

LOS PROGRAMAS DEL CEREBRO

UNA RETROALIMENTACIÓN HISTÓRICA ENTRE LA SOCIEDAD Y EL FUNCIONAMIENTO DE NUESTRA MENTE

Federico Fros Campelo¹

A lo largo de la historia, la humanidad ha venido comparando el funcionamiento de la mente con los últimos adelantos tecnológicos que aparecieran época tras época. Hay evidencias de que en la cultura helénica, propia de la Antigua Grecia, se originaron versiones de cómo funciona la mente que todo tenían que ver con los fluidos, cuya mecánica era objeto de estudio en la ciencia de aquel entonces. Recordaremos a Arquímedes de Siracusa con su supuesta exclamación de <<¡Eureka!>> y sus proverbiales avances en principios de hidrostática (rama de la hidráulica enfocada en definir presiones y densidades de fluidos en equilibrio).

En aquel entonces surgía la *Teoría de los Cuatro Humores*, adoptada por el famoso médico Hipócrates, la cual sostenía que nuestra personalidad y nuestro estado de salud se relacionaba con cuatro tipos de sustancias líquidas dentro de nuestro organismo (identificadas como bilis, bilis negra, flema y sangre).

Posteriormente, con el advenimiento de la Edad Media, las analogías de cómo funcionaría nuestra mente fueron protagonizadas por mecanismos de poleas y contrapesos. Incluso las catapultas se transformaron en objetos de comparación por excelencia a la hora de elucubrar cómo pensamos y nos comportamos. Como es de imaginar, los engranajes involucrados en mecanismos de relojería también fueron protagónicos en alguna época, y aún hoy es habitual que se simbolice

¹ Ingeniero de la UBA con Diploma de Honor.

Investigador de los Procesos Cerebrales de las Emociones y las Decisiones.

Profesor del MBA de la Universidad de Palermo (UP) - Comportamiento del Consumidor.

la actividad mental con ilustraciones de cabezas llenas de rueditas dentadas (especialmente en tapas de libros, imágenes publicitarias y periodísticas, e incluso programas educativos).

En un paralelo con la moda que hoy día se recicla y vuelve a estar vigente tras décadas desaparecidas (el fenómeno de revalorizar lo "vintage" *no es* pura coincidencia), durante el siglo XVII volvieron a considerarse tecnologías de fluidos para imaginar el funcionamiento de la materia que tenemos dentro del cráneo.

Fue el famoso filósofo y matemático René Descartes quien sugirió que el cuerpo humano opera como una máquina gracias a propiedades materiales. Lo hizo en su libro "*Pasiones del Alma*" (1649) y también en un tratado inconcluso escrito en 1647 llamado "Descripción del Cuerpo Humano". Allí describía nuestras redes venosas como ductos por los que fluía comida digerida hacia el corazón (cosa que más adelante fue desarrollada por William Harvey como "circulación de la sangre").

Pero, ¿qué había respecto al funcionamiento de la mente (o del alma, según se solapaba en aquel entonces)? Descartes describía el alma como inmaterial y desobediente a las leyes de la naturaleza. Nació así uno de los dualismos más peligrosos de la visión científica, que todavía hoy lamentablemente tiene repercusiones en hombres de ciencia y tecnología: La oposición entre mente y materia.

El cerebro entraba en la escena cartesiana a través de una estructura interna muy particular que hoy se conoce como glándula hipófisis. También denominada glándula pineal en aquel entonces, se transformó en la vedette de Descartes. Él introdujo en sociedad el paradigma de que la glándula pineal era la supuesta responsable por la interacción entre la mente y el cuerpo. ¿Cómo? Pues bien, Descartes sugería que ella "el asiento del alma". Uno de los argumentos que utilizaba para defender su postura era que dicha glándula está localizada cerca de los ventrículos cerebrales, creyendo él que el fluido cerebroespinal de los mismos actuaba de alguna manera para controlar el cuerpo.

Esta analogía con mecánica de fluidos explicaba, para él, la percepción. Los ventrículos cerebrales tendrían sus paredes revestidas de hipotéticas y minúsculas válvulas, tironeadas mecánicamente por las fibras nerviosas de nuestros órganos sensoriales, como si fuesen hilos. Así, una vez abiertas dichas valvulitas y por diferencia de presión, la glándula pineal se vería influida. En este paradigma, las ideas comenzaban cuando la glándula pineal vibraba en una suerte de sincronía,

transformándose en el asiento de la imaginación y del "sentido común", y a su vez dando origen a las emociones.

