

PERCEPCIÓN DE LO REAL Y HOMEOSTASIS

LUIS BETANCOURT; LUIS HERNÁNDEZ

PROFESORES DE LA ULA

RESUMEN

El ensayo plantea que la percepción depende de nuestro cuerpo “Percibimos la realidad a través de nuestro cuerpo” señala que el cuerpo es una suerte de interfaz entre cerebro y mundo, y separa los dos procesos inversos de la percepción que, bien mirados, corresponden *mutatis mutandis*, a la inducción y a la deducción (Este comentario y otro que brevemente haremos, indicando cuando así sucede, son comentarios desde fuera del texto sobre el que se hace el resumen). El ensayo describe los dos modos de percepción; el “procesamiento Bottom up), “de abajo hacia arriba”, de lo específico a lo general, que parte de una percepción sensorial del cuerpo que será configurada en imágenes en el cerebro, en impacto a las neuronas, “minúsculas computadoras biológicas, donde la sensorialidad realiza la conversión en imagen y abstracción.

El camino inverso, “procesamiento top down, de arriba hacia abajo, de lo general a lo particular establecería un rigor de percepción que llevaría a percibir el libre albedrío como una ilusión. La neurociencia se encarga de estudiar estos procesos, destacando situaciones de expectativas y motivaciones.

(El ensayo reflexiona sobre dos procesos de percepción que, como hemos señalado, tienen larga presencia en los estudios sobre el conocimiento, tales, *mutatis mutandis*, la inducción y la deducción, importante reflexión pero inevitablemente parcial en el largo horizonte de reflexión sobre la percepción...).

PALABRAS CLAVES: Cuerpo, percepción, neurociencia, cerebro, bottom up, top down

PERCEPTION AND HOMEOSTASIS

ABSTRACT

This essay proposes that perception depends on our body. “We perceive reality through our body” indicates that the body is a kind of interface between the brain and the world, separating the two inverse processes of perception, which, when examined closely, correspond *mutatis mutandis* to induction and deduction. (This comment and another that it will briefly take place, indicating when this happens, are comments from outside the text on which this summary is made). The essay describes the two modes of perception: the “bottom up processing”, from the specific to the general, starting from a sensory perception of the body that will be configured in images in the brain, impacting neurons, “tiny biological computers, where sensoriality carries out the conversion into image and abstraction.

The reverse path, “top down processing,” from the general to the particular, would establish a rigor of perception that would lead to perceive free will as an illusion. Neuroscience is in charge of studying these processes, highlighting situations of expectations and motivations.

(The essay reflects on two processes of perception that, as it has pointed out before, have a long presence in studies on knowledge, such as, *mutatis mutandis*, induction and deduction - an important but inevitably partial in the long horizon of reflection on perception...)

KEYWORDS: Body, Perception, Neuroscience, Brain, Bottom up, Top down

'Space is nothing but the form of all appearances of other sense... can be given prior to all actual perceptions, and so exist in the mind a priori, and ... can contain, prior to all experience, principles which determine the relations of these objects'
(Kant, *Critique of Pure Reason*, p.17)

Percibimos la realidad a través de nuestro cuerpo. El cuerpo actúa como una interfaz entre el cerebro y el mundo exterior. Las imágenes que se suceden en la mente son resultado de la interacción entre el organismo y el medio ambiente, manifestaciones de cómo la reacción del cerebro al medio ambiente afecta al cuerpo, indicios de cómo van los ajustes del cuerpo en el estado vital que se está desarrollando. La mente está dedicada a contar la historia de los múltiples eventos del cuerpo, y usa esa historia para optimizar la vida del organismo. Así, el cerebro junto al cuerpo del que forma parte integrada, construye la mejor conjetura de la realidad que percibe indirectamente a través del cuerpo. En este breve ensayo nos proponemos mostrar los enfoques básicos acerca de cómo se produce la percepción.

Explicar la mente es uno de los problemas más difíciles de la neurobiología debido a la ambigüedad de su definición y nuestro conocimiento limitado del cerebro. La mente es un producto del funcionamiento del cerebro. Sin embargo, aunque hoy se acepta sin resistencias que existe un acoplamiento mente-cerebro, esto no resuelve el dualismo, pero parece que solo cambia la ubicación de esta división. La

mente existe porque hay un cuerpo que le proporciona contenido. La mente realiza tareas útiles para el cuerpo, gestionando la producción de respuestas automáticas adecuadas para el objetivo correcto; anticipar y planificar nuevas respuestas; y crear todo tipo de circunstancias y objetos que sean beneficiosos para la supervivencia del cuerpo en un entorno cambiante que puede volverse amenazador.

