

La sabiduría de los receptores: neuropéptidos, emociones y cuerpo-mente



por Candace B. Pert

1986

La sabiduría de los receptores: neuropéptidos, emociones y cuerpo-mente ¹

Candace B. Pert

¿Qué conecta la emoción con la fisiología? ¿Cómo se comunica la mente con el cuerpo, y el cuerpo con el cerebro? En este artículo, Candace Pert, jefa de química cerebral de la División de Neurociencia Clínica del Instituto Nacional de Salud Mental, explora la apremiante pregunta fundamental de cómo se comunica el cuerpo consigo mismo. Para Pert, el “sistema de información” corporal tiene dos importante elementos: las sustancias químicas conocidas como neuropéptidos, y los receptores en los que éstas encajan. Los neuropéptidos son producidos por las células nerviosas del cerebro, y cuando encajan en sus receptores, que están colocados en otras células del cuerpo, hacen que suceda algo (o impiden que suceda). Examinando hallazgos recientes (muchos de ellos de su laboratorio) sobre los “mensajes” de los neuropéptidos individuales, en cómo llegan a sus receptores adecuados, en la localización de los receptores en las diferentes células, la función y movilidad de esas células, Pert perfila un nuevo punto de vista de la conversación corporal, una conversaxión que parece ser altamente flexible, variada y sutil. Por ejemplo, algunas células inmunitarias transportan a *todos* los receptores que se han identificado hasta ahora, lo que supuestamente significa que pueden resultar afectadas por un amplio rango de “mensajes”. Los hallazgos llevaron a Pert a una serie de provocativas conclusiones, entre ellas la de que mente y cuerpo, enlazados juntos tal como están, por la conversación de los neuropéptidos, son mejor comprendidos como una entidad integrada, a la que ella denomina “cuerpomente”. - Editor

En esta charla voy a describir un abanico de fascinantes, y en su mayoría nuevos hallazgos sobre las sustancias químicas corporales, denominadas neuropéptidos. Basándome en estos hallazgos, voy a sugerir que los neuropéptidos y sus receptores forman una red de información dentro del cuerpo. Quizás esta sugerencia suene muy inocua, pero sus implicaciones son de largo alcance.

Creo que los neuropéptidos y sus receptores son una clave para comprender cómo están interconectados la mente y el cuerpo, y cómo se pueden manifestar las emociones a través del cuerpo. Realmente, cuanto más sé acerca de los neuropéptidos, más me cuesta pensar en los términos tradicionales de una mente y un cuerpo, y cobra más y más sentido hablar de una sola entidad integrada, un “cuerpo-mente”.

La mayor parte de lo que describiré son hallazgos de laboratorio, ciencia dura. Pero es importante recordar que el estudio científico de la psicología tradicional se enfoca en el aprendizaje y cognición animal. Esto significa que si se mira el índice de los Libros de texto más recientes de psicología, no se va a encontrar “conciencia”, “mente”, ni siquiera “emociones”. Estos temas básicamente no están en el reino de la psicología experimental tradicional, que principalmente estudia el comportamiento porque puede verse y

¹ Este artículo ha sido adaptado por Harris Dienstfrey a partir de una charla ofrecida en el simposio “Survival and Consciousness”, patrocinado por el Instituto de Ciencias Noéticas, en Washington D.C., los días 26 y 27 de octubre de 1985.

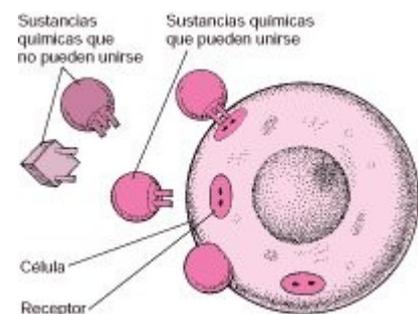
medirse. B.F. Skinner ha mantenido que lo que perdura en la denominada *caja negra* del cerebro/mente, no es algo con lo que se pueda especular. No puede ser observado, por lo tanto su estudio *no es ciencia dura*.