Semejantes argumentos pueden perfectamente hoy día rotularse como *pseudocientíficos*: La construcción de un modelo falso de cómo funcionan las cosas, a partir de supuestos observables que le dan aparente solidez al discurso. Es decir, una pseudociencia resulta un conjunto de ideas que parte de algunos principios científicos, pero acumula tantas suposiciones sin evidencia ni sustento que ya no hay forma siquiera de ponerlas a prueba. El asunto es que, como sigue usando un lenguaje científico, parece que tuviera respaldo.

Las descripciones traídas de los pelos acerca del funcionamiento de la mente a través de la glándula pineal no implican que debamos considerar toda la obra de Descartes como descartable, si se me permite el juego de palabras. Pero, parafraseando al neurofisiólogo portugués Antonio Damasio, Descartes erró enormemente en lo que respecta al funcionamiento del cerebro, induciendo la versión dicotómica de materia y mente como entidades opuestas –cosa que en verdad obstaculizó por siglos el entendimiento de nuestros procesos cerebrales (Damasio, 1996).

La noción de *presión* como algo inherente al funcionamiento profundo de nuestro cerebro continuó vigente, sea por supuestos fluidos líquidos o gaseosos, y dio lugar a tremendos debates en los científicos de la época. Como aquellos organizados por Herman Boerhaave, médico y botanista holandés nacido en siglo XVII, a quien se le reconoce el mérito de haber sido el primero en aplicar los principios de la mecánica de Newton a la química. También pseudocientíficamente, organizó sus famosas *Disputas neumáticas de la mente humana* entre 1687 y 1688.

Es aún hoy que en la psicología popular sigue vigente cierta versión de presión como algo propio de los mecanismos del cerebro. Especialmente cuando popularmente se tratan de argumentar reacciones como las típicas de enojo o pérdida de control: tras la acumulación de estímulos que nos van irritando, llegamos a un umbral irreversible, como si de una olla a presión se tratase. Como ingeniero, y conociendo la evolución de las revoluciones industriales, no dudo que la aparición de la máquina de vapor (resuelta por el inventor escocés James Watt) fundamentó enormemente esta analogía. Al fin y al cabo, tal como explica el profesor Douglas Hofstadter (2013), las analogías son el combustible del pensamiento humano.

Con el surgimiento de las tecnologías de computación durante la Segunda Guerra Mundial, se da también la aparición de la *Teoría Computacional de la Mente* en la década de 1940. La premisa fundamental de semejante abordaje es que la *actividad fundamental del cerebro es el procesamiento de información*.

Como bien argumenta el brillante Steven Pinker, psicólogo cognitivo de Harvard, la informática y la computación residen en patrones de datos y en relaciones lógicas que son independientes del soporte físico que las transporta (Pinker, 1997). Precursores de la Teoría Computacional de la Mente han sido matemáticos como Alan Turing, y científicos en computación como Herbert Simon y Marvin Minsky (siendo este último gran exponente de la Inteligencia Artificial). Bajo su perspectiva, un determinado programa puede correr en computadoras hechas ya sea de válvulas, de switches electromagnéticos, de transistores, de circuitos integrados o de palomas bien entrenadas. Y, por supuesto, también en un cerebro humano.

La analogía entre un cerebro y una computadora es la que fundamentalmente rige hoy día a nivel global (con sus versiones más sofisticadas, en las que comienzan a aparecer paralelos con redes e internet). Semejante analogía consigue resolver una arista del problema dicotómico “mente-cuerpo” que expliqué en los párrafos anteriores. ¿Cuál? ¿Cómo se conecta el plano etéreo de la actividad mental con el puñado de materia física al que llamamos cerebro?. Según la Teoría Computacional de la Mente, creencias y deseos son procesos de información, gestionados por la actividad neuronal. El paradigma dominante desde entonces en la ciencia es que *la mente resulta lo que el cerebro hace*.

La visión computacional de nuestra actividad cerebral ha permitido plantear preguntas significativas en la neurociencia, y también ha dado lugar a una agenda de investigación increíblemente fructífera en la psicología científica. Una de las mayores contribuciones proviene del filósofo Jerry A. Fodor (1983). La visión genérica de un cerebro con mecanismos de procesamiento que organizan la información se hizo incluso más refinada gracias a él. Fodor defendió fuertemente la idea de “procesos modulares” a principios de la década de los '80, como si fueran programas de software, independientemente de a qué hardware anatómico deban recurrir para ejecutar su operación.

Inicialmente, Fodor definió un *módulo* como un “sistema funcionalmente especializado”, implicando por defecto que un módulo no se

refiere a algo físico sino a una cuestión de procesamiento. Los módulos se definen por las cosas especiales que hacen dada la información disponible para ellos. Los módulos no son visibles a ojo desnudo como territorios circunscritos en la superficie del cerebro. Si es que de su aspecto físico algo puede sugerirse es que probablemente se parezcan a un tendido de vínculos desarrollados de forma irregular a través de las protuberancias y de las grietas del cerebro, o bien a un circuito desperdigado entre las regiones interconectadas por fibras y aferencias neuronales a lo largo, ancho y lo profundo del cerebro, provocando que dichas regiones involucradas actúen como una unidad de procesamiento.

