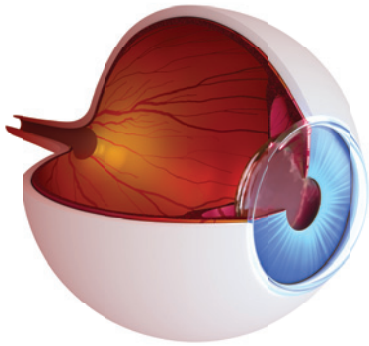


CONCIENCIA y **visión:** la mirada DENTRO DEL OJO



Francisco Pellicer Graham

Gracias al sistema sensorial, los humanos percibimos el ambiente externo. Pero según el autor de este artículo, los sentidos no sólo sirven para conocer el mundo que nos rodea, sino que proporcionan los cimientos sobre los que se construye nuestro yo, al diferenciar lo propio de lo ajeno.

Los ladrillos de la conciencia

Un problema relevante de la biología moderna es entender cómo los organismos en general, y en particular el ser humano, perciben el ambiente externo, y cómo se perciben a sí mismos. Estos mecanismos constituyen parte fundamental de la construcción del complejo fenómeno llamado conciencia, que es estudiado, entre otras disciplinas, por las neurociencias.

Desde muy temprano en el desarrollo evolutivo, los organismos unicelulares como el *Paramecium* presentan la capacidad de responder a los estímulos del medio que los rodea. Por ejemplo, alejarse de una fuente nociva (un ambiente excesivamente ácido o alcalino); o lo opuesto, digamos, detectar y acercarse a una fuente de nutrientes.

Si bien no se puede hablar de que los organismos unicelulares “tomen decisiones”, está claro que poseen una serie de sensores que al activarse generan una respuesta motora y metabólica. Ésta, a su vez, desencadena ese primordio de conducta, disparada por el ambiente, o por otros individuos con los que interactúa el organismo. En suma: el andamiaje o las piezas primordiales ligadas al fenómeno de *percatare* estarían dadas por los receptores sensoriales y los sistemas que les permiten a los organismos dar respuestas (metabólicas, motoras, conductuales, etcétera) adecuadas para la supervivencia o el desempeño en su ambiente.



Dentro, fuera; yo, tú

Aunque en principio el problema de la conciencia no sólo es un problema de límites, una cuestión de barreras físicas (por ejemplo de membranas celulares), requiere poseer un mecanismo, una *bioarquitectura* –si se me permite el término– que sea capaz de determinar lo que el individuo detecta como su yo, y poder discriminar entre éste y el no yo.

Aquí habría que hacer una distinción, no del todo ociosa, entre el no yo y la *otredad*. Me explico: en realidad se podría reducir a un problema matemático de índole topológico; es decir, al problema de la *botella de Klein*, objeto matemático en el que no puede definirse la distinción dentro-fuera. Esto puede trasladarse al concepto de individuo.

Empezaré con un ejemplo simple. Si pudiéramos caminar por la superficie de un gusano tubular y llegáramos a su boca, en una de las puntas, y nos introdujéramos en ella, para seguir caminando, aparentemente estaríamos en la parte de *adentro*. Pero si seguimos caminando, saldríamos por el orificio opuesto; en realidad, nunca habríamos estado *dentro*, en el sentido estricto, topológico, del término.

En el ámbito de la biología microscópica, la interacción entre la luz del tubo digestivo y el individuo se



vuelve compleja. Es el caso de individuos que interactúan con otros en este espacio propio y a la vez no propio, en el cual se generan circunstancias tales como la simbiosis. Un ejemplo serían las bacterias que colonizan el intestino humano, que evidentemente no son parte del individuo, pero que aportan sustancias o metabolitos al hospedero y éste, a su vez, tiene un ambiente donde las bacterias pueden desarrollarse y reproducirse. Esta relación es tan estrecha que sin ella el organismo humano funciona mal, al extremo de aniquilar la vida de los simbioses. Así, el lactobacilo es parte funcional del individuo (mientras que el bacilo de la cólera, que no es un simbiote del ser humano, es un patógeno potencialmente mortal).