¿Cómo procesa nuestra mente la información del mundo que nos rodea? Existen dos enfoques básicos sobre cómo se produce esta sensación y percepción. Uno se conoce como procesamiento ascendente (bottom up) y el otro se conoce como procesamiento descendente (top down).

PROCESAMIENTO BOTTOM UP

El cerebro percibe la realidad a través del cuerpo. La realidad se registra en el cerebro en forma de imágenes mentales. El procesamiento de abajo hacia arriba explicaría las percepciones que provienen de estímulos entrantes y van hacia arriba hasta que se forma una representación de él en nuestras mentes. Este proceso sugiere que nuestra experiencia perceptiva se basa completamente en los estímulos sensoriales que provienen de la interocepción y los cambios químicos internos, integradas por información de las vísceras y de órganos específicos, así como las que provienen de la exterocepción, que registra patrones del mundo exterior por medio de dispositivos sensoriales y que reunimos usando solo los datos que están disponibles en nuestros órganos de los sentidos (Talsma, 2015).

Damos sentido al mundo tomando energía del entorno y convirtiéndola en señales neuronales electroquímicas, a lo que llamamos sensación. En el siguiente nivel del proceso, nuestro cerebro interpreta esas señales sensoriales, y a eso lo llamamos percepción. Estas imágenes corporales internas o externas corresponden a cambios moleculares/atómicos como los que producen los fotones sobre la retina, o con cambios macroscópicos, como la posición de una extremidad o del cuerpo entero. Estos cambios en el cuerpo se registran y mapean en el cerebro en regiones particulares a partir de señales eléctricas, químicas y electroquímicas. Estos mapas mentales, constituyen en última instancia patro-

nes de actividad o inactividad de grupos neuronales que se transforman en imágenes mentales (Choi et al., 2018).

En la actualidad nuestros conocimientos acerca de cómo se convierten los patrones neurales en imágenes mentales, son bastante limitados. Somos capaces de describir correlatos de patrones neurales (neuro anatómicos, neurofisiológicos y neuroquímicos) y podemos describir imágenes por medio de la introspección, pero sólo en parte sabemos cómo se pasa de los unos a las otras.

Estos patrones/imágenes que se corresponden con los objetos o acontecimientos fuera del cerebro, son construcciones de éste relacionadas con la realidad que las provoca, pero no son imágenes de espejo o réplicas de dicha realidad. Las imágenes que se producen a nivel mental se basan en cambios que ocurren en nuestro organismo (cuerpo-cerebro), cuando interactuamos con la realidad. Cuando afirmamos que las imágenes mentales, son construcciones del cerebro, no negamos la realidad de los objetos percibidos. Luego, el conjunto de patrones neurales que interpretamos como la imagen de un objeto determinado se construye a partir de una colección de correspondencias particulares en cada individuo, pero, somos tan similares biológicamente, que individuos diferentes, construimos patrones neurales similares y equivalentes de una misma cosa.

Así mismo, en cada uno de nuestros cerebros, la actividad combinada de miles de millones de neuronas, donde cada una, es una minúscula computadora biológica, genera, en ausencia de objetos, una activación de las neuronas previamente excitadas o inhibidas durante nuestras experiencias sensoriales. A esto lo llamamos abstracción. Estas abstracciones pueden ser manipuladas dentro de nuestros cerebros y darnos la sensación de que nuestro mundo abstracto es distinto del mundo que conocemos a través de nuestra sensorialidad. También podemos inventar imágenes adicionales para simbolizar objetos y acontecimientos y para representar abstracciones. Podemos fragmentar las imágenes corporales que ya hemos comentado y recombinar sus partes. Cualquier evento u objeto, puede representarse mediante símbolos inventados o imaginados, como números o palabras, y estos signos pueden combinarse en ecuaciones o frases.

PROCESAMIENTO TOP DOWN

En el procesamiento de arriba hacia abajo, las percepciones van de lo general hacia lo específico. Estas percepciones están influidas por conocimientos previos y por nuestras expectativas. En otras palabras, el cerebro aplica lo que sabe para completar un patrón incompleto o predecir lo que sigue.

El cerebro aporta su conocimiento innato y experiencia automatizada. Muchas de las señales corporales destinadas a convertirse en imágenes cerebrales del cuerpo, a base de las cuales está construida la mente, son generadas por el cerebro de arriba abajo (top down). El cerebro produce repertorios de comportamientos específicos y muy conservados evolutivamente, para que se activen en circunstancias determinadas, por ejemplo cuando bajan las reservas de energía y el cerebro desencadena un “estado de hambre”, que corresponde al programa central que conduce a la corrección de ese desequilibrio homeostático. La idea de hambre surge de los cambios corporales inducidos por el despliegue de dicho programa.

