo neonato viene al mundo dotado de un equipamiento instrumental dispuesto a interactuar desde los primeros días de su vida. Además se encuentra con un personaje fundamental para él. su madre, que se ha preparado emocionalmente para recibirle.

La potencial interacción entre ellos va a depender de ambos participantes, madre e hijo, de sus dotaciones específicas y de la modulación y conjugación de ambas.

Aunque muchos de los comportamientos del bebé se consideran filogenéticamente inscritos, se van a convertir en señales comunicativas para la madre. Tal y como describe Levovici (1960), la mirada, el contacto con la piel, las posturas, etc., sirven para la comunicación de afecto. El lactante percibe los caracteres prosódicos del discurso de la madre, su intensidad sonora, la modulación de esa intensidad cuando habla, su ritmo, su timbre. Otros mensajes llegan al bebé por las mismas posturas y modos de cogerlo en brazos, por el tono muscular de la madre, por los cambios de posición, siendo él, un auténtico participante en la comunicación.

Pero en el caso del bebé no siempre es fácil determinar si la conducta es intencional. Podrían diferenciarse, en este sentido, dos tipos de intenciones: una intención intrínseca, propia del niño y una intención extrínseca, que es el adulto quien la atribuye.

La importancia de las atribuciones de intención comunicativa por parte del adulto al bebé, es esencial para que la interacción continúe y el niño acceda al significado del mundo exterior y de su propio mundo.

Los bebés reaccionan específicamente ante ciertos patrones, tanto visuales (especialmente los que configuran las expresiones faciales), como auditivos (los sonidos que forman parte de la voz humana). Ante estas conductas diferenciadas, la madre es extremadamente sensible y se acomoda constantemente al niño.

La preferencia progresiva que el lactante muestra ante ciertos estímulos y la inicial y sucesiva intencionalidad que la madre le empieza a conferir provocan el hecho de que desde muy pronto (dos meses) se produzcan las <<protoconversaciones>>, diálogos muy primarios caracterizados por contacto ocular, sonrisas mutuas, gorgeos y alternancia de diversas expresiones.

A medida que se van especificando las conductas sociales, la interacción va haciéndose más compleja. Así, de los cuatro a los ocho meses aparecen unas rutinas lúdicas, que Bruner denomina «formatos», constituidas por contextos estables que permiten al niño reconocer la estructura de la interacción y llegar a anticiparse en ocasiones al adulto. El adulto realiza un papel de «andamiaje» regulando externamente los progresos del niño a fin de que vaya adquiriendo mayores niveles de competencia.

A través de estos "formatos" ritualizados el niño inicia el aprendizaje de las reglas de la comunicación: alternancia de roles, predictividad en la secuencia, observación de los efectos comunicativos, relaciones entre las conductas de sus interlocutores, etc.

A partir de los ocho meses, el bebé ya da muestras claras de conducta intencional. Comprende que el adulto es un agente y que puede poner en marcha medios para conseguir ciertos fines.

Hacia los nueve meses aparece una nueva forma de comunicación: los gestos deícticos. El niño señala o muestra lo que ve, oye o toca y entrega lo que tiene a su alcance; está transmitiendo sus deseos al adulto para que puedan cumplirse con su mediación. Así, ante la imposibilidad de alcanzar algo, mirará al adulto y al objeto alternativamente, señalando hacia el mismo y generalmente vocalizando al mismo tiempo.

Estas expresiones fueron designadas por Bates (1979) como <<protoimperativos, constituyendo los preludios de la función reguladora del lenguaje.

Ya a los doce meses, el niño percibe al adulto como interlocutor. Deja de ser un "instrumento" a utilizar y se convierte en alguien interesante en sí mismo, con el que se puede y se desea compartir información.

Es la conducta "protodeclarativa", que siguiendo a Bates, se perfila como el preludio de la función informativa, declarativa o representativa del lenguaje.

Todo el amplio bagaje sensorial se ha ido poniendo en juego en el desarrollo de la comunicación preverbal. En ella se establecen las bases de las funciones lingüísticas posteriores, pero tanto en su inicio como en su posterior afianzamiento y en su pleno desarrollo. La mirada y la visión desempeñan papeles primordiales.

6.6. Desarrollo sensorial y aprendizaje.

En la mayoría de los niños, el proceso de aprendizaje es tan automático y tan espontáneo que se dedica poca atención a todos los factores implicados y, en especial, a la importancia del sistema sensorial y su relación con el cerebro.

La combinación de unidades fragmentarias de estimulación sensorial en percepciones con significado y luego en conceptos estables genera un conocimiento funcional para pensar y comunicar ideas abstractas.

Algunos autores han defendido que la coordinación y la unidad de los sentidos es innata (Bower, 1979); pero otros defienden que el factor responsable de la coordinación de los sentidos es la experiencia (Buschnell, 1981). Ambas posturas parecen excluyentes, pero la realidad parece demostrar que ambos procesos deben producirse para que la propia comprensión de la realidad sea igual a la realidad.

Bushnell (1981) considera los sentidos como instrumentos activos que buscan y exploran, proporcionando un conocimiento operativo todavía no consciente. Sin embargo, las conductas intersensoriales parecen estar apoyadas por algún tipo de conciencia conceptual. Cuando los bebés examinan los juguetes, descubren correlaciones entre el tamaño visual y táctil, la forma visual y la forma táctil y pueden integrar los rasgos perceptivos de la visión y el tacto al mirar y al agarrar.

En esta línea, Butterworth (1981) defiende que la información visual y la auditiva se asocian entre sí a través de sus vínculos comunes con los sistemas cinestésico y táctil.

Por su parte, Millar (1981) ha llegado también a la conclusión de que las modalidades sensoriales no son ni unitarias ni independientes, sino complementarias y convergentes.

Las capacidades transmodales o supramodales parecen desarrollarse en los niños durante los primeros años de vida, pero en la actualidad no se disponen de datos rigurosos que permitan definir secuencias de desarrollo. Una vez que se completa este conocimiento transmodal se produciría la integración y diferenciación sensorial.

La ontogenia de las actividades posteriores de clasificación, codificación y organización de las percepciones es una tarea mental compleja, incluso cuando todos los sistemas sensoriales están intactos y actúan con la máxima eficacia. Pero además, cada niño aprende a realizar este proceso de forma diferente, según una modalidad única, que más adelante le va a caracterizar y que Piaget (1973) denomina "estilo de aprendizaje".

Algunos teóricos (Furth, 1969; Keogh, 1973) han afirmado que el estilo de aprendizaje del niño ya se ha establecido a los tres años de edad y que, después, es difícil cambiarlo, si bien, hasta que la persona alcanza la edad adulta, es posible introducir algunas modificaciones mediante una enseñanza consistente y ordenada de distintos estilos.

Según los citados autores, se puede decir que "lo que el niño recibe a través de sus sentidos, interpreta en el cerebro, internaliza en el sistema nervioso central y sobre lo que actúa mediante su sistema motor, se convierte para él en el modelo de todo su mundo".

El proceso de aprendizaje supone una secuenciación progresiva de distintos niveles sensoperceptivos (Ayres, 1981).

El primer nivel está constituido por las sensaciones o energías de diversa índole que estimulan o activan las células nerviosas, que implican a los órganos sensoriales y al sistema nervioso periférico, pero que no se reciben todavía ni se interpretan como dotadas de un significado.

El que a través de las sensaciones se transmita o no información, va a depender de:

- la receptividad de los canales transmisores;
- la eficacia de los centros receptivos en el cerebro;
- los vínculos o vías de asociación entre los distintos canales sensoriales;
- la capacidad de los centros de codificación y procesamiento para dar una interpretación con significado.

En un segundo nivel se sitúa la discriminación, que supone que el bebé o niño se haga consciente de las diferencias o afinidades entre distintas experiencias con la visión, el sonido, el olfato, el gusto o el tacto.

En el bebé, que sólo atiende inicialmente a una porción muy pequeña de los rasgos sensoriales disponibles en un momento dado, las discriminaciones son muy toscas, pero se van refinando cada vez más, cuando comienza a atender al mismo tiempo a un mayor número de rasgos y a diferencias más sutiles.

En el tercer nivel está el reconocimiento, que tiene lugar cuando, lo que está viendo, tocando, saboreando u oliendo, le resulta familiar al niño porque ha sido experimentado ya anteriormente.

Es obvio que en esta fase se están almacenando y evocando los recuerdos (patrones mnésicos) de ciertas sensaciones y discriminaciones, lo que constituye una de las primeras pruebas de que ya ha tenido lugar el aprendizaje.

Finalmente, en el último lugar, se sitúa la percepción, que implica (tras un proceso de mediación e integración de sensaciones, discriminaciones y reconocimientos), la diferenciación y especificación de la entrada sensorial en información codificada y utilizable.

La calidad perceptiva evoluciona según avanza el aprendizaje y tiene lugar una elaboración constante de lo percibido.

Se puede concluir afirmando que en los primeros meses de vida los sistemas sensoriales y perceptivos no están diferenciados y sólo comienzan a registrar aspectos específicos de modalidad cuando comienzan a formarse las percepciones. Es entonces cuando el niño tiene la capacidad de buscar, captar y seleccionar la estimulación de un sentido específico, con exclusión de otras estimulaciones sensoriales.

Así el aprendizaje sensorial está determinado por su propio proceso madurativo, pero también y en gran medida por las experiencias, estimulaciones e intereses disponibles en el mundo propio de cada niño.

6.7. Repercusiones generales del déficit sensorial

Telford y Sawrey (1977) estiman que un 85% de las experiencias educativas que tienen lugar en un aula típica son de naturaleza visual. Estas afirmaciones acerca de la importancia de la visión para el aprendizaje son interesantes aunque cuestionables, pues tales porcentajes no se basan en investigaciones sistemáticas o en datos apropiados. No obstante, la importancia de la visión en la mayoría de los aprendizajes es algo que está fuera de duda.