Yendo hacia atrás en la evolución, los teóricos de la biología han considerado la posibilidad de que las mitocondrias (estos organitos de la célula que la proveen de energía para su metabolismo) no fuesen sino bacterias simbioses que acabaron por incorporarse a la maquinaria de las primeras células eucariontes hace unos 1 400 millones de años y de esta manera formaron parte –ahora sí– integral del individuo celular que conocemos hoy en día.

Esto de alguna manera implica que el concepto de *unidad integral*, lo que sería el yo inicial o primordial de los sistemas biológicos más complejos, está establecido como el sistema que se autodefine a partir de que se auto-percibe y puede definir un límite (físico o funcional) en relación con el mundo. Hay ejemplos de lo anterior en nuestra propia biología, en el coloide tiroideo y los espermatozoides, pues éstos se encuentran aislados durante el desarrollo embrionario de la propia detección inmunitaria. De esta forma, si en el individuo adulto se ponen en contacto el sistema inmunitario, que circula con la sangre, y el coloide que producen las células tiroideas, o en su caso los espermatozoides, se produce una reacción autoinmune, y el organismo desconoce como propios estos productos celulares y a los tejidos que los generan, atacándolos hasta destruirlos. Estas patologías existen y se conocen como tiroiditis de Hashimoto y orquitis autoinmune.

En este sentido, una de las funciones del sistema nervioso es detectar y detectarse a sí mismo, y en consecuencia poder percibirse a sí mismo y al ambiente externo. Esta acción de reconocimiento se lleva a

cabo mediante receptores sensoriales especializados, que a su vez se constituyen en lo que denominamos *sentidos*, que por cierto son más de los cinco clásicos: a ellos hay que agregar la *propiocepción* (percepción de la posición de las partes del cuerpo), el equilibrio y el dolor.

El fantasma de la realidad

Mediante el aparato sensorial nos percatamos de lo propio y de lo otro. La primera pregunta que surge es: ¿lo otro es realmente tal cual yo lo percibo? El asunto ya inquietaba hace 25 siglos a Parménides, quien se cuestionaba si se podía llegar a la verdad (en términos de realidad) por medio de la percepción sensorial, o si se llega al mundo verdadero sólo por medio de la razón (*logos*). En el fondo, Parménides habla del engaño perceptual, de la infidelidad de los sentidos, frente a la alternativa razonada, que para él lleva a la “verdad real”.

Dos mil quinientos años después, Steiner (2007) expone que residimos en el mundo a través del pensamiento, mediante dos categorías: la primera define nuestra conciencia y nuestra percepción del mundo como a través de una ventana, donde mediante la inspección ocular definimos lo real como algo objetivo que está ahí afuera. La segunda categoría, de corte epistemológico, es la noción del espejo, que postula la totalidad de la experiencia, cuya fuente es el pensamiento mismo, es decir, nuestra versión interna de la realidad, y por ende parte estructural de nuestra representación del mundo. Estos dos sistemas coinciden en un punto, de tal forma que ese cristal compartido y coincidente, sea ventana o espejo, presenta aberraciones que distorsionan. Hay algo que se interpone entre el objeto y nosotros; una pantalla que impide la crudeza de la experiencia, y en consecuencia hasta el más lúcido o brillante de los intelectos opera con instrucciones y limitaciones.

Steiner¹ se pregunta: “¿Son estos acotamientos de índole neurofisiológico o evolutivo?; ¿es que tenemos

¹ En su texto Steiner utiliza el término de pensamiento como el conjunto de acciones que lleva a cabo el cerebro no tan sólo para dialogar con nosotros mismos o generar las reflexiones entre motivos y proceder, sino como un escalón previo, tal vez