Una de las cosas sobre las que actualmente puedo informar es que el terreno de la investigación en laboratorio se ha ampliado enormemente. Mis hallazgos provienen del campo de la ciencia dura, y creo que son directamente relevantes para comprender las emociones, e incluso para abrir una ventana a la caja negra de la mente.

La especificidad de los receptores

Bien, existe una zona en la que la mente -por lo menos la conciencia- ha sido estudiada objetivamente desde hace quizás veinte años, como parte de la psicología, y se trata del campo de la psicofarmacología. La gente ha ideado formas altamente concienzudas de medir los efectos de las drogas y de los estados de conciencia alterada.

La farmacología ha evolucionado explicando que ningún fármaco actúa a menos que sea *fijado*, es decir, que de alguna manera quede conectado al cerebro, y la gente ha imaginado hipotéticos constituyentes del tejido, a los que se ha denominado *receptores*. De esta forma, la noción de receptores específicos se convirtió en una teoría fundamental en farmacología. Es una idea muy antigua. En los últimos años, el desarrollo fundamental del estudio de los receptores ha sido la invención de nuevas tecnologías para unir realmente fármacos a esas moléculas, y estudiar tanto su distribución en el cerebro y el cuerpo como su verdadera estructura molecular.



Mi trabajo inicial en ese terreno fue en el laboratorio de Solomon Snyder, en el **Johns Hopkins**, centrando nuestra atención en el opio, una droga que obviamente altera la conciencia, y que también ha sido utilizada en medicina para aliviar el dolor. Trabajé largo y duro, durante muchos meses de fracasos, para desarrollar un sistema técnico de medición del material cerebral con el que interactúa el opio para producir sus efectos. Para resumir una historia larga (y técnica), utilizamos moléculas radioactivas de la droga, y con esta tecnología pudimos identificar el elemento receptor en el cerebro. Se puede imaginar a la molécula del opio fijándose al receptor de forma parecida a como una llave encaja en una cerradura, y a partir de esta pequeña conexión, ocurren muchísimos cambios.

Lo siguiente que sucedió resultó ser que la clase total de drogas a la que pertenece el opio -llamados *opiáceos*, como probablemente sepan, y que incluye a la *morfina*, la *codeína* y la *heroína*, además del *opio*, se unen a los *mismos* receptores. También descubrimos que los receptores se hallaban dispersos a través no solo del cerebro, sino también del cuerpo.

Debo mencionar que cada opiáceo es ligeramente diferente en forma, y encaja más o menos estrechamente en las moléculas receptoras. Por ejemplo, la razón por la que una persona no pille con la codeína el tremendo subidón que con la heroína es porque la heroína tiene una masa de materia molecular que le permite seguir su curso dentro del cerebro, mientras que la codeína *primero* ha de ser transformada en morfina en el hígado. Por su parte la morfina penetra muy poco en el cerebro, donde se localizan los receptores de euforia.

Tras localizar el receptor de opiáceos externos, nuestro pensamiento avanzó un paso. Si el cerebro y otras partes del cuerpo tienen un receptor para algo que se introduce en el cuerpo -llamado un *ligando exógeno*- tiene sentido suponer que algo producido dentro del cuerpo -un *ligando endógeno*- encaje también con el receptor. Si no, ¿para qué iba a estar ahí el receptor?

Esta perspectiva nos llevó al final a identificar la forma de los opiáceos propios del cerebro, o por lo menos, de uno de ellos. Una sustancia química llamada *beta endorfina*. Con la beta endorfina llegamos al primero

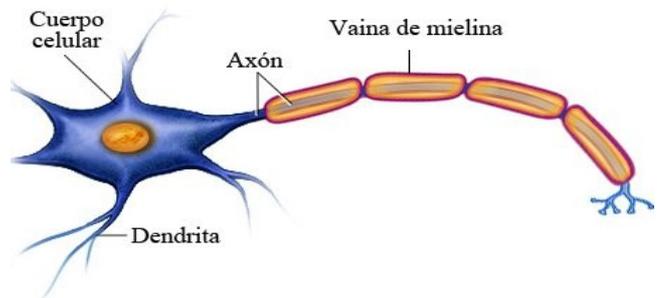
de los neuropéptidos, que son tan solo estructuras de péptidos producidos por las células nerviosas del cerebro. La beta endorfina se crea en las neuronas, químicamente consiste en péptidos, por tanto es un neuropéptido.