La visión permite recoger entradas sensoriales directas y a distancia; permite abarcar la imagen total de un objeto y procesar la información recogida de forma rápida y holística e incluso hay experiencias, como la del color o la trayectoria de un objeto en movimiento, que sólo pueden adquirirse mediante ella.

Scott (1969) ha señalado la aparición de diferencias en el desarrollo del niño vidente y del niño con dificultades de visión. Refiere cómo el vidente se hace pronto consciente de su medio, se siente atraído por él y comienza a tener rápidamente experiencias sensoriales directas con su entorno, mientras que el niño con dificultades visuales percibe el ambiente como fragmentos sensoriales limitados que no tienen para él ni el mismo valor ni la misma función estimuladora que para el niño visualmente normal.

Warren (1977) afirma que el desarrollo del bebé vidente y el del bebé con déficit visual empieza a diferenciarse cuando el primero comienza a tender la mano hacia objetos externos.

Fraiberg, Smith y Andelson (1966), en investigaciones con bebés ciegos, concluyeron que el sonido no sustituye eficazmente a la vista en la tarea de estimular al niño ciego a tender la mano hacia los objetos.

Cratty (1978) asegura que los receptores espaciales de los niños ciegos no son eficientes y deben sustituirlos por la audición, el tacto y la propiocepción, con el fin de llegar a adquirir percepciones y conceptos de relevancia crítica.

Mientras que los ojos son estimulados por el mero hecho de estar abiertos, las manos como órgano táctil, tienen que ser estimuladas y activadas intencionalmente; además, su campo de acción se restringe al espacio comprendido entre los brazos y la punta de los dedos. El conocimiento inmediato del medio queda así reducido, para el niño ciego, a lo que pueda tener al alcance de sus manos.

Por otra parte, las experiencias táctiles tienen las limitaciones derivadas de la necesidad del contacto directo con el objeto para que se produzca la percepción. Muchos objetos son por sí mismos inaccesibles al tacto (sol, astros, nubes); otros son

demasiado grandes (montañas, edificios, etc.) o demasiado pequeños y frágiles (hormigas, pompas de jabón) por lo que su conocimiento es imposible a través de una vía directa; en algunas ocasiones el objeto sólo posee unas partes accesibles al tacto, mientras que otras partes permanecen inalcanzables (árboles, animales muy grandes) lo que provoca, a veces, que las personas ciegas adquieran sólo un conocimiento parcial de los objetos.

Si la visión permite una recepción sensorial inmediata y global, la percepción táctil necesita un período de exposición estimular lo bastante largo para realizar un proceso secuenciado de diferenciación y una posterior integración perceptiva del objeto como un todo. Además, en el caso del niño, esta observación requiere aún más tiempo pues sus manos son muy pequeñas y su atención todavía limitada.

Esta dificultad perceptiva se extrema en el conocimiento del espacio. Las entradas sensoriales auditiva y táctil son insuficientes para la interpretación de la información. El hecho de que el niño ciego, para la construcción del espacio, necesite partir de referentes auditivos, táctiles y propioceptivos, convierte su representación espacial en un proceso «diferente» más lento y complicado, que precisa en todo momento, de una exacta información y de una adecuada educación para llevarla a buen término.

Si el niño, que carece de visión, no es capaz de organizarse y orientarse puede verse afectado en su movilidad y en su relación con el entorno. En ocasiones llega a presentar sentimientos de inseguridad, impotencia, miedo y angustia, y a manifestar actitudes de pasividad y bloqueo. Su situación de aislamiento le conduce a utilizar su propia persona como centro de su actividad, con el riesgo de una indiferenciación del yo y un *«impasse»* en su desarrollo, difícil de superar.

Esta diferente forma de «estar en el mundo» supone tener que afrontar y superar toda una serie de difíciles experiencias y limitaciones. Para ello necesita un fuerte apoyo y una significativa ayuda familiar, en especial y desde que llega al mundo, el soporte afectivo de su propia madre. La madre tiene que ser el «intérprete de la realidad» para su hijo, pero a la vez debe saber interpretar la «otra realidad» de su hijo ciego y vehiculizarle el contacto seguro con el mundo, un mundo dinámico, cambiante y en continua evolución.

6.8. Potenciales perceptivos del niño ciego

Si existen muy pocas investigaciones relativas a los bebés ciegos, los estudios son aún más restringidos en el caso de los recién nacidos. Probablemente la causa estribe en la dificultad de detectar precozmente a los niños deficientes visuales severos y también a la gran heterogeneidad del remanente visual, que influiría en la posible muestra.

Cuando el sentido visual funciona con un alto nivel de eficiencia, la información proporcionada es tan cuantiosa que se emplea la visión como sentido fundamental para comprender y expandir el propio entorno, utilizando los datos de los otros canales sensoriales para un conocimiento complementario o adicional.

Los niños con deficiencia visual necesitan que todo su cuerpo participe en la búsqueda y recepción de la información sobre sí mismos y sobre los objetos de su medio ambiente. Se puede afirmar que por medio de la exploración con las manos, los pies y el cuerpo entero, los bebés y los niños pequeños pueden desempeñar un papel activo atrayendo el conocimiento del mundo hacia sí mismos, en lugar de dejar que éste «incida» sobre sus sentidos (Fraiberg, 1969).

A partir del primer mes de vida, el lactante ciego comienza a realizar sus primeras adaptaciones a la ceguera, aprendiendo a utilizar de forma **selectiva** los sentidos que le permiten recoger mejor la información que le proporciona su entorno (Leonhardt, 1992).

El sistema cinestésico táctil y el sistema auditivo van a conformarse como las vías prioritarias de entradas sensoriales, como los instrumentos perceptivos «compensadores» de la reducción visual y como los medios fundamentales de aprendizaje para los niños ciegos. La información por ellos proporcionada es menos precisa que la visual; puede ser transitoria y a menudo incongruente y, muchas veces, difícil de integrar, pero es la información disponible más relevante y debe ser estimulada en todos los niños con dificultades visuales.

6.8.1. Percepción cinestésica-táctil

Révész, en 1950, afirmaba que el movimiento es indispensable para obtener impresiones en progresión sucesiva y para las interconexiones de éstas, destacando que sólo es posible obtener sensaciones claras de modo táctil cuando el tacto implica movimiento. La interrelación entre los sistemas táctil y cinestésico en la búsqueda y transmisión de la información al cerebro para su codificación, asociación e interpretación es tan estrecha que frecuentemente reciben el nombre de «sentido de la piel» (tacto, movimiento y propiocepción).

El cuerpo del bebé ciego es cogido, movido y transportado casi constantemente, al igual que los otros bebés, pero él tiene pocas oportunidades para una participación que no sea la resistencia pasiva. En este momento, el tacto y la proximidad corporal de las personas que le atienden es esencial para vincularle con el mundo que está fuera de él.

Fraiberg (1977) descubrió que el estímulo más fiable para provocar una sonrisa en bebés ciegos es una estimulación cinéstesica general. Leonhardt (1992) señala experiencias placenteras y tranquilizadoras cuando a bebés de pocos días de vida, se le besan o acarician las manos, incluso sin hablarles. Al mes y medio, el bebé puede diferenciar las manos de su madre, acariciándole mientras le habla, de las manos de una persona extraña que también le hable suavemente. Hacia los dos meses, si la madre realiza suaves sonidos con su boca, cerca del bebé, éste realizará intentos de tocarla.

Los labios y las manos presentan grandes concentraciones de receptores táctiles y son los transmisores más sensibles de la información táctil al córtex (Ludel, 1978). Es preciso tener este hecho en cuenta cuando se observa que los niños ciegos, en el proceso de exploración, se llevan a la boca objetos mayores y durante más tiempo que los niños videntes, aunque pasen posteriormente a realizar la exploración manual.

Las sensaciones propioceptivas y exteroceptivas que se aporten al bebé ciego van a constituir las primeras informaciones sobre el mundo real y tangible. Puede considerarse que el movimiento de sus brazos, piernas, cabeza, cuello y tronco va a corresponderse en el sistema cinestésico, con la iluminación y la luz en el desarrollo visual. Si bien la estimulación puede parecer pasiva, el almacenamiento de patrones motores va a contribuir al aprendizaje cognitivo posterior. A medida que el bebé realiza cada vez más movimientos (toca, agarra, empuja, levanta), las manos son la base para una utilización activa y exploratoria de los músculos. Los movimientos estimulan los sistemas receptores de los músculos, tendones, y articulaciones, proporcionando un elemento de enlace entre el tacto y el movimiento (Schiff y Foulke, 1982).

Al faltar el sentido de la visión, que guía y coordina los movimientos, el desarrollo del niño ciego depende de una estimulación planificada que le permita avanzar en el manejo del cuerpo y advertir las diferencias entre las cosas que toca y las que le tocan a él. Debe disponer de muchas oportunidades de chupar, tocar y tomar contacto con distintas texturas ya que éstas guardan relación con la precisión de la discriminación táctil, tan necesaria en épocas posteriores (Griffin y Gerber, 1982).

6.8.2. Percepción auditiva

El sistema de procesamiento auditivo es muy complejo. La escasa literatura al respecto se basa generalmente en estudios sobre la sordera y sobre la anatomofisiología del sistema, por lo que resulta difícil presentar una secuencia de desarrollo de la percepción auditiva normal.