Integrando la disciplina denominada *Psicología Evolutiva*, la que estudia cómo llegamos a tener los procesos cerebrales que tenemos gracias a descender de una larguísima cadena de replicantes tras millones de años de evolución, la visión de Jerry A. Fodor se ha profundizado. En Psicología Evolutiva se sugiere que los módulos son unidades de procesamiento mental que evolucionaron gracias a la presión selectiva (Cosmides & Tooby, 1994). Es decir, desarrollaron como respuestas muy concretas a las presiones del entorno y de nuestros pares. De esta forma, uno de los postulados fundamentales de dicha disciplina es que la mente está organizada con funciones caracterizadas por su “*especificidad de dominio*”. Son aquellas que las funciones/programas de nuestro cerebro no resuelven problemas genéricos, sino que por el contrario resuelven situaciones muy particulares típicas en la vida de nuestros antepasados cazadores y recolectores por gran parte de nuestra historia evolutiva.

Como evidencias al respecto, pueden hallarse en el campo de la medicina numerosos casos de lesiones cerebrales que producen ‘disociaciones fuertes’. Se tratan de patologías que causan déficits perceptivos muy específicos y que resultan muy informativas sobre nuestros mecanismos cerebrales, porque contribuyen a reconocer la organización de nuestro cerebro en unidades de funciones, en *módulos o programas* de carácter perceptivo.

Los pacientes con “acromatopsia”, por ejemplo, son testimonio de que la percepción del color se procesa de forma independiente de otras funciones visuales. Por culpa de daños concretos sobre ciertas áreas cerebrales, estos pacientes perdieron exclusivamente la visión del color y perciben las superficies como grises o sucias.

Incluso la percepción del movimiento es independiente a otros módulos operativos de la visión. Hay algunas personas con la inquietante

“acinetopsia” su función de detección del movimiento no opera correctamente. Perciben que los objetos cambian de posición pero recién una vez que el cambio ya sucedió. No son capaces de ver la trayectoria completa, de ver cómo se mueven. Por ejemplo, no reconocen la fluencia del vapor ni el llenado de una taza de té, sino que en un momento la ven vacía y en otro momento la ven llena.

Por otra parte quienes padecen “prosopagnosia” no pueden reconocer rostros. Ni siquiera los de sus seres queridos. Esto ha permitido que psicólogos cognitivos infiriesen que uno de los programas perceptivos inherentes a la visión, que funciona como marco de referencia fundamental para la supervivencia, es un “módulo de reconocimiento-de-rostros”. En realidad, si advertimos que algunos pacientes con prosopagnosia también tienen problemas para reconocer otras figuras -y no solamente rostros- algunos neurólogos prefieren afirmar algo más genérico. Manifiestan que los prosopagnósicos tienen problemas en procesar el *tipo* de atributos geométricos que son los más útiles al momento de reconocer rostros.

Yo pienso que hacer la distinción entre “reconocer rostros” y “reconocer objetos con la geometría de rostros” no tiene sentido desde el punto de vista del módulo en cuestión, ya que al fin y al cabo el mismo está optimizado por la evolución para resolver en nuestro campo visual los rasgos geométricos inherentes a una cara. Llamar a un módulo “reconocedor de rostros” no significa reducirlo a que pueda manejar solamente caras. Prueba de ello está en las evidencias de que nuestro cerebro procesa los frentes de los coches (diseño artificial) como si fueran rostros –cosa que aprovechan las automotrices en el diseño de productos que inspiren rasgos femeninos o por el contrario virilidad y dominancia.

Evidentemente, el avance de nuestras tecnologías ha permitido que podamos formularnos modelos cada vez más nítidos sobre la operación de nuestro cerebro. Gracias a una perspectiva computacional, la visión de programas cerebrales resulta lo suficientemente acertada como para que –a partir de ella– ejecutemos artilugios nuevos y retroalimentemos la propia tecnología.

Diseñar un auto considerando el “módulo de reconocimiento-de-rostros” es, efectivamente, un artificio social y tecnológico inspirado en el conocimiento de cuáles son los programas de nuestro cerebro (Fros Campelo, 2015). También lo son las ilusiones ópticas que hoy abundan en programas documentales por TV, Internet, y hasta gale-

rias de arte. Dichas ilusiones engañan las unidades de procesamiento visual de una forma en la que estas últimas no están preparadas (debido a la carencia de semejantes estímulos artificiales en la naturaleza, escenario de la evolución cerebral).