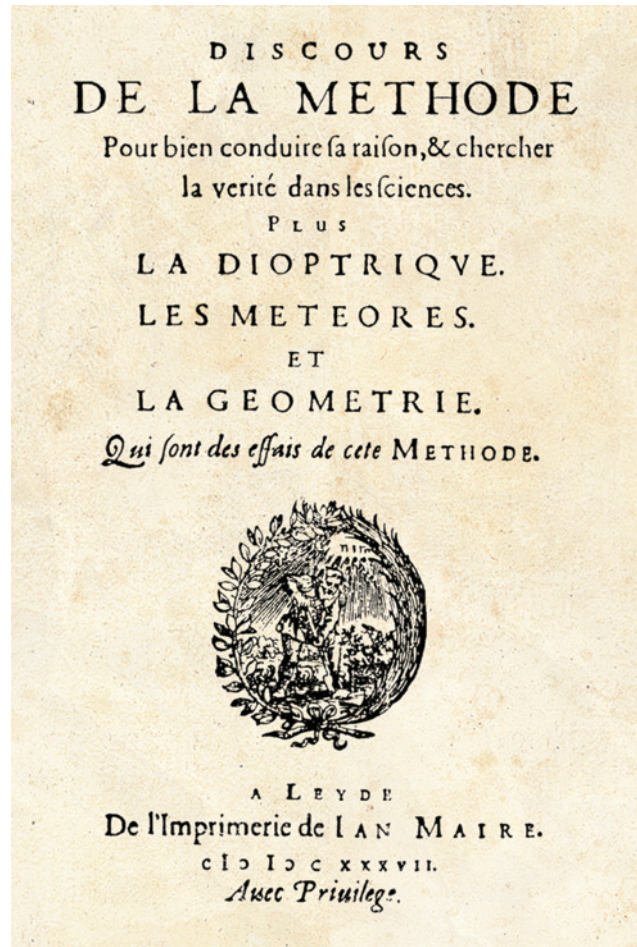


Figura 1. Frontispicio de la obra original de Descartes del *Discours de la methode*, el cual contiene también el apartado de la *Dioptrique*, sección donde se encuentran las observaciones de óptica descritas en el trabajo.

limitaciones intrínsecas?” Trataré ahora de ahondar en estos cuestionamientos y plantear algunas soluciones fundamentadas en evidencia empírica de tipo experimental.

Echando un ojo a la razón

En 1637, Descartes publicó su *Discours de la methode*. En el capítulo de la *Dioptrique* (Figura 1) se encuentra un apartado titulado *Des images qui se forment sur le fond de l'œil*, en el cual describe un

cauteloso para no etiquetarlo como “conciencia”; es decir, dejar al pensamiento en un nivel previo y por supuesto constituyente de esos procesos complejos que desembocarán en la generación de conciencia, pero que a su vez forman parte estructural de ella.

experimento realizado por él que hoy se connotaría de simple, elegante, ingenioso y lleno de intuición.

Descartes cortó la parte posterior de un ojo de buey a la altura de la salida del nervio óptico, y colocó una membrana translúcida en el sitio del corte, a manera de pantalla. Posteriormente engastó el ojo así preparado en una caja pintada de negro por dentro, con un orificio en la parte posterior —una verdadera cámara oscura— en el que a su vez él puso su propio ojo. Consideró que la imagen que se proyectaba en la pantalla de la membrana translúcida era la misma que “veía” el ojo de buey, pero invertida y concentrada, gracias al efecto óptico de la lente biconvexa del cristalino (Figura 2). Esto, que aparentemente es un experimento simple de óptica biológica, tiene una trascendencia mucho mayor; escogí este ejemplo porque se considera que en el humano el componente visual tiene gran relevancia en la construcción del fenómeno de la conciencia (Goodale, 2000).

Lux brillante

En sus primeros pasos, la entrada sensorial visual es completamente analógica, lo cual quiere decir tiene que ver con la física de la luz y de las lentes. Si asumimos que no existen defectos en el aparato óptico, lo que recibe el epitelio fotosensible de la retina es lo mismo para todos, en términos de la *realidad* externa. ¿Esto implica que la interpretación de esta realidad, y más aún, la posible generación de una realidad interior, diríamos generada en el cerebro, sucede a partir de este punto de proceso? Existen varios datos neurofisiológicos y relacionados con enfermedades que pueden dar luz al respecto. En este punto particular utilizaré el daltonismo, un caso simple pero demostrativo.