Si en cualquier persona este sentido tiene especial relevancia, en el caso de los ciegos cobra una importancia fundamental: el oído proporciona a la persona ciega parte de información sobre su entorno, especialmente de aquello que está fuera de los límites del contacto directo

Para algunos autores (Fraiberg, Smith y Andelson, 1969) el bebé hace poco uso de este sentido en las primeras semanas y meses de vida, pareciendo no mostrar especial sensibilidad a los sonidos ordinarios que le rodean. En torno al quinto o sexto mes es cuando comienza a utilizar la información sonora, y aún entonces, sólo cuando viene acompañada de estímulos táctiles; se fija el final del primer año como el momento en que se produce la asociación entre sonido y objeto, a excepción de la voz humana, cuya asociación se produce a lo largo del primer año.

Leonhardt (1992), ha observado respuestas al sonido en bebés de pocas semanas, incluso de 20 días, consistentes en un giro lateral de cabeza, con una orientación de la cara hacia la voz o el sonido de un objeto. Posteriormente, pasados unos 15 días aproximadamente, el niño gira la cabeza en sentido inverso a la fuente sonora, como si quisiera «mirarlo» con su oído.

Tras los primeros uno o dos años, la audición se convierte en el sentido activador fundamental para el niño ciego y en un sentido de apoyo para el niño deficiente visual grave.

Pero los sonidos se presentan de forma constante en el entorno y aunque algunos son lo suficientemente intensos para sorprender al bebé, pocos tienen para él significado. Ser capaz de determinar qué sonidos tienen significado es una tarea difícil en ausencia de visión y es más complicada todavía cuando no existe contacto corporal con el objeto que produce el sonido.

El ser humano apenas puede controlar la entrada auditiva hasta que no aprende a enmascarar los sonidos mediante una escucha y percepción selectivas, una destreza que el niño ciego no adquiere fácilmente sin la ayuda del adulto. Pocos sonidos tienen significado hasta que no se repiten de forma consistente y se los empareja con estímulos visuales o táctiles. Incluso entonces, es necesario que el adulto guíe al bebé para que atienda al sonido deseado y así el sonido se vaya convirtiendo para él en algo útil y significativo.

La secuencia de aprendizaje que lleva a comprender y dar significado a los sonidos parece seguir unas pautas similares, cuyo patrón de adquisición ya fue señalado por Barraga (1983):

-Atención y conciencia de los sonidos. Suele manifestarse al principio por un aquietamiento (escucha) del bebé y después por un aumento de las acciones corporales anticipatorias cuando el sonido es estimulante.

-Respuesta a los sonidos específicos: puede comenzar a los 4/5 meses de edad. Habitualmente viene indicada por una forma de sonrisa, un giro de cabeza o una conducta intencional de escucha, denominada por Piaget (1973) «escucha para oír». En este período inicia su aparición la coordinación oído-mano, una destreza esencial para el niño ciego o con visión deficiente. A medida que reconoce más sonidos, manifiesta una tendencia creciente a manipular objetos, simplemente para oír los sonidos que producen.

-Discriminación y el reconocimiento de los sonidos: se produce a continuación, y el bebé es capaz de advertir diferencias entre sonidos de la voz humana, sonidos de la casa, sonidos musicales y ruidos que provengan del exterior. Atender a estos sonidos fomenta la localización del mismo como procedente de una dirección concreta y estimula la conducta de búsqueda de la fuente que lo ha originado. El empleo del sonido para organizar el movimiento y realizar asociaciones entre voces, pasos y objetos es un punto crítico en el aprendizaje de un niño ciego o deficiente visual. Por otra parte la diferenciación de fuentes de sonido fomenta en el niño ciego la libertad de movimiento hacia dicho sonido a fin de localizarlo con el cuerpo.

-Reconocimiento de palabras y la interpretación del habla es el siguiente paso del desarrollo auditivo. Al igual que los objetos tienen palabras para nombrarlos, las acciones también tienen palabras para describirlas.

El niño con visión asocia fácilmente acciones y palabras, pero esta tarea es prácticamente imposible en el niño que carece de visión o ésta es insuficiente. Aprender lo que está haciendo el cuerpo se relaciona con la imagen corporal y con la organización de movimientos propositivos bajo dirección de otra persona. Es preciso que los adultos expliquen los movimientos y las acciones para garantizar que las palabras del niño son apropiadas a la acción.

El habla imitativa se desarrolla generalmente sin ningún problema en los niños ciegos, incluso a veces de forma precoz, porque éstos dependen casi constantemente del sonido y la escucha para mantenerse en contacto con el medio y las personas que le rodean. Esta habilidad, en principio tan positiva, puede convertirse en uno de sus principales problemas. La estimulación auditiva pasiva (radio y televisión) sin una conversación con significado sobre lo que se está oyendo da lugar muy a menudo a un habla ecolálica o a verbalizaciones que son simples repeticiones carentes de significado real (verbalismos). El niño aclarara sus percepciones auditivas cuando otros escuchan sus respuestas y contestan a sus preguntas sobre él mismo y su ambiente.

-Escucha selectiva a las instrucciones verbales: es un tipo de percepción auditiva de elevado nivel. Supone seleccionar de entre todos los sonidos aquellos que son relevantes en un momento dado e indudablemente requiere una participación cognitiva. Es preciso que el adulto estimule y espere un reconocimiento verbal de las órdenes que da al niño o al menos que éste exprese algún indicio de que las ha comprendido. La simple repetición de lo que el adulto ha dicho no indica que el niño haya percibido con precisión lo que se espera de él. Sólo cuando pueda traducir las palabras que ha oído en movimientos o acciones representativas será cuando la entrada auditiva tenga significación.

El niño sin visión o con una agudeza visual reducida forma imágenes de las acciones del mismo modo que el niño vidente forma imágenes mentales de lo que

observa, aunque el proceso sea diferente. Estas imágenes, asociadas con el lenguaje hablado crean la base para el recuerdo a medida que aumenta la abstracción del lenguaje. Cuando el niño asocia una acción con una palabra, el movimiento se internaliza y, al presentarle verbalmente las instrucciones, las respuestas pueden hacerse automáticas.

-Procesamiento y la escucha auditiva con fines de aprendizaje: constituye el nivel más alto de desarrollo de la percepción auditiva y es una destreza esencial para el niño deficiente visual.

La escucha constituye un modo de aprendizaje fundamental para la persona ciega o deficiente visual durante toda su vida. Implica una conciencia y una atención al sonido; una discriminación pertinente del mismo; una identificación y, finalmente, la asignación de un significado a fin de que el oyente pueda recibir el mensaje. Mediante la escucha, se desarrollan conceptos ambientales, relaciones espaciales, vocabulario receptivo y expresivo, así como patrones de habla. A través de la entonación y la intensidad se puede extraer información emocional y social y a través de la «familiaridad» se obtiene seguridad y experiencias placenteras.

La escucha es la base de la lectura auditiva, perceptualmente muy distinta a la lectura visual. La presentación acústica que se debe codificar y procesar está controlada por la tasa de entrada del hablante y no por el lector (Cobb, 1977). La única información de que dispone la persona que lee auditivamente es la palabra concreta presentada en una determinada secuencia; una vez que su sonido se ha desvanecido, no es posible retroceder para considerarla y en caso de poder hacerlo, la inversión de tiempo es significativamente mayor que en la lectura visual, a pesar de las nuevas tecnologías de grabación, formación de índices, compresión de habla y producción de voz sintética.

Pero a pesar de todo ello, la lectura auditiva constituye una herramienta primordial para el aprendizaje y la comunicación. Con la creciente disponibilidad y calidad de cintas grabadas y opciones de transcripción por ordenador del material impreso a material auditivo, la escucha promete adoptar un papel cada vez mayor y más fundamental en el proceso de aprendizaje del niño ciego (Orlanski y Rhine, 1981).

Por otra parte la percepción auditiva adquiere un gran protagonismo en el movimiento, la orientación y el desplazamiento independiente para la persona con deficiencia visual o ceguera.

6.8.3. Percepción olfativa y gustativa

Se ha estudiado muy poco el proceso perceptivo del olfato, quizás por considerar que su influencia sobre la conducta humana es muy poco relevante (comparándola con otras especies animales) y por la dificultad de accesibilidad a la mucosa olfatoria; pero la utilización de este sentido tiene un notable valor para la persona que no goza de buena visión.

Macfarlane (1985) en un estudio sobre la sensación olfativa en los recién nacidos permitió evidenciar la manifestación temprana de esta capacidad. El experimento consistía en colocar, a escasos centímetros de la nariz del bebé, de un lado, una gasa impregnada de leche de su madre y, del otro lado, una gasa impregnada en leche de otra madre. Los resultados pusieron de manifiesto que, desde los 6 días de vida, los bebés se giraban hacia la gasa impregnada con el olor de su propia madre.

Leonhardt (1992) en sus trabajos con lactantes ciegos, refiere la capacidad de diferenciación entre diversos olores, en un bebé de 2 meses, que ante la presentación de

dos algodones impregnados con aromas, uno de fresa y otro de café, sacaba la lengua y abría la boca al oler el primero y hacía muecas y un gesto de retirada ante el segundo. Esta experiencia pone también de manifiesto la estrecha relación entre el olfato y el gusto, pues a menudo todos hemos tenido la experiencia de la medida en que el olfato determina e influye en el gusto.

La oportunidad de explorar el ambiente mediante el uso de estos sentidos proporciona una valiosa información que podrá procesarse y utilizarse con los otros datos sensoriales en el desarrollo perceptivo. En general, la detección de olores es útil como forma de efectuar algunas distinciones entre materiales, obtener claves de orientación en el entorno y marcar la proximidad de personas que se desplazan independientemente. Por estas razones también es preciso potenciar estas modalidades sensoriales en el niño, de modo que sus claves le sirvan para complementar su conocimiento del ambiente. Además, la asociación de percepciones procedentes de distintos sentidos mejora el desarrollo de estrategias de procesamiento e integración cognitiva (transmodal).