Quizá debería explicar que los **péptidos** son series de aminoácidos, y como saben, existen *dieciséis aminoácidos*, y en el cuerpo todo está compuesto por esa serie de dieciséis aminoácidos, dispuestos en secuencias diferentes. Se puede imaginar a los aminoácidos como 16 cuentas de colores diferentes, que pueden ser engarzadas en un número casi infinito de combinaciones. Diferentes combinaciones dan lugar a químicos diferentes, algunos de los cuales son neuropéptidos.

En el caso de la **beta endorfina**, ahora sabemos su secuencia exacta de aminoácidos. Quiero mencionar de pasada que la beta endorfina se encuentra en grandes cantidades en la *glándula pituitaria* humana, que desde luego forma parte del cerebro, y recientemente se ha demostrado que se encuentra también en las *gónadas*. Cerebro y cuerpo. Volveremos más tarde sobre este punto.

Bien, resulta apasionante que los ligandos endógenos para los receptores opiáceos resulten ser péptidos, porque los péptidos proceden directamente del ADN. No hay enzima intermediaria, surgen directamente del ADN, que almacena la información para formar nuestros cerebros y nuestros cuerpos.

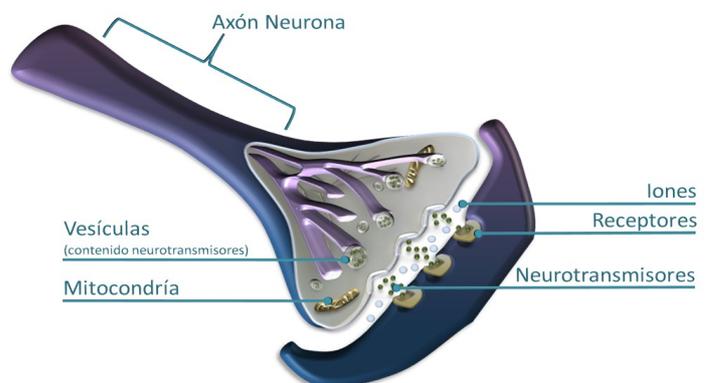
Si imaginamos una neurona ordinaria podemos visualizar su mecanismo general. En el centro (como en cualquier otra célula) está el ADN, y una impresión directa del ADN lleva a producir un neuropéptido, que entonces recorre los axones de la neurona para quedar almacenado en pequeñas vesículas al final, esperando los eventos electrofísicos correctos que las liberarán. El ADN contiene también la información del código de los receptores, que están formados del mismo material péptido, pero que son más grandes. La beta endorfina tiene 30 aminoácidos, pero el receptor opiáceo para ella resulta que tiene aproximadamente 20.000 aminoácidos.



Lo que falta añadir a esta imagen es el hecho de que se han identificado de 50 a 60 neuropéptidos, cada uno de los cuales es tan específico como el neuropéptido beta endorfina. Dicho de otra manera, el ADN *produce* todos esos neuropéptidos, que recorren los axones y esperan a que ocurran los sucesos electrofísicos adecuados. Tenemos aquí un sistema enormemente complejo, que se mantiene equilibrado por la elevada especificidad de los neuropéptidos y de sus receptores.

Hasta hace bien poco se había estado pensando que la información en el sistema nervioso se distribuía a través del espacio entre dos neuronas, denominado **sinapsis**. Todos aprendimos esto de las sinapsis en la escuela superior de biología.

La idea era que una neurona se comunicaba con otra a través de la sinapsis, lo que significaba que la *proximidad* de las neuronas *condicionaba* lo que podía ser comunicado.



Ahora nos damos cuenta de que las sinapsis no son tan importantes como pensábamos. Ayudan a controlar *algunas clases* de flujo de información, concretamente la contracción muscular.

Pero la mayor parte de información que procede del cerebro se mantiene constante, no por la cercana yuxtaposición física de las neuronas, sino por la especificidad de los receptores. Lo que se pensaba que era

un *sistema lineal* sumamente rígido parece ser un sistema con patrones de distribución mucho más complejos.