El daltonismo es un trastorno de origen genético ligado al cromosoma X, que provoca una *discromatopsia dicromática*. Normalmente contamos con tres variedades del tipo de células denominadas “conos” en la retina, con las que percibimos el color. Cada una de ellas fabrica un diferente fotopigmento: azul, de longitud de onda corta (420 nanómetros); verde, de longitud media (530 nanómetros), y rojo, con longitud larga (560 nanómetros). En el daltonismo, uno de estos fotopigmentos está ausente. La consecuencia es con-

fundir longitudes de onda diferentes, o percibir como iguales el verde y el rojo, o en el otro polo, el amarillo y el azul.

La pregunta relevante es si el cambio en los parámetros de entrada sensorial visual genera una *perturbación* en la realidad perceptual del individuo; o bien si el procesamiento que se lleva a cabo en la corteza cerebral modula esta información al grado de permitir un código que permita distinguir entre dos colores sin tener, en el sentido del receptor al color, el aparato biológico para hacerlo. Parte de la respuesta está en la esfera cognoscitiva, integrada en estructuras o núcleos relacionados con el sistema límbico, que integra funciones de memoria (hipocampo), el ámbito de las respuestas dicotómicas, como huir o pelear (amígdala del lóbulo temporal), y por supuesto las cortezas cerebra-

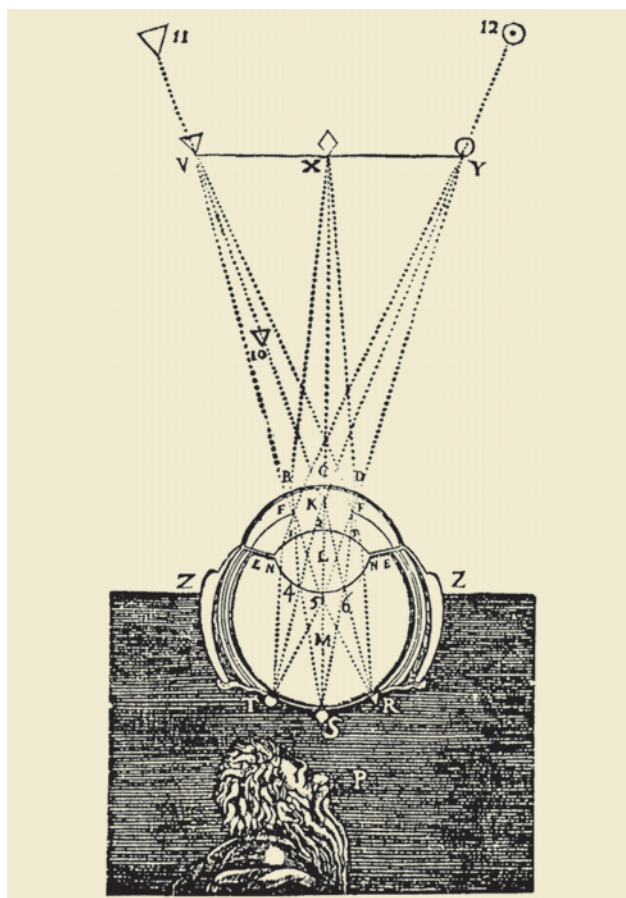
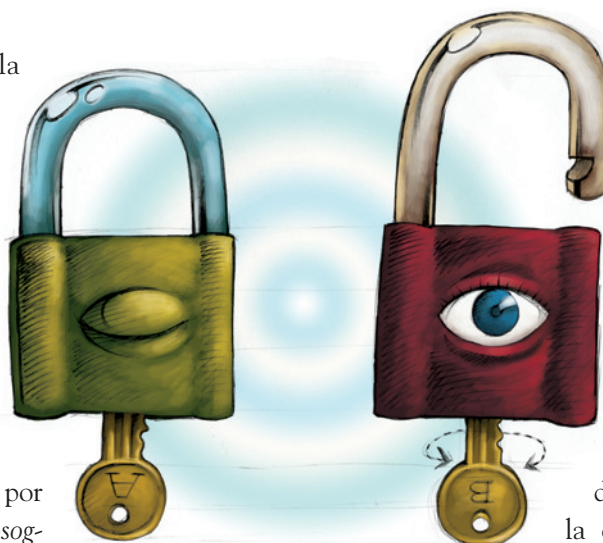