6.9. Bibliografía

ANDERSEN, E.; DUNKEA, A. y KEKELIS, L. (1984). Blind children´s language: resolving some differences. En *Journal of Child Language*, II, pp. 654-664.

AYRES, J.A. (1981). *Sensory integration and the child*, Los Angeles, California: Western Psichological Services.

BACH-y-RITA, P. (1979). *Los mecanismos cerebrales de la sustitución sensorial*, México: Trillas.

BARRAGA, N.C. (1964) Increased visual behaviour in low vision children: Nueva York: American Foundation for the Blind.

BARRAGA, N. C. (1983). *Visual handicaps and Learning.* Austin (Texas): Exceptional Rresources.

BOWER, T.G.R. (1977). *A primer of infant development*. San Francisco: W.H. Freeman and Co.

BOWLBY, J. (1969). *Attachment and loss,* Vol I: Attachment. Londres: Hogarth Press (Traducción al castellano Buenos Aires, 1976: Paidós).

BOWLBY, J. (1973). *Attachment and loss,* Vol II: Separation, anxiety and anger. Londres: Hogarth Press (Traducción al castellano Buenos Aires, 1976: Paidós).

BOWLBY, J. (1980). *Attachment and loss,* Vol III: Loss, sadness and depression. Londres: Hogarth Press (Traducción al castellano Buenos Aires, 1976: Paidós).

CANTAVELLA, F.; LEONHART, M. et al. (1992). *Introducción al estudio de las estereotipias en el niño ciego*. Barcelona: Masson-ONCE:

CARRETERO, M. y GARCÍA MADRUGA, J. (1984). *Lecturas del psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Psicología.

CARRETERO, M.; MARCHESI, A.. y PALACIOS, J. (1985). *Psicología Evolutiva.* Madrid: Alianza.

FERNÁNDEZ, E.; OCHAITA, E. y ROSA, E. (1988). Memoria a corto plazo y modalidad sensorial en sujetos ciegos y videntes: efecto de la similaridad auditiva y táctil. *Infancia y aprendizaje*, 41, pp. 63-77.

FRAIBERG, S. (1977). *Niños ciegos*. Madrid: INSERSO.

GARDNER, H. (1982) *Developmental psychology: An introduction* (2ª ed.). Boston: Mass, Little, Brown&Company.

HATWELL, Y. (1985). *Piagetan reasoning and the blind.* Nueva York: Basic books.

HIGGINS, L. (1973) *Classification in congenitally blind children: An examination in inhelder´s and Piaget´s theory*. Nueva York: American Foundation for the blind.

JUURMAA, J. (1973). *Transposition in mental spatial manipulation. A theoretical analysis.* New York: American Foundation for the blind.

LEONHART, M. (1992) *El bebé ciego*. Barcelona: Masson-ONCE.

LUCERGA, R. (1993) *Palmo a palmo*. Madrid: ONCE.

LOWENFELD, B. (1975). *The visually handicapped child in school*. Nueva York: John Day.

LUDEL, J. (1978). *Introduction to sensory processes*. San Francisco, California: W.H. Freeman.

Mc. BURNEY D.H. AND COLLING, V.B. (1977). *Introduction to sensation/perception*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

MILLS, A.E. (1983). *Language acquisition in the blind Child: Normal and deficient*. San Diego: College Hill Press.

NORRIS, M.; SPAULDING, P.J. y BRODIE, F.H. (1957). *Blidness in Children*. University of Chicago.

PÉREZ PEREIRA, M. (1991) Algunos rasgos del lenguaje del niño ciego. *Anales de Psicología,* 7 (2), pp. 197-223.

POZO, J.I.; CARRETERO, M.; ROSA, A. y OCHAITA, E. (1985). El desarrollo del pensamiento formal en adolescentes invidentes: datos para una polémica. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 40 (3), pp. 369-394.

RIVIÉRE, A. (1991). *Juego simbólico y deficiencia visual*. Madrid: ONCE.

ROSA, A. y OCHAITA, E. (1993). *Compilación de psicología de la ceguera*. Madrid: Alianza Psicología.

WARREN, D.H. (1984). *Blindness and early chilhood development*, 2ª edición revisada. Nueva York: American Foundation for the blind.

Glosario

EXPERIENCIAS MULTISENSORIALES.

Objetivo: desarrollo auditivo táctil
Material: Tambor, triángulo, flauta
Actividades:

Objetivo: desarrollo táctil y de la capacidad de exploración
Material: juguetes conocidos
Actividades:

Objetivo: desarrollo táctil olfativo y gustativo
Material: productos alimenticios, frutas
Actividades:

Objetivo: desarrollo olfativo detección de productos tóxicos
Material: productos de limpieza tóxicos
Actividades:

Objetivo: desarrollo auditivo táctil y espacial
Material: piezas de madera de distintos tamaños y formas
Actividades:

Objetivo: desarrollo olfativo y táctil
Material: flores naturales
Actividades:

Objetivo: discriminación táctil, pre-braille.
Material: botones de diversos tamaños, formas. cajas de diversos tamaños.
Actividades:

Objetivo: desarrollo táctil, orientación espacial (largo-corto)
Material: diversas cremalleras, cierres finos-gruesos, largas-cortas.
Actividades:

Objetivo: desarrollo táctil, auditivo
Material: papeles diversos (periódico, seda, charol...)
Actividades:

Objetivo: desarrollo táctil
Material: cuentos tactiles
Actividades:

FERRÁN:

Estereotipias observadas

1.ª observación: F. 7 meses

Empieza a mover la cabeza de derecha a izquierda, en diversas situaciones de interrelación que suceden en su casa. Este movimiento es reforzado por el adulto al interpretarlo como un «no». Como sea que lleva una semana practicándolo y en vista de que cada día va en aumento, los padres nos consultan al respecto, porque empiezan a estar preocupados. Vamos a la casa y comprobamos que, efectivamente, el niño lo realiza 6 veces en el intervalo de media hora, con una duración aproximada de 3 segundos cada vez. Cuando efectúa este movimiento, la familia en pleno, los padres, la persona que lo cuida y una abuela, lo interpretan, lo que hace que el niño sonría e inmediatamente lo repita.

Empezamos a jugar con el niño, hablando con la familia de la conveniencia de no reforzar el movimiento con el significado de «no». Ferran juega con su juguete y el observador, haciendo rodar un rulo con su cuerpo. De pronto, realiza el, diríamos, *rocking*, durante 2 segundos, no se comenta y continuamos jugando, el niño no lo repite inmediatamente. Al cabo de 2 minutos, vuelve a practicarlo, durante un segundo. Nuevamente se le ignora y se continúa focalizando la atención en el juego. El niño lo repite dos veces más, en un minuto, durante un segundo cada vez.

En los días siguientes los padres comentan que ha disminuido mucho esta conducta. Al parecer, poco a poco, la está comenzando a utilizar cuando realmente no desea una cosa. Al cabo de un mes, se ha transformado en una conducta intencionada de negación y ha desaparecido, por completo, en el resto de las ocasiones.

2.ª observación: F. 8 1/2 meses

Ferran empieza a balancearse, hacia delante y hacia atrás, cuando está sentado en el suelo, en el comedor de su casa. Su padre le toca una mano y empieza un ligero balanceo, le coge la mano y aumenta, le toma las dos manos y comienza un franco balanceo hacia atrás y hacia delante, durante 3 segundos.

En postura de «gatito» realiza un balanceo, hacia delante y hacia atrás. Se le pone encima del rulo hinchado; tiene un juguete en frente, al que toca con sus manos cuando tira el rulo hacia delante. Comienza un balanceo con el rulo que dura un minuto.

La diferencia que se observa entre los dos balanceos es que cuando está sentado parece que responde a una demanda para que el adulto lo cambie de postura o juegue con él. Los padres aportan como dato que, unos días antes, ha iniciado el balanceo en estas dos posturas.

En posición prona, realiza la postura de «volador», levanta la cabeza y pica contra el suelo su barbilla impulsándose hacia arriba, 3 veces en 3 minutos, durante cinco segundos.

3.ª observación: F. 10 1/2 meses

El padre está jugando con el niño y deja de jugar con él. Ferran empieza a balancearse estando sentado en el suelo del comedor. Al tiempo hace un *rocking* con la cabeza. El padre comienza a hablarle y el niño interrumpe inmediatamente esta conducta.

El niño está de pie cogido a un mueble del comedor. Su postura es estable y segura. Lleva 5 minutos en la misma posición y de pronto empieza a balancearse de izquierda a derecha. La duración del movimiento es de 5 segundos.

El niño está sentado en el suelo, se pone espontáneamente en postura de «gato» y comienza a balancearse, durante 4 segundos.

4.ª observación: F. 11 meses

Ha dejado de realizar el balanceo completamente. No se observa estereotipia alguna.

5.ª observación: F. 15 meses

Al efectuar la visita periódica de orientación, los padres comentan que hace una semana que ha empezado a taparse el ojo izquierdo con el dorso de la mano izquierda. La duración es de pocos segundos. Los padres asocian el inicio de esta conducta al hecho de que el niño estuvo enfermo con gripe cuando empezó a realizarla. También señalan que han empezado a ponerle gotas en los ojos.

En la observación que nosotros hacemos, el niño efectúa el blindismo 4 veces al final de una hora y media de juego y durante una actividad espontánea. El niño está jugando en el comedor. Se le hace una continua demanda de que muestre dónde tiene la boca; el niño va andando por el comedor, se va a un rincón entre la mesa y la cortina y se tapa el ojo izquierdo durante 5 minutos. Media hora más tarde, su carita expresa cansancio, y es entonces cuando apoya su ojo izquierdo contra el sillón durante 3 segundos. Retorna nuevamente a su juego y, al cabo de 5 minutos, vuelve a apoyar su ojo izquierdo contra una mesita. La madre lo atiende y lo coge en brazos, Ferran reclina su carita, pone en contacto su pie izquierdo con el hombro de la madre y relaja todo su cuerpo.