Cuando una neurona emite péptidos opiáceos, esos péptidos pueden actuar a “leguas” de distancia de otras neuronas. Lo mismo es verdad para todos los neuropéptidos. En cualquier momento dado, muchos neuropéptidos pueden hallarse flotando dentro del cuerpo, y lo que les capacita para unirse con las moléculas receptoras adecuadas es, -repito-, la especificidad de los receptores. Así pues, los receptores sirven como el mecanismo que pone orden en el intercambio de información corporal.

La bioquímica de las emociones

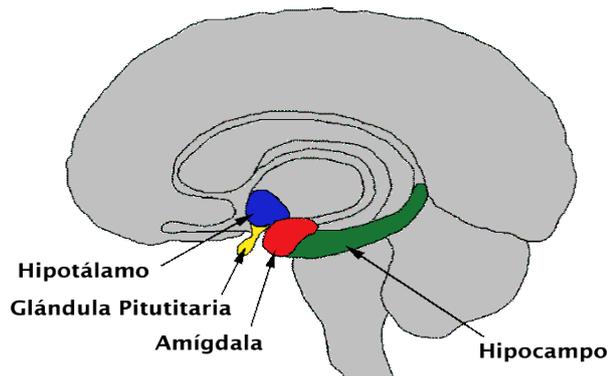
¿Dónde nos conduce todo esto? A algo muy intrigante, a la noción de que los receptores de los neuropéptidos son de hecho las claves bioquímicas de la emoción. En los últimos dos años los trabajadores de mi laboratorio han formalizado esta idea en un número de estudios académicos teóricos (1), y voy a repasar en pocas palabras la evidencia que la apoya.

Debería decir que algunos científicos podrían describir esta idea como escandalosa. En otras palabras, como que no forma parte del conocimiento establecido. En realidad, al proceder de una tradición en la que los libros de texto ni siquiera contienen la palabra “emociones” en el índice, no fue sin un poco de inquietud que nos atrevimos a empezar a hablar acerca del sustrato bioquímico de las emociones.

Empezaré resaltando un hecho en el que los neurocientíficos están de acuerdo desde hace tiempo: que las emociones son arbitradas por el **sistema límbico cerebral**. El sistema límbico se refiere a una sección de las parte neuroanatómicas del cerebro que incluye:

- el **hipotálamo** (que controla los mecanismos homeostáticos corporales, y en ocasiones es denominado el “cerebro” del cerebro);
- la **glándula pituitaria** (que regula las hormonas corporales),
- y la **amígdala**.

Hablaremos principalmente del hipotálamo y de la amígdala.



Los experimentos que muestran la conexión entre las emociones y el sistema límbico fueron realizados al principio por **Wilder Penfield** y otros neurólogos que trabajaban con individuos conscientes, despiertos. Los neurólogos vieron que cuando utilizaban electrodos para estimular el córtex por encima de la amígdala podían *evocar* toda una amplia gama de expresiones emocionales, poderosas reacciones de pena, dolor, placer, asociadas con recuerdos profundos, y acompañamiento somático de los estados emocionales. Por tanto, la primera identificación del sistema límbico fue a través de experimentos psicológicos.

Así pues, cuando empezamos a trazar el mapa de localización de los receptores opiáceos en el cerebro mediante un método implicando moléculas radioactivas, (cuya densidad, a medida que se acumulan en los receptores opiáceos de diferentes lugares del cerebro puede ser transformada en una escala de color cuantitativa), encontramos que el sistema límbico rebosaba de receptores opiáceos (y también de otros receptores, como posteriormente aprendimos).

La amígdala y el hipotálamo, ambos considerados clásicamente como los principales componentes del sistema límbico (el gran fisiólogo **Walter B. Cannon**, seleccionó al hipotálamo como la principal zona en la que las emociones se conectaban con el cerebro), de hecho *resplandecen* con receptores opiáceos, unas 40 veces más que en otras zonas cerebrales.