Sin embargo, los experimentos de estimulación cerebral demuestran que todas estas funciones cerebrales pueden ser evocadas sin intervención de la voluntad. En un experimento realizado en nuestro laboratorio, mostramos como una rata consciente y saciada, come contraviniendo su estado fisiológico (de saciedad) al aplicarle estímulos eléctricos en el lugar apropiado del cerebro (excitando las neuronas de la región perifornical del hipotálamo lateral de la rata) <https://www.youtube.com/watch?v=wsKGkNgyw7I>. Por otro lado, algunos estudios demuestran que todo movimiento voluntario está precedido de una gran actividad cerebral que ocurre inconscientemente antes de que nos demos cuenta de que queremos realizar el movimiento. (Libet, 1982). Estas experiencias y resultados, sugieren que además de que nuestra voluntad proviene del tejido nervioso, el libre albedrío es una ilusión.

UN PAR DE EJEMPLOS

Aplican los mismos principios en la manera como el cerebro percibe ser un cuerpo o tener un cuerpo. El cerebro hace su mejor conjetura

sobre lo que forma y lo que no forma parte del cuerpo. Hay un hermoso experimento en neurociencia para ilustrarlo. A diferencia de la mayoría de los experimentos en neurociencias, este es uno que pueden hacer en sus casas. En 1998, Botvinick y Cohen, dos profesores del instituto de Neurociencia de Princeton, fueron los primeros en mostrar cómo el esquema corporal podía ser manipulado y lo hicieron mediante el experimento de la ilusión de la mano de goma (Rubber Hand Illusion) (Botvinick & Cohen, 1998). Se puede inducir en un sujeto sano la vívida sensación de que una mano de goma es su propia mano. Esto se consigue ocultando de la vista del sujeto su mano real, y colocando una mano de goma y un trozo de tela imitando al brazo real. Posteriormente con un pincel u otro utensilio se toca la mano real y la mano falsa de forma sincrónica y en las mismas posiciones. Varios minutos después de que el participante observe el toque en la mano de goma y perciba al mismo tiempo el toque en su mano real empezará a experimentar que la mano de goma forma parte de su cuerpo.

La ilusión también puede ser inducida en otras partes del cuerpo, como en la cara o incluso en el cuerpo completo. La idea es que la congruencia entre ver tacto y sentir tacto en un objeto que se parece a la mano y está más o menos donde una mano debe estar, es suficiente evidencia para que el cerebro haga su mejor conjetura, que la mano falsa es, de hecho, parte del cuerpo. Esto significa que incluso las experiencias de qué es nuestro cuerpo es una especie de mejor conjetura. Una especie de alucinación controlada por el cerebro (Seth, 2013; Suzuki et al., 2013).

En la Ilusión del tablero, publicada en 1995 por Edward Adelson, profesor en el departamento de ciencias cognitivas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Se demuestra que el sistema visual necesita determinar el color de los objetos en el mundo (Fiedler & Moore, 2015). El sistema visual no es muy bueno para ser un medidor de luz física, pero ese no es su propósito. La tarea importante es dividir la información de la imagen en componentes significativos, para así percibir la naturaleza de los objetos a la vista.

La ilusión de la sombra en el tablero de ajedrez, publicada por primera vez por Adelson en 1995. Izquierda: Los escaques A y B son equiluminantes pero la tonalidad percibida difiere. Derecha: la super-

posición de dos barras en el mismo tono de gris destruye la ilusión. © 1995, E.H. Adelson

En este caso, el problema es establecer el tono gris de los cuadrados en el tablero. Solo medir la luz proveniente de una superficie (la luminancia) no es suficiente: una sombra proyectada atenuará una superficie, de modo que una superficie blanca en la sombra puede estar reflejando menos luz que una negra a plena luz. El sistema visual usa varios trucos para determinar dónde están las sombras y cómo compensarlas, para determinar el tono de "color" gris que pertenece a la superficie. Es exactamente el mismo tono de gris. En este caso, el cerebro está usando sus expectativas anteriores arraigadas profundamente en los circuitos de la corteza visual de que una sombra oscurece la apariencia de una superficie. Así vemos a B como más claro de lo que realmente es. Este es un buen ejemplo, que muestra la rapidez con la que el cerebro puede usar nuevas predicción para cambiar lo que conscientemente experimentamos.