6.ª observación: F. 16 meses

El niño ha dejado de taparse el ojo izquierdo. Sólo persiste el gesto de apoyarse en el hombro del adulto, con este ojo, cuando está cansado y es cogido en brazos.

7.ª observación: F. 2 años y 2 1/2 meses

Los padres nos informan que desde hace unos días ha empezado de nuevo a balancearse y también a pivotar esporádicamente sobre sí mismo. En la observación que nosotros hacemos en la casa no podemos confirmarlo, porque no se presenta esta conducta en un periodo de 3 horas.

Como dato a aportar en este momento, es el deseo de la persona que lo cuida de buscarse otro trabajo, ya que al parecer está algo cansada y necesita un cambio.

El niño presenta una gran necesidad de movimiento. Desea correr y hacer toda clase de actividades: se sube a los muebles, se descuelga solo, etc.; comprobamos que durante la semana permanece mucho tiempo sin salir de casa. Los padres indican, nuevamente, que los fines de semana el niño no presenta esta conducta, ya que acostumbra a salir con frecuencia.

Una conducta que sí observamos es la de un suave *rocking* con la cabeza, a veces como si describiese la figura de un ocho y otras en un movimiento de derecha a izquierda y viceversa. La duración es de 1 ó 2 segundos. En general se presenta mientras hace una explicación y quiere reforzarla, o bien da una respuesta «contestataria». El niño se halla sentado hablando con el padre y la realiza dos veces. Después, siguiendo en la misma situación, habla con la abuela que se halla en otra estancia, el niño eleva la voz para que lo oiga y refuerza con el movimiento cuando pone mayor énfasis, en un par de ocasiones.

8.ª observación F: 2 años y 3 meses

Ferran ha terminado una sesión de juego en el Centro de Atención Precoz. Está cansado y tiene una conversación con su padre en la que manifiesta su deseo de quedarse a jugar más. Lloriquea y, mientras empieza un balanceo de derecha a izquierda que dura 15 segundos, su padre le explica que no se puede quedar porque deben regresar a casa. El padre le dice «no bailes» y el niño deja de moverse, pero sigue manifestando su disconformidad, al cabo de 10 segundos se balancea durante 2 segundos, reivindicativo, se para espontáneamente, al cabo de 5 segundos vuelve a balancearse durante 4 segundos, para esta conducta y la repite nuevamente después de 5 segundos, empezando nuevamente a balancearse unos 4 segundos más.

9.ª observación: F. 2 años y 4 meses

Ferran ha sufrido una separación importante. La persona que lo cuidaba por las mañanas encuentra un nuevo trabajo y desaparece súbitamente de su vida. Se habla con la familia acerca de cómo preparar la entrada de una nueva persona. Puesto que el niño manifiesta una gran sociabilidad, se lo deja a media mañana con esta nueva persona y la abuela, que hace de puente en el cambio, desaparece. El niño, por otra parte, está enfermo.

Al término de una semana el niño empieza a presentar una gran agresividad en contra de la nueva cuidadora. La agrede verbal y físicamente. Al tiempo, empieza a realizar balanceos continuos, blindismos, apretándose el ojo izquierdo con su mano o contra un mueble y *rocking*. La presentación puede ser repentina, sin causa aparente, pero sí se aprecia de forma continua.

Se habla con la familia y la cuidadora de cómo tratar esta situación.

10.ª observación: F. 2 años y 4 1/2 meses

Los padres comentan que hace una semana que ven al niño muy feliz. Ríe de forma abierta y se le ve muy alegre. Ya no agrede a la cuidadora y hace 3 días le dijo abrazándola: «R. cómo te quiero». Durante toda la sesión no se aprecia ningún manierismo y sólo dos blindismos en una situación de reposo, después de un cambio de actividad. Los padres comentan que han disminuido mucho estas conductas, si bien añaden que alguna vez hace balanceos de forma esporádica.

BERNARD

Estereotipias observadas

1.ª observación: B. 9 meses

Están jugando ambos padres con B. La madre ha puesto una manta en el suelo y lo sientan apoyándose por la espalda. Se le ofrece un muñeco de goma mientras el niño se va tocando los cordones del zapato. Se balancea 3 o 4 veces, pierde el equilibrio y cae.

Lo vuelven a sentar. La mamá le limpia la nariz y seguidamente lo llama por su nombre y le ofrece una bola de Navidad (el niño iba a tocarse los cordones de nuevo). El niño coge la bola y se inicia de nuevo el balanceo. Cuando le hablan se detiene momentáneamente, pero vuelve a iniciarlo hasta que pierde de nuevo el equilibrio.

El balanceo en sedestación se repite en distintas ocasiones, sentado en brazos de su madre, en la trona, encima de la cama.

En general cede cuando se le cambia de posición o cuando se consigue llamar su atención y B. está concentrado en la exploración de algún juguete o participando en un juego de relación. Su duración varía de segundos a varios minutos si la conducta es reforzada por los padres.

2.ª observación: B. 12 meses

La madre está jugando con el niño, que se halla dentro de la cuna. Lo saca y lo deja cogido por ambas manos a los barrotes de la cuna. El niño se balancea de pie lateralmente varios minutos. La madre lo llama para que se dé la vuelta y se dirija hacia ella. Persiste el balanceo hasta que la madre lo coge y le da las dos manos para sostenerlo, iniciándose de nuevo el mismo balanceo lateral. La madre le habla y le pide ahora que se coja de la cama de los padres donde ella está sentada, pero observa que el niño opone resistencia y no quiere dejarle las manos, prosiguiendo el balanceo. La madre le deja una mano momentáneamente y el balanceo cede, pero ésta no se da cuenta y le vuelve a coger de las dos manitas, con lo que se vuelve a iniciar.

Cuando el niño está de pie cogido con ambas manos se inicia el balanceo lateral de izquierda a derecha en distintas ocasiones: cogido de la mesita de noche, a los pies de la cama, etc. Empieza a aparecer resistencia cuando se le intenta retirar de esta posición.

3.ª observación: B. 18 meses

Los padres están en la cocina y han dejado a Bernard solo cogido en un armario de dos puertas. El niño tiene cogidos ambos pomos de las puertas, uno en cada mano, y se inicia un balanceo lateral acompañado rítmicamente por el ruido de las puertas que va entreabriendo y cerrando.

Los padres le van hablando desde la puerta de la cocina y le piden que

abra el armario. Cuando se dan cuenta de que no cede el balanceo, los padres lo llaman para que se desplace hacia ellos, pero el niño parece ignorar que lo están llamando. En esos momentos la madre comenta a la especialista que ahora le gusta mucho estar en el armario y que se pasaría allí todo el día.

4.ª observación: B. 22 meses

Están jugando encima de la cama de los padres a saltar y caer en distintas posiciones que la madre va verbalizando (hacia atrás, ahora hacia delante, hacia la derecha, etc.). El niño disfruta mucho de este juego motor. Cuando se detienen y la madre lo coge de pie sobre sus rodillas, el niño empieza a dar saltitos y a balancearse lateralmente haciendo una demanda verbal («más») a la que la madre responde cantándole una canción y balanceándose ambos lateralmente.

5.ª observación: B. 2 años

La madre le ha ofrecido distintos juguetes pero ninguno ha llamado la atención del niño. Éste está de pie frente a su madre e inicia un balanceo lateral dando giros sobre sí mismo. El padre lo llama para que se desplace hasta él. Después de varios intentos lo hace la madre, pensando que quizá con ella sí querrá ir. Ambos padres lo llaman insistentemente pero el niño no deja de dar vueltas sobre sí mismo y repite dos veces su nombre y la palabra «Ven», que es el reclamo que están haciendo sus padres.

La situación dura 3 minutos. El padre se le acerca y, al rozarlo, parece como si perdiera el equilibrio y se sujeta en su propio jersey.

6.ª observación: B. 2 años y 9 meses

Se le están mostrando nuevos espacios del hogar y la madre acompaña al niño al lavadero donde le muestra la lavadora. Le acompaña la mano para que observe los botones, pero el niño busca apoyo encima de la lavadora y empieza a dar saltitos. La madre insiste en mostrarle la puerta, cómo se abre y la deja abierta. El niño la cierra y de nuevo busca apoyo encima de la lavadora con las dos manos e inicia los saltitos algo rítmicos: tres saltitos, se para y vuelve a empezar.

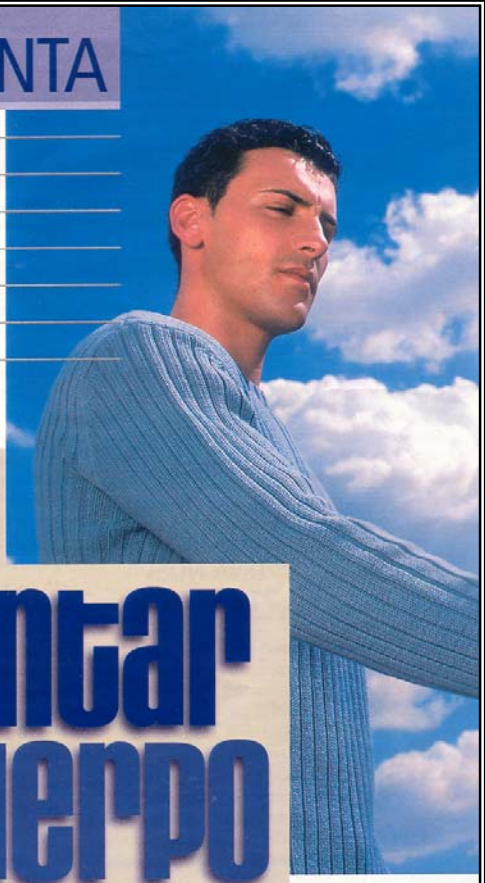
7.ª observación: B. 3 años y 7 meses

Cuando Bernard cumple 3 años y 5 meses se inicia su adaptación en la guardería, a la que acude diariamente 2 horas. Ha estado jugando con su maestra encima de una colchoneta. Se le ponen los zapatos y se inicia una nueva actividad en la que la maestra le ofrece una pieza de madera. El niño la coge, se sienta en el suelo e inicia una estereotipia

Dossier EXPERIMENTA

Guía de experimentos para descubrir tu cuerpo. Consulta a tu farmacéutico si eres aburrido, escéptico o careces de curiosidad. Está contraindicada para quienes tengan miedo a tocar.