En los desarrollos más recientes sobre la modularidad de nuestro procesamiento cerebral, se ha argumentado que el atributo clave de un módulo es el “encapsulamiento informacional” (Pylyshyn, 1999). Es decir, el procesamiento de la información dentro de un módulo no puede ser afectado por la información alojada en el resto del cerebro. ¿Cómo podemos tomar consciencia de esto en carne propia (o en “neurona” propia)? Reconociendo que los módulos de procesamiento visual (perceptivos) no son influidos por los procesos cognitivos. En palabras más sencillas: conocer que una ilusión óptica es precisamente eso –una ilusión–, no modifica el procesamiento visual. Sabemos que esas figuras no pueden estar girando, o ser oblicuas, y sin embargo no podemos evitar verlas de esa manera.

Lo dicho en el párrafo de arriba ilustra que lo perceptual no es el único terreno de la especificidad de dominio. Lo cognitivo también involucra programas de dominio específico. Prueba de ello es la comprensión neuronal moderna sobre cómo nuestro cerebro efectúa el tratamiento del lenguaje.

Insisto *El entendimiento del cerebro como sistema muy complejo, dentro del cual se disciernen unidades de procesamiento que interactúan las unas con las otras, es hasta ahora el abordaje más acertado y fructífero de la ciencia.* En consecuencia los inmensos proyectos actuales, competidores entre Europa y los Estados Unidos, que procuran mapear las conexiones anatómicas de nuestro reticulado neuronal y producir el llamado conectoma quedarían incompletos sin el esfuerzo paralelo por comprender el inmenso repertorio de funciones que un cerebro humano puede hacer (lo que podría denominarse teleoma) (Changizi, 2011).

Uno de los ámbitos menos explorados del procesamiento de nuestro cerebro, aún dada hoy día la integración transversal fructífera de la neurociencia, la psicología cognitiva y la psicología evolutiva, lo constituye la fenomenología de emociones y motivaciones. Siendo éste el ámbito en el que desarrollé mis investigaciones, me ha resultado posible revisar cómo es muy reciente (los últimos veinte años) la incorporación del paradigma de “programas del cerebro” en el estudio de las emociones. Consecuentemente, puede afirmarse que éste es el

ámbito más exigente en el cual se está desarrollando la exploración más moderna del funcionamiento del cerebro.

No hace mucho el psicólogo Silvan Tomkins propuso que ciertos procesos en las emociones pueden diferenciarse según guiones, que nos proveen de “programas” para actuar. Por su parte, Ortony y Turner (1990) sostuvieron que debe haber componentes más básicos que las emociones mismas (por más básicas que se suponga a algunas). Luego, en 1993, Carroll Izard defendió que las unidades de procesamiento de las emociones, deben resultar independientes de los procesos cognitivos de nuestro cerebro. En el año 2001 Richard Lazarus dio por tierra todo modelo de las emociones que las asumiera como dimensiones dentro de un mismo espectro continuo. O sea, nada de matices dentro de una misma paleta de colores (en clara oposición a planteos como la rueda de Plutchik), sino que debemos apostar todo a que hay procesos separados y concretos que las fundamentan: “núcleos temáticos”.

Paul E. Griffiths (1997) concilió recientemente muchos de estos aportes argumentando a favor de que las emociones estén sustentadas en “programas” afectivos o “módulos” emocionales. En la misma línea, Ross Buck (1999) propone la existencia de PRIMES: “Sistemas Primarios Motivacionales y Emocionales”, siendo estos, unidades de procesamiento que fundamentan emociones y motivaciones en simultáneo.

El trabajo más moderno y revolucionario es por excelencia el del psicobiólogo y neurocientífico Jaak Panksepp, descubriendo Sistemas emocionales que llevamos todos los mamíferos, entre los cuales se encuentra el Sistema-de-Búsqueda y otros seis (Sistema-de-Ira, Sistema-de-Miedo, Sistema-de-Atracción-Sexual, Sistema-de-Cuidado-Maternal, Sistema-de-Dolor-por-Separación, Sistema-de-Juego). (Panksepp & Biven, 2012).

Es con fundamento en estos trabajos de gigantes que yo presenté en mi libro *Mapas Emocionales*, declarado de interés científico por la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires en 2014, el *Modelo de Funciones Emocionales*.

¿En qué consisten las “funciones emocionales”? A esta altura de las investigaciones en neurociencia social y afectiva, en psicología cognitiva y en psicología evolutiva, ya podemos identificar un repertorio de ocho unidades de procesamiento a las que podemos llamar “funciones emocionales”, las cuales permiten explicar la mayor parte de nuestra vida social cotidiana (motivaciones, emociones y conductas consecuentes), e incluso predecirla.