Figura 2. Ilustración de la *Dioptrique* en el apartado titulado *Des images qui se forment sur le fond de l'œil*, en el que Descartes explica el experimento de engastar en una cámara oscura un ojo de buey y analizar los fenómenos ópticos que resultan del paso de la luz por las estructuras transparentes del ojo.

les, de manera particular la visual, la cual activa un programa lógico con el que los atributos visuales se contrastan con el entorno, se ponen en un contexto de movimiento o estaticidad y de profundidad, echando mano de la tercera dimensión, y de color.²

Tal vez el caso extremo en este sentido esté ejemplificado por el síndrome de Antón, una *anosognosia* visual producto de un evento vascular cerebral debido al cual la corteza visual sufre un infarto, y los pacientes refieren poder ver cuando tienen una ceguera cortical.³

En este punto retomo los cuestionamientos de Steiner, en el sentido de preguntarse si el acotamiento sensorial es de índole neurofisiológica o evolutiva. Creo que la evolución va determinando el andamiaje neurofisiológico más adecuado, o lo que los evolucionistas llamarían adaptación, y a lo cual le agregaría al entorno próximo donde vive o se desarrolla cada especie. Citaré un ejemplo en relación con la naturaleza de la percepción del murciélago, un ser confinado a las sombras de cuevas y socavones, entorno que le ha otorgado una ventaja en el escalón de la supervivencia y en el cual los ojos le sirven de poco. En cambio su emisión ultrasónica hace le sea posible percibir el entorno mediante el eco, lo que da un resultado óptimo en términos de adaptación y evolución.⁴ En este sentido, el *percatarse*, para una especie en particular, está en relación con fenómenos evolutivos que “afinan” al aparato sensorial hacia uno u otro lado, pero en el



fondo los sistemas de detección proveen información fundamental a los sistemas nerviosos para que los individuos tengan las herramientas para generar un modelo o concepto de entorno; de ser éste acertado, les permitirá vivir y reproducirse.

Retomando la pregunta del inicio: el cerebro presenta la capacidad de adaptarse y de esta forma darle al individuo el poder de contender con un entorno mediante una estrategia cognoscitiva; en el ámbito de la especie, son estas mutaciones las que pueden permitir una estrategia adaptativa para el futuro.

Evolucionar para ver y ver para evolucionar

En realidad, la importancia de la percepción del entorno y del otro no estriba en los mecanismos o herramientas biológicas utilizadas para este propósito, sino en el concepto mismo de percatarse, y la reflexión del percatarse. Esto tiene implícito que el percatarse tiene limitaciones fundamentales que se encuentran estrechamente relacionadas con el binomio evolución-adaptación que se expresa en una especie determinada.

Los disparadores de nuestra propia evolución están estrechamente relacionados con la captación de imágenes del exterior, con la distinción definida de los límites de las cosas, y con la particularidad del color visible, gracias a los tres fotopigmentos con los que cuenta nuestro ojo. En efecto: es el verde que se encuentra al centro del espectro el que determina el entorno de nuestra evolución en las sabanas y las selvas del este africano, entorno sin el cual nuestra evolución no hubiera sido posible. Más aún: la visión en movimiento, es decir el *cinetismo*, y la percepción en tercera dimensión del entorno, permitieron a nuestra especie estar del lado de los depredadores, y obtener como piezas de caza animales que por su volumen y destreza

² Para profundizar en el tema es recomendable revisar los artículos originales de Zeki y su grupo, en particular lo relacionado con la subespecialización de la corteza visual (Zeki 93 área cortical visual V4).