Por Miguel Barral. Fotos de Francis Tsang.



vamos a experimentar con tu cuerpo

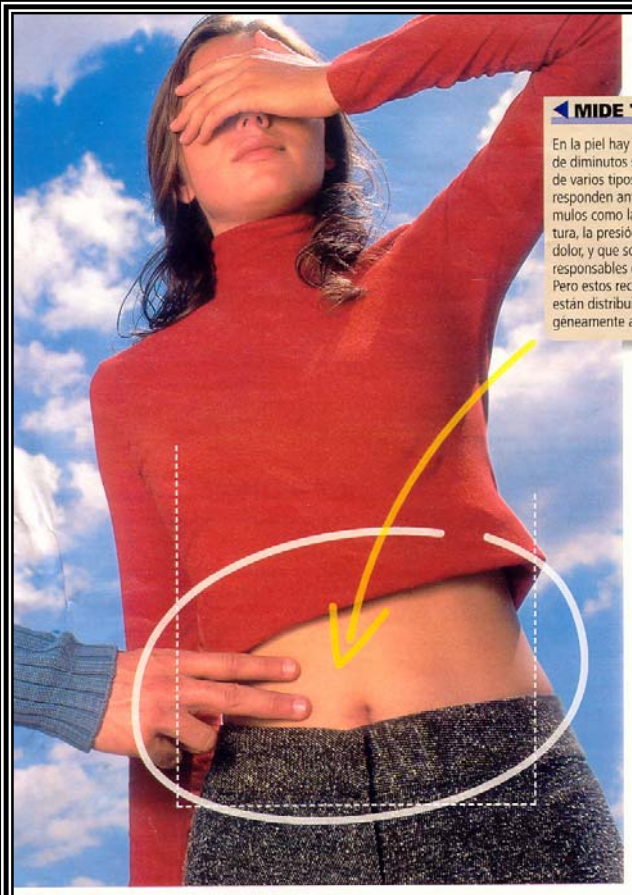
PREPÁRATE PARA CONOCERTE MEJOR

72Quo

¿FRÍO O CALIENTE?

Cuando el cerebro recibe una sensación térmica contradictoria, nuestra percepción puede sufrir una alucinación táctil. Esto es lo que sucede en este experimento: coloca algo caliente junto a algo frío —en nuestro caso, dos vasos: uno lleno de agua y otro de café— y haz que otra persona, con los ojos cerrados y sin saber nada, toque con la misma zona de la mano y simultáneamente ambos recipientes. Si se hace bien, el cerebro no sabrá cómo interpretar una sensación de frío y otra de calor en el mismo lugar y a la vez e, instintivamente, retirará la mano; aunque, en realidad, ni el frío ni el calor resulten insoportables por separado.

EL CALOR DUELE
Por debajo de 10°C y por encima de 50°C, las sensaciones térmicas las producen los receptores del dolor por la temperatura. Un frío intenso y un calor abrasador dan la misma sensación.

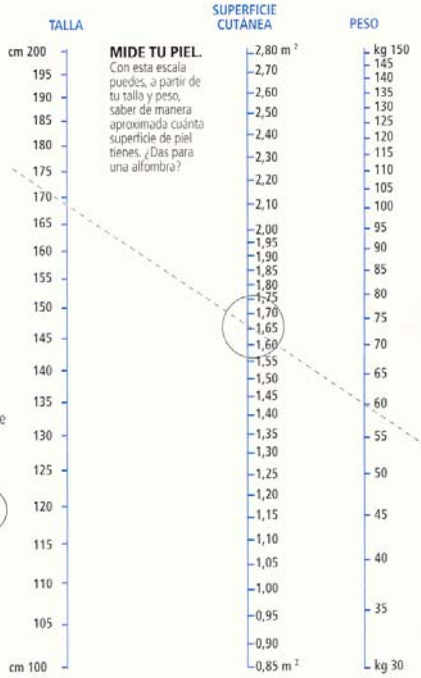


MIDE TU SENSIBILIDAD:

En la piel hay millones de diminutos sensores de varios tipos, que responden ante estímulos como la temperatura, la presión y el dolor, y que son los responsables del tacto. Pero estos receptores no están distribuidos homogéneamente a lo largo de todo el cuerpo, sino que existen zonas más sensibles que otras. Lo puedes comprobar mediante este sencillo experimento: coloca dos dedos ligeramente separados sobre la piel de otra persona y pregúntale cuántos dedos siente. Dependiendo de dónde la hayas tocado y de la separación de los dedos, puede que note un solo contacto. Separa los dedos poco a poco, hasta que note los dos. La separación entre ambos será la medida en centímetros de su sensibilidad táctil en esa región del cuerpo.

LA PIEL EN NÚMEROS:

La capa de piel de un adulto pesa entre 2 y 4 Kg, su superficie se acerca a los 2 m^2 y los 5mm de espesor que tiene separan el resto del cuerpo del peligroso mundo exterior. Cada minuto se desprenden entre 30 y 40.000 células cutáneas debido al roce, lo que supone que al año se pierden unos 4 kg. No importa, ya que su ciclo de renovación dura 26 días, con lo que casi cada mes estrenamos una piel nueva.



MIDE TU PIEL. Con esta escala puedes, a partir de tu talla y peso, saber de manera aproximada cuánta superficie de piel tienes. ¿Das para una alfombra?

PIEL 'WATERPROOF'

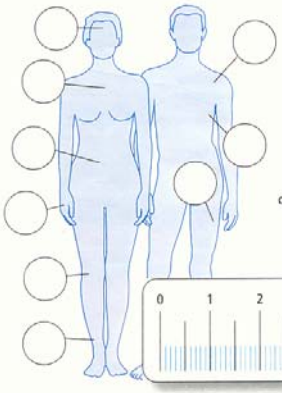
Frota un área de la palma de la mano con alcohol y a continuación deposita en esa región unas gotitas de agua —puedes emplear una pajita para hacerlo—. ¿Observas lo que les pasa a las gotas? En lugar de mantener su forma habitual se han extendido plácidamente por la piel y comienzan a penetrar en ella. Si no lo ves claro, puedes depositar unas cuantas gotas en la otra mano y observar la diferencia.

Las glándulas sebáceas presentes en la piel producen una sustancia oleosa que le confiere una capa impermeable. Al frotar con alcohol la has eliminado. Esta capa sebácea no sólo actúa como repelente del agua. Su función protectora va más allá al actuar como barrera frente a los gérmenes, gracias a que en su composición incluye sustancias germicidas, que son los agentes desinfectantes del exterior del cuerpo.

Y es que, aunque no los veamos, la cantidad de organismos vivos que pululan por la piel de una persona es similar al número de habitantes del planeta. Entre ellos destacan las bacterias, responsables de descomponer el sudor y dotarlo de su olor característico. Sin su participación, el sudor prácticamente no olería a nada.

¿ERES MUY SENSIBLE?

Te ofrecemos una regla para que midas al instante tu sensibilidad y un gráfico donde anotar los resultados, y con el que también puedes estudiar si la sensibilidad varía con el sexo de la persona.



Quo73

Dossier EXPERIMENTA

TÓCATE EL CALCETÍN

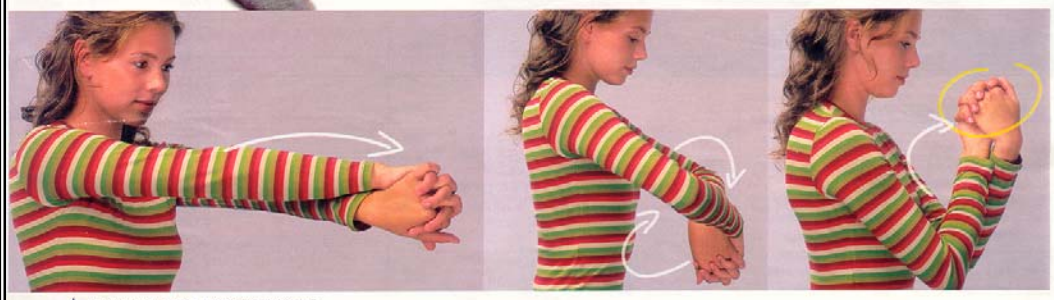
¿Llevas puestos calcetines? Pues no los mires y trata de tocar el borde de uno de ellos con la punta de los dedos ¿Has acertado o simplemente te has aproximado?

El fenómeno que explica tu falta de puntería se conoce como 'habituación', o capacidad de los sentidos para adaptarse a la presencia de un estímulo continuo y constante, y no prestarle atención.

La habituación también afecta al gusto y al olfato. Los receptores de la nariz se acostumbran rápidamente a un olor y dejan de apreciarlo apenas un minuto después, lo que supone un peligro si se produce un escape de gas.