Lo notable es que la información sensorial que entra en el cerebro no ha cambiado en absoluto. Lo que ha cambiado es la mejor conjetura del cerebro sobre las causas de esa información sensorial. Y así cambia lo que conscientemente vemos. Esto pone la base cerebral de la percepción de la realidad en una perspectiva algo diferente.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Sin imágenes mentales, el organismo no podría realizar de manera oportuna la integración a gran escala de información crítica para el equilibrio homeostático. Además, sin un sentido del yo y sin los sentimientos que lo integran, tales integraciones mentales de información a gran escala no estarían orientadas a los problemas de la vida del organismo, como son, la supervivencia y la obtención de bienestar.

El procesamiento ascendente resulta sumamente útil para comprender algunos elementos de cómo se produce la percepción. Sin embargo, la investigación ha demostrado que otros factores, como las expectativas y la motivación (elementos del procesamiento de arriba hacia abajo) determinan la manera en que percibimos las cosas que nos rodean.

En un mundo que nos somete a experiencias e información sensorial prácticamente ilimitadas, el procesamiento de arriba hacia abajo puede ayudarnos a comprender rápidamente el entorno. Nuestros sentidos reciben constantemente información nueva. En todo momento, estamos experimentando un flujo abrumador de imágenes, sonidos, olores, sabores y sensaciones físicas. Es imposible enfocarnos por igual en todas estas sensaciones cada segundo de todos los días. El procesamiento descendente nos permite simplificar nuestra percepción del mundo. Nos permite dar sentido rápidamente a la información que ingresa desde nuestros sentidos. A medida que vamos asimilando más información sobre el entorno, las impresiones iniciales (que se basan en experiencias y patrones anteriores) influyen en la forma en que interpretamos los detalles más finos.

El cerebro es una máquina de predicción de las experiencias del mundo que nos rodea. Si nos imaginamos como un cerebro confinado en el estuche óseo del cráneo, intentando percibir lo que hay en el exterior. No podríamos ver luces, ni escucharíamos sonido alguno. Solo podríamos detectar las corrientes eléctricas y señales químicas que se corresponden indirectamente con las cosas del mundo interno y externo, cualesquiera que sean. Así que la percepción, no es más que un proceso de conjeturas informadas, donde el cerebro combina las señales sensoriales (bottom-up) con sus expectativas o creencias anteriores (top-down) de cómo es el mundo, para formar su mejor conjetura de lo que causó esas señales. Lo que percibimos es la mejor suposición que hace el cerebro de lo que hay en el mundo.

En lugar de que la percepción dependa exclusivamente de las señales que llegan al cerebro desde el mundo exterior (bottom-up), depende tanto, si no más, de predicciones perceptivas que fluyen en la dirección opuesta (top-down). No solo percibimos pasivamente el mundo, sino que lo generamos activamente. El mundo que experimentamos viene tanto, si no más, de adentro hacia afuera que de fuera hacia adentro.

BIBLIOGRAFÍA MÍNIMA

- BOTVINICK, M., & Cohen, J. (1998).. *Nature*, 391(6669), 756. <https://doi.org/10.1038/35784>
- CHOI, I., Lee, J. Y., & Lee, S. H. (2018). Bottom-up and top-down modulation of multisensory integration. *Curr Opin Neurobiol*, 52, 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2018.05.002>
- FIEDLER, A., & Moore, C. M. (2015). Illumination frame of reference in the object-reviewing paradigm: A case of luminance and lightness. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 41(6), 1709–1717. <https://doi.org/10.1037/xhp0000123>
- LIBET, B. (1982). Brain stimulation in the study of neuronal functions for conscious sensory experiences. *Hum Neurobiol*, 1(4), 235–242.
- MAN, K., Damasio, A., Meyer, K., & Kaplan, J. T. (2015). Convergent and invariant object representations for sight, sound, and touch. *Hum Brain Mapp*, 36(9), 3629–3640. <https://doi.org/10.1002/hbm.22867>
- SETH, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends Cogn Sci*, 17(11), 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007>
- SUZUKI, K., Garfinkel, S. N., Critchley, H. D., & Seth, A. K. (2013). Multisensory integration across exteroceptive and interoceptive domains modulates self-experience in the rubber-hand illusion. *Neuropsychologia*, 51(13), 2909–2917. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.08.014>
- TALSMA, D. (2015). Predictive coding and multisensory integration: an attentional account of the multisensory mind. *Front Integr Neurosci*, 9, 19. <https://doi.org/10.3389/fnint.2015.00019>
- SCIIMEX LLC/MERIDIALYSIS. (2013). “Feeding Deep Brain Stimulation”. <https://www.youtube.com/watch?v=wsKGkNgyw7I>