³ Al respecto, vale la pena leer el relato de Oliver Sacks “Ver y no ver” de su libro *Un antropólogo en Marte* (1997).

⁴ Hace algunos años el filósofo Thomas Nagel (1974), en un artículo titulado “What is it like to be a Bat?”, se refiere al reduccionismo de la ciencias y a la sobresimplificación que postulan los neurocientíficos en relación con el problema de la conciencia, y en particular al problema de la cualidad sensorial o “cualia”, al que considera irreductible.

fácilmente nos convertirían en sus presas; finalmente fueron fuentes de proteínas, abrigo e instrumentos, que a su vez condicionaron la evolución del cerebro.

En este sentido, vale la pena ahondar en ciertos rasgos evolutivos definatorios del género *Homo*, gracias a los cuales nos separamos de otros primates cercanos como por ejemplo el chimpancé, a pesar de compartir el 98 por ciento del genoma. En primera instancia, a nivel de la estructura ósea, la curvatura sigmoidea que presenta la columna vertebral, a manera de resorte, permite estabilizar el cráneo durante la marcha y la carrera. Esto le confiere a la entrada sensorial visual más estabilidad, y de esta forma se puede determinar un punto fijo y una trayectoria para llegar a él con relativa facilidad. Este hecho se puede demostrar con los experimentos de cinemática de la marcha, en los que se observa el grado de desplazamiento de los ojos en sentido vertical. Más aún, si trazamos una línea virtual que pase por el meato auditivo y la comisura del ojo, se genera el plano horizontal del individuo erguido, que a su vez es la orientación que tiene el canal semicircular horizontal del oído interno. Este mismo efecto se puede observar en los estudios cinemáticos relacionados con subir escaleras, donde se advierte que a pesar de que el movimiento de los miembros inferiores es en sentido vertical, se mantiene estable el plano horizontal (Berthoz, 2000; Figura 3). Ciertamente, la estabilización de la visión no es completa desde el punto de vista de la biomecánica del individuo. Para esto también interviene todo un procesamiento del sistema nervioso que acaba por estabilizar la imagen que vemos durante la marcha o carrera. Esto, de manera práctica, condicionó que nuestros ancestros pudieran apuntar lanzas y hondas con más precisión en las cacerías, mientras el propio cuerpo estaba en movimiento.

En el humano, ver es una de las más complejas y exquisitas funciones fisiológicas, y me atrevería a recalcar que es el sentido que ha condicionado buena parte de nuestra evolución y desarrollo como especie. La imaginación visual permite vislumbrar (*ver* en otro sentido) escenarios que no tenemos enfrente, y la inteligencia nos ha llevado a formular posibilidades que, al ser reveladas por la lógica, la inducción y la deducción, se hacen presentes y se transforman en visión en otro sentido más del término.

Ver sin ver

Algunos de los modos de operar del sistema nervioso con respecto a los procesos ligados a la conciencia se ponen en evidencia por su ausencia, es decir, por lesiones o fallos en el funcionamiento de la percepción visual. Me referiré en particular a la “visión” interior que construye el ciego de nacimiento.

Parece claro que los ciegos agudizan los sentidos restantes, y con ellos contienden con la ubicación y la identificación de su entorno: el cerebro se constituye en una máquina de fabricar hipótesis. Me explico: el principal recurso para hipotetizar, en el humano dotado de visión, es la imagen visual en sí misma. Es decir, la visión nos da elementos no sólo de forma, color, textura, etcétera, sino también de posición y de la relación con otros objetos o entidades. Con estos elementos, y la memoria de lo ya visto, construimos buena parte del andamiaje racional que permite un modelo adecuado de la realidad externa.