TIENE NARICES

Cruza los dedos índice y corazón, y acaricie la punta de la nariz con ambos como se muestra en la fotografía. ¿No te da la sensación de tener dos narices? Tu cerebro ha caído en la trampa que le ha tendido el tacto, ya que no está acostumbrado a que los dedos 'sientan' en esta disposición. En condiciones normales —con los dedos sin cruzar—, si el lado externo del dedo corazón —el más alejado del dedo índice— toca la nariz, el dedo índice no entra en contacto con ella, y viceversa. Es un estímulo tan habitual que el cerebro ya lo ha asumido. Pero al cruzar los dedos, ambos entran simultáneamente en contacto con la nariz, algo que al cerebro le cuesta encajar en sus esquemas, por lo que cae en la tentación de pensar en dos narices.



MANOS ENTRELAZADAS

Cierra los ojos. No necesitas mirarte para conocer la posición de tu cabeza, cuello o extremidades. Para ello, el cuerpo humano ya dispone de millones de sensores microscópicos en los músculos y en las articulaciones, llamados 'propioceptores', que suministran al cerebro información suficiente en cada momento para hacerse una composición de lugar y disponer de un mapa 'interno' del cuerpo. No obstante, hay veces en las que esta propiocepción no es suficiente; sobre todo, cuando se trata de realizar actividades que requieran una gran precisión. Y en eso, las manos son nuestras auténticas especialistas. Por eso, para tener una buena referencia de su posición exacta, los ojos miran regularmente las manos.

Ahora cruza las manos como se expone en las fotografías e intenta mover un dedo. ¿Lo has conseguido o ha sido otro el que ha 'saltado'? Tus manos están en una posición 'extraña', y al cerebro no le casan las informaciones que recibe de la vista y de los propioceptores, lo que provoca un 'cortocircuito'. El resultado: al intentar mover un dedo el que salta es otro.

EL OJO DOMINANTE

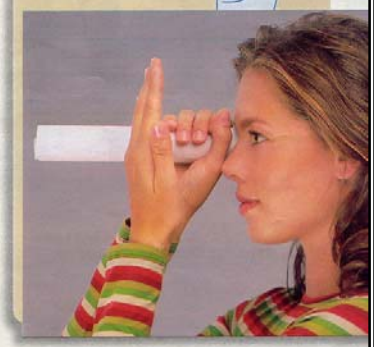
Aunque el cerebro emplea la información visual que recibe de ambos ojos, uno de ellos aporta más datos de la imagen final que se percibe. Es el ojo dominante. Para averiguar cuál es basta con extender un brazo y señalar un objeto distante. Sin mover el brazo, cierra el ojo derecho y observa el objeto. Si éste no se desvía, el ojo izquierdo es el dominante; si se desplaza, es el derecho.

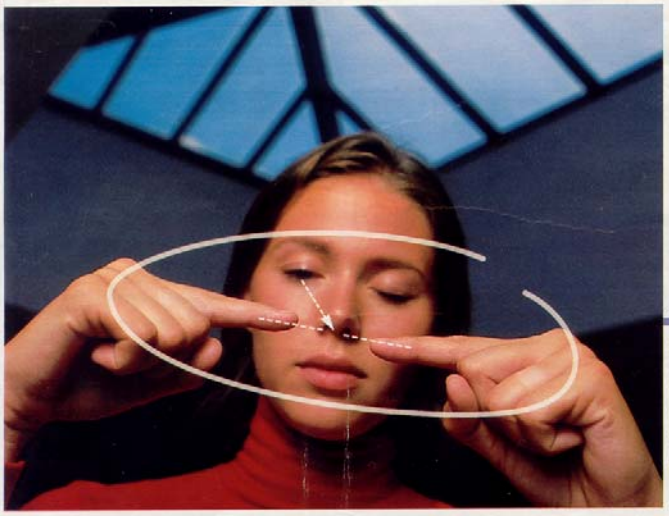
Tus ojos pueden engañarte, dominarte y perforarte

UN AGUJERO EN LA MANO

Enrolla una hoja, colócala delante del ojo y pon la palma de la mano a su lado. Si con los dos ojos abiertos desplazas la mano pegada al tubo lentamente, llegará un momento en que parezca agujereada. El cerebro forma la visión combinando las imágenes captadas por cada uno de los ojos. En la mayoría de los casos las imágenes son muy parecidas, y combinarlas no da problemas. Pero en esta ocasión, lo que ven ambos ojos por separado difiere, y el cerebro, al procesar ambas imágenes como está acostumbrado, lo único que consigue es perforar la mano.

¡IMPOSIBLE!
Así es como verás tu mano al poner en práctica este truco. No te asustes; simplemente es un lapso del cerebro.





ESTIMAR DISTANCIAS

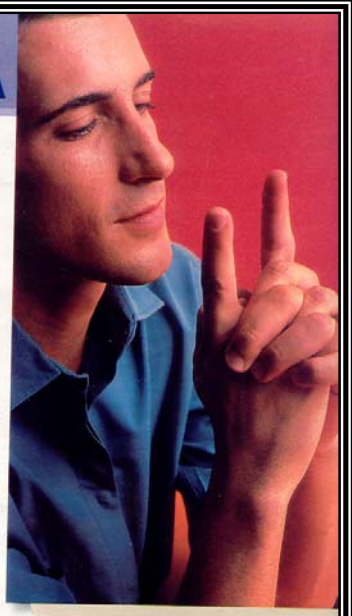
Con los brazos extendidos hacia adelante, cierra un ojo e intenta juntar la punta de los dedos. Es difícil. Con un ojo cerrado, algo tan sencillo como estimar las distancias se convierte en una odisea. La razón es que nuestro cerebro se aprovecha de que cada uno de los ojos posee un punto de vista ligeramente distinto para conformar la visión tridimensional. Pero al cerrar un ojo, el cerebro ya no puede ver en tres dimensiones, y eso afecta a nuestra capacidad de acertar con las distancias.

EL PUNTO CIEGO

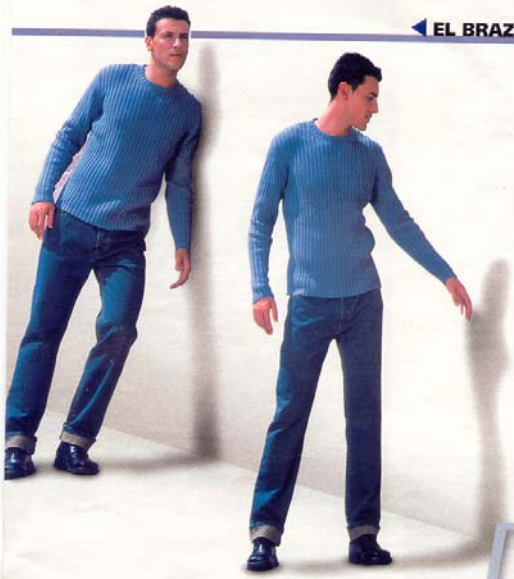
Recorta la tarjeta adjunta y sitúala a 30 o 40 cm de los ojos. Cierra el ojo derecho y fija el izquierdo en la cruz —a pesar de eso, sigues viendo el círculo—. Si ahora acercas lentamente la tarjeta, llegará un momento en que el círculo desaparezca: al coincidir con el punto ciego del ojo, es decir, la zona de la retina que no posee fotorreceptores por ser el punto de conexión del globo ocular con el nervio óptico. Así, en lugar del círculo lo que se aprecia es un fondo continuo, ya que el cerebro suple la falta de información de esa 'zona oscura' con elementos sacados del entorno, y completa la imagen.

Quo

Dossier EXPERIMENTA



EL BRAZO QUE SUBE SOLO



Apóyate con un brazo contra la pared e intenta subirlo con todas tus fuerzas. Tras un par de minutos de esfuerzo, sepárate y comprobarás cómo el brazo 'relajado' se empecina en subir sin que nadie se lo ordene.

Este efecto se conoce como la ilusión de Kohnstamm y depende de la memoria motora. El brazo sigue haciendo fuerza, porque el cerebro y el músculo se habían acostumbrado a ello y tardan unos segundos en quitar el 'piloto automático' y adaptarse ante la nueva situación.

Nos movemos gracias a 250 articulaciones distintas

EL BRAZO QUE SE ACORTA

Sitúate perpendicularmente a una pared, de modo que, con el brazo extendido, la toques con la punta de los dedos. A continuación, levanta el brazo, rotándolo por encima de la cabeza. Ahora vuelve a extenderlo y verás que ya no alcanzas el muro. Tranquilo; no es que estés encogiendo por momentos. Es la paradoja de Coderman, cuyo fundamento es el hecho de que, haciendo unos movimientos determinados con las articulaciones de la espalda, sus músculos se contraen temporalmente. Basta con 'relajar' el músculo para que el brazo recupere el tamaño original, lo que demuestra que los músculos sólo pueden contraerse, y que para recuperar su estado relajado necesitan la ayuda de otros 'colegas' que lo estiren, a costa de entrar en acción.

▼ La contracción del bíceps provoca que el brazo se eleve.

◀ Al contraerse, el tríceps hace descender el brazo.