Propongo que las funciones emocionales son procesos cerebrales discretos que le asignan valor y sentido a las circunstancias. Este propósito fue ganado gracias a la presión evolutiva a la cual estuvo sometida el cerebro, dejando en evidencia cuán efectivos fuimos en jugar el juego de la supervivencia (abarcando dentro de ‘supervivencia’ también el relacionamiento entre congéneres y no solamente entre miembros de distintas especies). De hecho, la presión de la vida en sociedad para los mamíferos, primates y homínidos ha sido increíblemente fuerte a la hora de establecer la configuración operativa de estas unidades de procesamiento.

Parto de la premisa que las funciones emocionales no se sienten, es decir, están fuera de la propiedad de la consciencia que llamamos ‘sentencia’. Su procesamiento es análogo a la resolución modular de la vista (bordes, superficies, procesamiento del color, del movimiento, etc.) que luego se integra como un todo. Podría simplificarse que las funciones emocionales son componentes menores que las experiencias sensibles tanto motivacionales como emocionales (sin caer en ninguna clase de reduccionismo biológico).

Lo que se perciben, entonces, no son las funciones emocionales en sí mismas sino el resultado de su activación conjugada con otros recursos cerebrales y corporales (como la interocepción, la atención, la memoria, recursos cognitivos) que las propias funciones emocionales reclutan directa o indirectamente –y que incluso quedan reclutados de manera colateral, dada la complejidad sistémica y recursiva del cerebro.

Aquello que llamamos emociones y motivaciones (deseos y necesidades) no son lo mismo. Son, de hecho, fenómenos diferentes. De todas maneras, involucran los mismos constituyentes operacionales de fondo, que son precisamente las funciones emocionales. Al hablar de “motivaciones” se advierte que por un lado las funciones emocionales tienen la capacidad de iniciar conductas (como cuando evitamos una situación contaminante de manera espontánea dada la aversión a sustancias putrefactas). Al hablar de “emociones”, por otro lado, se hace manifiesta la capacidad que también tienen las funciones emocionales en provocar una experiencia interna (siguiendo con ese ejemplo, proximamente sentimos “asco”).

En este modelo, identifico las siguientes funciones emocionales:

- BÚSQUEDA DE NOVEDAD
- BÚSQUEDA DE CERTIDUMBRE
- BÚSQUEDA DE APROBACIÓN
- DOLOR
- REPLICACIÓN
- EMPATÍA
- BÚSQUEDA DE AUTOSUFICIENCIA
- COMPARACIÓN

Estas ocho funciones emocionales son la manera más precisa de describir y predecir nuestro comportamiento motivacional y emocional, más aún en la vida moderna que llevamos. Este modelo de funciones emocionales permite predecir -con cierto grado de aproximación- cómo será en determinadas circunstancias la respuesta de una persona a ciertas acciones de otra para con ella. [Ver Tabla Anexa B].

Cuatro propiedades intrínsecas de estas funciones emocionales son las siguientes:

(a) Cada función emocional es independiente de la otra; se puede reconocer como unidades de procesamiento. Las funciones emocionales están fundamentadas en cómo el cerebro gestiona la información.

(b) El resultado de cada función emocional puede ser utilizado por otros procesos del cerebro (sean emocionales o no), tales como aquellos de índole cognitiva o aquellos detonadores de efectos en el cuerpo -a través, por ejemplo, del sistema nervioso autónomo.

(c) Cada función emocional exige recursos muy particulares del cerebro: Determinadas estructuras cerebrales, diferentes circuitos de neuronas, y la intervención de neuropéptidos. Consecuentemente quedan sujetas -como todo modelo científico- a la formulación de hipótesis en base a ellas, a la experimentación y a la consecuente validación o refutación del modelo. (Especialmente en cuanto a qué recursos las sustentan [Ver Tabla Anexa A]).

(d) Cada función emocional se activa bajo determinado input, producto de los procesos de interpretación de nuestro cerebro -que involucran percepción, elaboraciones cognitivas, anticipaciones y memorias, e interocepción.

En la enumeración de estas ocho funciones emocionales no aspiro a presentar un listado exhaustivo. De hecho, enfatizo que no necesari-

amente son las únicas, pues hay evidencias de que procesamientos como el ASCO (aversión a contagios y contaminantes) y el HORROR (aversión visceral a las lesiones físicas de nuestros pares, cosa que explotan las abundantes películas del cine <<gore>> contemporáneo) también son de índole funcional. No les dedico espacio en este modelo porque el mismo no pretende constituir una descripción definitiva, sino abarcar aquellas unidades de procesamiento que contribuyen a lo más habitual de nuestra vida en sociedad. De la misma manera es que el presente modelo no comprende funciones que generan experiencias más instintivas como la SED, el SUEÑO, el deseo sexual, el Apetito de Aire, Sal, Grasas y Azúcares y la Necesidad de Excreción (las cuales, no obstante, pueden reconocerse como modularmente independientes las unas de las otras, exigiendo recursos muy particulares del cerebro y activadas bajo determinados inputs).