En los ciegos, al faltar los elementos para la construcción de una imagen sensorial, la percepción se realiza a partir de otras entradas, amplificadas u optimizadas por medio de procesos plásticos cerebrales, con las cuales se obtiene una “imagen” no visual del



Figura 3. Dibujo realizado mediante las sobreexposiciones de fotografías de un individuo corriendo, en el cual se muestra que a pesar del movimiento del cuerpo se preserva un eje de estabilidad en la base del cráneo, lo que permite fijar la visión durante el desplazamiento. Tomado de Berthoz, A., *The brain's sense of movement*, Ed. Stephen M. Kosslyn, Harvard University Press, 2000.

entorno. Se podría decir que los ciegos integran un mapa cognoscitivo mediante una representación multidimensional, ciertamente acotada, por medio de la cual se ubican en el entorno no sólo geográfico, sino también social. Un buen ejemplo de esto son los trabajos de Paul Bach-y-Rita, recopilados en su libro *Brain mechanisms in sensory substitution*, con los que mostró la posibilidad de percibir, mediante una matriz que estimula la piel y confiere una “imagen” visual o sonora, mediante estimulación táctil, o la utilización de eco-localización por algunos ciegos, con la cual pueden identificar objetos y determinar su distancia. La notable capacidad plástica del cerebro lo convierte en un sistema con alta adaptabilidad, en aras de mantener las entradas sensoriales suficientes para poder generar un mapa lógico del entorno.

Esto puede ser llevado al terreno de la propiocepción y de la imagen corporal. Las personas a las que se les ha amputado una mano o el antebrazo suelen percibir un “miembro fantasma” en posición aberrante, que en ocasiones es doloroso. El miembro es susceptible de “moverse, cambiar su postura o relajarse” por medio de una imagen en un espejo que refleja la mano existente. El cerebro es capaz, mediante el engaño visual, de reactivar la corteza motora del miembro amputado y ordenar al fantasma que se mueva o relaje, con la consecuente disminución del “dolor fantasma” (Ramachandran y Rogers-Ramachandran, 1996).

Conclusión

En este ensayo se propone que para la construcción del fenómeno que conocemos como conciencia es esencial que los individuos se percaten de su unicidad y se diferencien de la otredad. El grado de autoconciencia está también en función de la complejidad del armazón del yo.

El segundo aspecto se relaciona con la evolución humana desde el punto de vista de sus sistemas sensoriales, en los que la visión domina como andamiaje fundamental para la construcción de conciencia. Si bien no somos la especie con mejor visión del reino animal, la visión es un concepto extendido que puede ser definido como la capacidad de “observación”. Esto implica reminiscencias evolutivas que se refieren a la

capacidad que tiene nuestro cerebro para continuar creciendo y madurando después del nacimiento, y que tiene consecuencias funcionales en las memorias de corto, mediano y largo plazo, en el aprendizaje y en áreas relacionadas con el ámbito social y cultural.

Por último, se plantea un cerebro con la capacidad de generar hipótesis con base en lo que percibe, y generar de esta forma la “visión” o construcción de una realidad no existente pero posible.

Francisco Pellicer Graham es médico neurofisiólogo interesado en los mecanismos sensoriales, en particular el dolor. Es jefe del Laboratorio de Neurofisiología Integrativa y director de Investigación en Neurociencias en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente, en México, D.F.

pellicer@imp.edu.mx



Lecturas recomendadas

- Berthoz, A. (2000), *The brain's sense of movement*, Cambridge, Estados Unidos, Harvard University Press.
- Descartes, R. (1996), *Discours de la méthode*, París, Librairie Philosophique J. Vrin.
- Goodale, M. (2000), “Perception and action in the human visual system”, en Gazzaniga, Michael (ed.), *The new cognitive neuroscience*, 2a. ed., Cambridge, Estados Unidos, MIT Press, pp. 365-377.
- Ramachandran, V. S. y D. Rogers-Ramachandran (1996), “Synesthesia in phantom limbs induced with mirrors”, *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 263:377-386.
- Sacks, O. (1997), *Un antropólogo en Marte*, Barcelona, Anagrama.
- Steiner, G. (2007), *Diez (posibles) razones para la tristeza del pensamiento*, México, Fondo de Cultura Económica/Siruela.