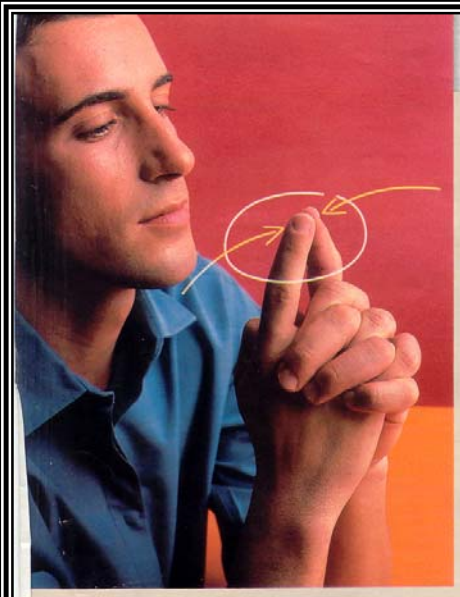
LOS MÚSCULOS SÓLO SE CONTRAEN

El cuerpo humano dispone de unos 640 músculos esqueléticos; algunos de ellos, capaces de realizar movimientos de enorme precisión. Pero presentan un pequeño 'defectillo': sólo saben contraerse, es decir, sólo pueden tirar, no empujar. Y este 'detalle' les obliga a aparecer en muchos casos en parejas indisolubles, que ejecutan movimientos antagónicos. Tampoco pueden contraerse mucho, apenas unos centímetros, pero lograr movimientos más largos gracias al efecto multiplicador que hacen los huesos articulaciones.

▲ Fibras musculares relajadas.

▲ La contracción acorta el músculo.

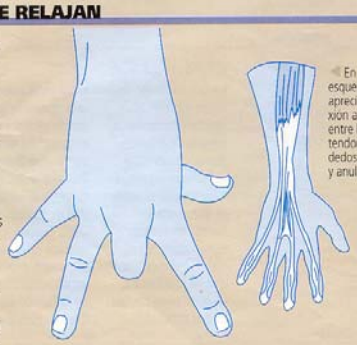
Quo



DEDOS QUE SE RELAJAN

Enlaza las manos como en la fotografía y esfuérzate en que tus dedos índices estén rectos y paralelos. Ahora relájalos y observa qué sucede con ellos. Los músculos y los tendones, cuando no están activos, adoptan una disposición de mínima energía. En el caso de la mano, los dedos tienden a disponerse ligeramente curvados.

Este experimento sirve asimismo para comprobar las cualidades de los músculos y tendones de la mano: son perfectos para realizar trabajos de precisión, pero carecen de resistencia. ¿Cuánto eres capaz de mantener los dedos índices totalmente rectos antes de que clamen por un poco de descanso?

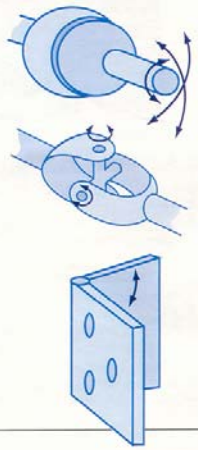


En este esquema se aprecia la conexión adicional entre los tendones de los dedos corazón y anular.

EL DEDO TONTO
Coloca la mano sobre la mesa como muestra la imagen e intenta mover individualmente cada uno de los dedos mientras mantienes los otros apoyados. Si no eres un 'bicho raro', te habrás llevado un chasco al 'pelearte' con tu dedo anular. Aunque cada dedo tiene sus propios tendones que lo conectan al músculo, en el dorso de la mano existe una conexión 'adicional' entre los tendones del dedo corazón y del anular que limita la movilidad de ambos dedos por separado.

EL CUERPO MECÁNICO

Giorgio Baglivi desarrolló la idea de que el cuerpo humano podía interpretarse como un 'cuerpo mecánico' consistente en una colección de artilugios. Así, los pulmones serían fuelles, los dientes tijeras, y los huesos, músculos y tendones una variedad de palancas, poleas, etc. Desde esta perspectiva, las 250 articulaciones que dotan de su extraordinaria movilidad a nuestro esqueleto al permitirle un amplio abanico de movimientos diferentes, podrían asimilarse a alguno de los modelos mecánicos existentes. Por ejemplo, los 3 que se presentan aquí.



1. BOLA Y CAZOLETA
Permite movimientos de rotación. La articulación del hombro se adapta a este modelo.

2. ELIPSOIDAL
Se mueve en dos planos. En las muñecas están presentes articulaciones equivalentes.

3. BISAGRA
Facilita los movimientos en un solo plano, como hacen las bisagras de las puertas. Así es como se mueven el codo y la rodilla.

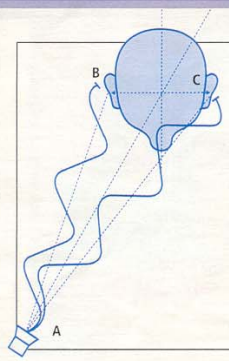
RESISTENCIA DE LOS HUESOS

Basta con un papel enrollado y un libro para comprobar cómo la particular estructura de los huesos les confiere una enorme resistencia y les permite soportar sin problemas el peso del resto del cuerpo. Si pones el canutillo tumbado sobre la mesa con el libro encima, obtendrás... una hoja aplastada.

Cuando Galileo Galilei demostró que, si se construyen un tubo hueco y un tubo sólido con el mismo peso y del mismo material, el tubo hueco es más fuerte, estaba poniendo voz a un conocimiento que el hombre llevaba dentro desde siempre, en sus huesos. Un principio que desde su formulación ha sido ampliamente empleado por los ingenieros. Y es que el cuerpo humano es una obra de ingeniería.

La fortaleza de los huesos se debe principalmente a su estructura interna, construida a partir de miles de unidades tubulares compactadas en torno al perímetro del hueso: los sistemas haversianos. Estos sistemas se disponen en la dirección en la que el hueso soporta mayores tensiones, y le confieren su asombrosa combinación de resistencia y ligereza: gramo a gramo, el hueso es más fuerte que la madera, el hormigón o el acero.

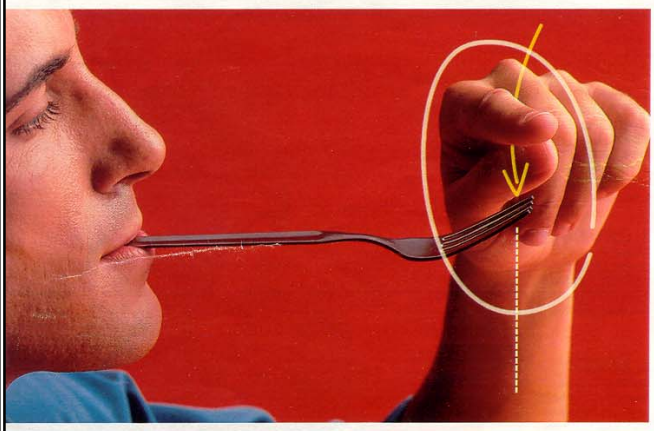
Dossier EXPERIMENTA



CÓMO OÍMOS

La existencia de dos oídos permite al cerebro comparar la información procedente de ambos y establecer un mapa tridimensional sobre el que ubicar la fuente de sonido. Por ejemplo, en el caso de un sonido que se produzca a nuestra derecha, las ondas sonoras tendrán que recorrer una distancia ligeramente distinta para alcanzar los oídos, con lo que llegan un instante antes al derecho (distancia AB) que al izquierdo (AC). Gracias a esta mínima diferencia, el cerebro conoce la localización exacta de la fuente sonora. Cuanto más tiempo pase entre la señal que llega a un oído y al otro, más a la derecha se encontrará, y al contrario.

Beethoven recurría al truco del tenedor para oir sus obras



TENEDOR 'PARLANTE'

Si le pides a una persona que sostenga un tenedor por un extremo y lo haga vibrar ligeramente, no oirás nada. Pero, ¿y si lo sostienes entre tus dientes?

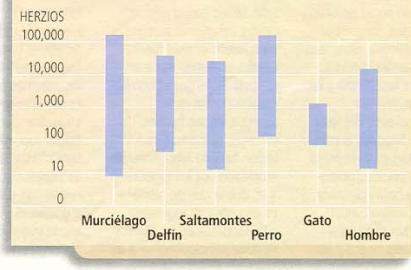
El sonido que percibe tu oído se debe a la forma en que aquél se transmite. El sonido viaja en forma de ondas que atraviesan el medio, haciendo que las partículas vibren y transmitan esta señal de unas a otras desde el punto de origen hasta el receptor. Y contrariamente a lo que se podría pensar, el aire no es, ni mucho menos, el medio ideal para realizar este viaje. En realidad, el sonido se propaga mejor a través de medios sólidos y líquidos que de gaseosos, ya que las partículas que forman aquéllos están más próximas unas a otras. En el caso del tenedor, su vibración es tan suave que no es capaz de alcanzar nuestro oído de manera perceptible a través del aire. Pero la cosa cambia si se emplea como medio transmisor un sólido. Y el hueso lo es. Así, lo que sucede es que las ondas sonoras viajan primero a través del propio tenedor y luego a través de los dientes y el hueso de la mandíbula hasta el oído.

Ésta es también la explicación de por qué, cuando en el cine comemos palomitas, tenemos la impresión de hacer un ruido brutal, y sin embargo nadie se vuelve para 'echarnos la bronca'. El sonido que se produce al masticar las palomitas viaja mejor por el hueso hasta nuestros oídos que por el aire al de los vecinos.

¿DELANTE O DETRÁS?

Mantén los ojos cerrados mientras otra persona hace chasquear sus dedos, bien delante de ti, detrás o encima, con su mano situada a una distancia equidistante de ambas orejas. ¿Eres capaz de indicar de dónde procede el sonido?

Debido a nuestra forma de oír, basada en dos antenas receptoras dispuestas a ambos lados de la cabeza, al ser humano le resulta muy sencillo distinguir si un sonido determinado procede de un lado o de otro. Pero no sucede así si el sonido se produce directamente delante, detrás o encima, ya que, en este caso, las ondas sonoras llegan a ambos oídos al mismo tiempo.

LÍMITE: 20.000

En este diagrama se comparan las frecuencias audibles por el oído humano con las de algunos animales. El hombre percibe frecuencias de hasta 20.000 herzios.