La activación de funciones emocionales también puede encontrar analogía con los programas de software artificiales creados por la mano del hombre. Podríamos afirmar que las funciones emocionales están en 'stand-by', basta la señal indicada, el input preciso, y comienzan a trabajar. Este input es producto de los procesos de interpretación que ejecuta nuestro cerebro.

Es de acuerdo con la interpretación de las circunstancias y de lo que le sucede a un individuo que se le activarán ciertas funciones emocionales y no otras. Cada función emocional opera bajo un modelo <<llave en cerradura>>. Es preciso que ciertas interpretaciones hagan de llave, a efectos de que encajen en el formato que satisface a esa función. Las funciones de procesamiento visual, por ejemplo, no reconocen como <<llave>> a los impulsos nerviosos que llegan de las vibraciones del tímpano (más allá de que anatómicamente las aferencias neuronales necesarias para el procesamiento auditivo no se proyectan directamente sobre cortezas visuales primarias); pero sí reconocen los patrones de información que provienen de los nervios ópticos. Lo mismo ocurre con las funciones emocionales, sólo que los estímulos que ofician de inputs sin más complejos que una simple percepción (porque 'interpretar' es mucho más que sólo 'percibir'). Cada una de nuestras funciones emocionales requiere su <<llave>> particular para ser satisfecha.

Es menester reforzar este concepto mencionando que el mecanismo <<llave en cerradura>> constituye algo esencial en nuestros procesos biológicos. Por ejemplo, en cómo nuestras células reconocen las sus-

tancias de su entorno. Los receptores en la superficie celular distinguen la forma de ciertas moléculas como las hormonas. Al acoplarse hormonas con células, estas últimas ejecutan órdenes precisas. De la misma manera encastran las proteínas llamadas 'enzimas' con otras moléculas llamadas 'sustratos', entre múltiples ilustraciones que podrían hacerse.

La premisa de la que parto aquí es que nuestras propias funciones cerebrales operan de esa manera; sólo que el encaje no es mecánico sino que se trata de un encaje de información (y con 'información' no sólo debe entenderse el trabajo de impulsos neuronales en frecuencia, intensidad y dirección espacial, sino también la modulación promovida por neurotransmisores y hormonas). La <<llave>> consiste en el patrón representacional de información justo para que la función emocional lo reconozca como input. Continuando con las analogías, vendría a ser como la clave del cajero automático, una contraseña en Internet, o el acceso biométrico mediante el reconocimiento de huellas dactilares.

El miedo instintivo por ver una serpiente –si bien no participa de este modelo de funciones emocionales dado que no es habitual en nuestra vida en sociedad– resulta un buen ejemplo del mecanismo <<llave-en-cerradura>> interpretacional. Por más que uno no efectúe la interpretación de manera consciente e intencional, el cerebro reconoce la forma y el movimiento de estos reptiles con recursos ya clásicamente estudiados por Joseph LeDoux bajo la denominación 'circuito-del-miedo' (entre los que se incluye la amígdala, el tálamo y las cortezas visuales primarias) y promueve el sobresalto fisiológico y conductual en el individuo sin reflexión (LeDoux, 1996). Hay que apreciar cómo la interpretación de la potencial presencia de una serpiente no exige la intervención deliberada y analítica del individuo, y por lo tanto no recluta facultades cognitivas superiores de su cerebro. Aun así debemos hablar de interpretación, porque este proceso complejo trasciende las meras operaciones perceptivas. El punto aquí es que esta interpretación activa la ejecución del miedo instintivo como unidad de procesamiento, pero no activa ninguna función emocional relacionada con la vergüenza, la alegría o el afecto.

Aquí aparece uno de los más grandes asuntos: Las funciones emocionales se activan en general durante la parte no voluntaria del cúmulo de procesos de interpretación. Volviendo a recurrir al sobresalto instintivo por ver una forma de serpiente, es recién después de que el

individuo entra en "alerta" que él conscientemente advierte si esa forma en su campo visual era efectivamente una serpiente o bien constituía una falsa alarma (un pedazo de sogá movido por el viento). Sólo entonces puede tomar una nueva decisión, como por ejemplo reforzar la huida o tranquilizarse.

Para el caso de las emociones más sociales, aquellas no tan instintivas como el susto, cuando se activan las funciones emocionales que las provocan (y por ende cuando comienzan las emociones) dependerá no sólo de las circunstancias ad hoc sino también del aprendizaje que el individuo haya hecho a lo largo de su vida. Así como no 'aprendimos' a tener mandíbula sino que aprendimos a cómo usarla con determinados alimentos, no 'aprendimos' los mecanismos emocionales que pueden reconocerse de forma discreta como funciones emocionales. Lo que aprendimos, nos hayamos dado cuenta o no, es cómo poner a trabajar dichos mecanismos. Dado que lo aprendido queda improntado en nuestro interior (mediante facultades como la memoria semántica, la memoria episódica, las memorias perceptivas ya sean implícitas o explícitas, la habituación, la sensibilización o los automatismos) y aporta a la interpretación. También es válido afirmar que buena parte de nuestras respuestas sociales empiezan antes de que nos demos cuenta conscientemente.

Los procesos voluntarios de la interpretación, rigiéndonos según el ejemplo del miedo a las serpientes, suelen aparecer después de que las emociones ya empezaron. Un trabajo voluntario de interpretación, permite reforzar las funciones emocionales ya activadas o bien desactivarlas, o incluso activar otras funciones emocionales diferentes. El concepto de "inteligencia emocional" puede pensarse desde este ángulo: haciendo intervenir nuestra voluntad, podemos reinterpretar nuestra experiencia para desactivar a tiempo la emoción que no corresponde y promover un proceso emocional alternativo, gracias a los efectos que la interpretación tiene como input sobre las funciones emocionales.

Nuestras funciones emocionales recurren a redes neuronales en regiones antiguas de nuestros cerebros, en profundidades medias, pero también se sustentan en las conexiones con nuestra corteza más externa. Ésta es la razón por la cual nuestros procesos cerebrales superiores pueden detonar emociones tan dramáticamente como pueden reducirlas.

El reconocimiento de semejantes "programas" emocionales/motiva-

cionales permite afrontar problemáticas sociales con una nueva perspectiva. El pandémico *bullying* que hallamos en colegios primarios y secundarios, por ejemplo, encuentra su explicación en la combinación entre la BÚSQUEDA DE APROBACIÓN, la COMPARACIÓN disfuncional y el DOLOR social que puede experimentar quien ejecuta la violencia. Dado que todo niño y adolescente busca la aprobación de sus pares, quien no encuentra estrategias para desarrollar sus propias capacidades puede sentir comparativamente un contraste angustioso ante los atributos de los demás. La manera disfuncional que encuentra el "matoncito" de reparar semejante inferioridad subjetiva y comparativa termina siendo recurrir a otro aspecto en el cual pueda ser "mejor". Así es que muchas veces nos enteramos que en pleno episodio de *bullying* se dan argumentos del tipo: <<Te pegó porque sos linda>>.

La comprensión de semejantes funciones emocionales también permite explicar lo que subyace a las taxonomías de las motivaciones humanas (el intento por clasificarlas) (McClelland, 1987), y permite fundamentar las teorías modernas de personalidad (como la de Steven Reiss, 2000 y 2008). Incluso hace posible abordar disfuncionalidades como la dependencia o la ansiedad en el relacionamiento.

Términos recurrentemente utilizados (incluso por la psicología) como el de *Autoestima*, tan difíciles de definir, pueden desambiguarse con esta nueva terminología más precisa y así desentrañarse en procesos concretos (Fros Campelo, 2014).

Como se aprecia, es posible retroalimentar a la sociedad con cambios efectivos en todos los niveles a partir de la comprensión del funcionamiento del cerebro.

TABLA ANEXA A: LAS OCHO FUNCIONES EMOCIONALES Y SUS POSIBLES RECURSOS (FROS CAMPELO, 2014)

FUNCIÓN	Recursos cerebrales posiblemente involucrados (algunos)	Neurotransmisores y Hormonas que contribuyen (algunos)
BÚSQUEDA DE CERTIDUMBRE	Sistema-de-Búsqueda, Corteza Prefrontal (CPF), amígdala	dopamina
BÚSQUEDA DE NOVEDAD	Sistema-de-Búsqueda, CPF, amígdala	dopamina
BÚSQUEDA DE APROBACIÓN	Sistema-de-Dolor-por-Separación, Corteza Cingulada Anterior (CCA), Corteza Orbitofrontal (COF)	(activando): dopamina (calmando): endorfinas, oxitocina, serotonina
DOLOR	Sistema-de-Dolor-por-Separación, ciertos núcleos del Tálamo, Sustancia Gris Periacueductal (SGP), CCA, COF (en inequidad), insula (en inequidad), parte del Sistema-de-Ira (en enojo)	catecolaminas, glucocorticoides
REPLICACIÓN	parte del Sistema-de-Cuidado-Maternal, CCA, neuronas espejo en distintas localizaciones, COF, insula, parte del Sistema-de-Ira	dopamina, oxitocina, catecolaminas, glucocorticoides
EMPATÍA	parte del Sistema-de-Cuidado-Maternal, neuronas espejo en distintas localizaciones, Mecanismo-Percepción-Acción (asociado al 'cerebro reptil'), CPF	oxitocina, endorfinas, serotonina
BÚSQUEDA DE AUTOSUFICIENCIA	COF, CPF	oxitocina
COMPARACIÓN	COF, ¿parte del Sistema-de-Juego o por el contrario, la COMPARACIÓN compone al Sistema-de-Juego?	dopamina

TABLA ANEXÁ B: LAS OCHO FUNCIONES EMOCIONALES Y SUS EFECTOS
(FROS CAMPELO, 2014)

FUNCIÓN	Motivaciones universales que construye	Emociones que emergen	Disfunción por exceso	Disfunción por subactivación
BÚSQUEDA DE CERTIDUMBRE	comprensión, seguridad, modelos de la realidad	perplejidad, ansiedad, inseguridad	supersticiones, inseguridad, adicción al estudio	desestimar riesgos
BÚSQUEDA DE NOVEDAD	exploración, curiosidad	sorpresa, aburrimiento	déficit de atención	resignación, rutina extrema
BÚSQUEDA DE APROBACIÓN	vinculación, pertenencia, protección, reconocimiento	vergüenza, rechazo, celos, envidia	cargoso, ansia de ser querido	apatía, ostracismo
DOLOR	No-Animarse, pelear	soledad, enojo, miedo anticipatorio	explosividad, angustia, depresión	falta de adaptación a normas sociales
REPLICACIÓN	simpatía, amistad, confianza, imitación, retribución, venganza	ganas de dar afecto, ganas de devolverla	venganza premeditada, alegrarse por miseria ajena, fanatismo en imitación	no se promueven vínculos recíprocos, no se comunica lo que nos afecta
EMPATÍA	compasión, comprensión, cooperación	contagio emocional	fatiga de la compasión	desconexión social, autismo
BÚSQUEDA DE AUTO-SUFICIENCIA	Lograr, Controlar, Poder/Influir, Tener	realización, trascendencia	codicia, manipulación, abuso de poder	poca autonomía
COMPARACIÓN	Autosuperación, equidad, juego, competencia, jerarquía	vergüenza, celos, envidia, injusticia	discriminación, sufrimiento	no se adquieren herramientas sociales apropiadas

BIBLIOGRAFÍA

- Boerhaave, Herman & Senguerdius, Wolferdus (1687), *Disputatio pneumática de mente humana*; (Primera disputa sostenida en 22 Nov 1687, Segunda: 17 Marzo 1688, Tercera: 10 Julio 1688); Abraham Elzevier.
- Buck, Ross (1999), <<The Biological Affects: A Typology>>; *Psychological Review*, 1999, Vol. 106, N° 2, 301-336.
- Changizi, Mark (2011), What should we unravel next, after the genome? Answer: the Teleome; *Forbes*; d.o.i.: <http://www.forbes.com/sites/markchangizi/2011/05/12/what-should-we-unravel-next-after-the-genome-answer-the-teleome/>
- Cosmides, Leda & Tooby, John (1994), <<Origins of Domain Specificity: The Evolution of Functional Organization>>; in Hirschfeld L.A. and Gelman S.A. (eds), *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture*; (84-116); Cambridge University Press, New York.
- Damasio, Antonio R. (1996), *El error de Descartes*; Critica; Barcelona, 2008.
- Descartes, R., 1649, *Les passions de l'âme*, Amsterdam: Lodewijk Elsevier.
- Fodor, Jerry A. (1983), *The Modularity of Mind*; MIT Press, Cambridge, MA.
- Fros Campelo, Federico (2014), *Mapas Emocionales: Cómo llegamos a sentir lo que sentimos*; Ediciones B Argentina, Buenos Aires.
- Fros Campelo, Federico (2015), *El Cerebro del Consumo*; Ediciones B Argentina, Buenos Aires.
- Griffiths, Paul E. (1997), What emotions really are: the problem of psychological categories; *The University of Chicago Press*, Chicago.
- Hofstadter, Douglas y Sander, Emmanuel (2013), *Surfaces and Essences: Analogy as the fuel and Fire of Thinking*; Basic Books, New York.
- Izard, Carrol E. (1993), <<Four systems for emotion activation: Cognitive and noncognitive processes>>; *Psychological review*, Vol 100 (1), Ene 1993, pp 68-90.
- Lazarus, Richard S. (2001), <<Relational Meaning and Discrete Emotions>>, en -Scherer, Klaus R.; Schorr, Angela y Johnstone, Tom (Eds.), *Appraisal Processes in Emotion: Theory, methods, research*, (pp 37 a 67); New York, Oxford University Press.
- LeDoux, Joseph (1996), *The Emotional Brain: the mysterious un-*