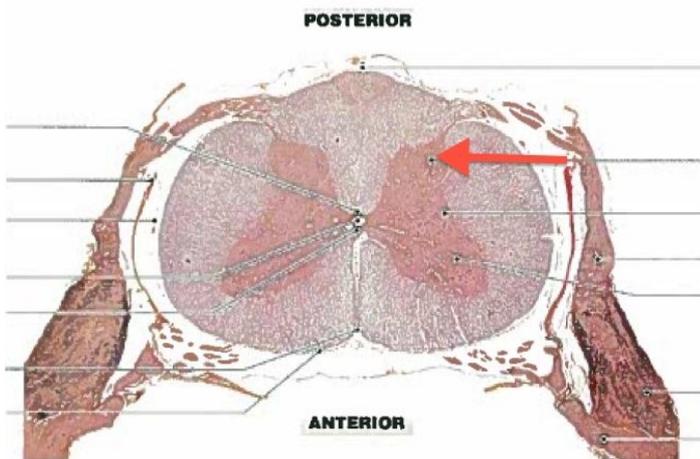
Esos puntos calientes corresponden a núcleos específicos, o grupos celulares, que los psicólogos

fisiológicos han identificado como mediadores en procesos tales como el comportamiento sexual, el apetito y el equilibrio hídrico corporal. El punto principal es que nuestro mapeo de receptores confirmaba y expandía de maneras significativas los experimentos psicológicos que definían el sistema límbico.

Retrocedamos por un momento, e introduzcamos algunos otros neuropéptidos. He señalado ya que de 50 a 60 sustancias se reconocen ahora como neuropéptidos. ¿De dónde proceden?

Muchos de ellos son los *análogos* de las drogas psicoactivas. Pero otra gran fuente -totalmente inesperada- son las **hormonas**. Históricamente se concebía a las hormonas como siendo producidas por las glándulas, o dicho de otra manera, que no las producían las neuronas. Supuestamente una hormona era almacenada en un lugar del cuerpo, y luego se desplazaba hacia sus receptores en otras zonas del cuerpo. La principal hormona es la insulina, secretada en el páncreas. Pero ahora resulta que la insulina *no solo* es una hormona. De hecho, la insulina es un neuropéptido, fabricado y almacenado en el cerebro, donde también existen receptores de insulina. Cuando mapeamos la insulina, de nuevo nos encontramos con puntos calientes en la amígdala y el hipotálamo. Resumiendo, ha ido quedando claro que el sistema límbico, la sede de las emociones en el cerebro, también es el *punto focal* de los receptores de neuropéptidos.

Otro punto importante. A medida que hemos estudiado la distribución de esos receptores, hemos encontrado que el sistema límbico *no es sólo* el cerebro anterior, según la localización clásica de la amígdala y del hipotálamo. Por lo que parece, el cuerpo tiene *otras ubicaciones* en las que se localizan muchos receptores de diferentes neuropéptidos, lugares en los que existe un montón de actividad química.



Denominamos a estos puntos "*puntos nodales*", puestos que anatómicamente están localizados en lugares que reciben un montón de modulaciones emocionales. Un punto nodal es el **cuerno dorsal** (posterior) de la médula espinal, que es el punto por el que entra la información sensorial. Ésta es la primera sinapsis dentro del cerebro en la que se procesa información tacto-sensorial. Hemos encontrado que prácticamente en todos los sentidos de los que se conoce la zona de entrada, el punto es siempre un punto nodal para receptores de neuropéptidos.

Creo que estos hallazgos tienen implicaciones impresionantes para comprender y apreciar qué hacen las emociones, y qué son. Consideremos la sustancia química **angiotensina**, otra hormona clásica que también es un péptido, y que ahora ha mostrado ser un *neuropéptido*.

Cuando mapeamos los receptores de angiotensina en el cerebro, encontramos de nuevo puntos calientes en la amígdala. Se sabe desde hace tiempo que la angiotensina es mediadora de la sed, por lo que si se implanta un tubo en la zona del cerebro de una rata, que abunde en receptores de angiotensina, y se deja deslizar un poco de angiotensina por el tubo, al cabo de 10 segundos la rata empezará a beber agua, a pesar de que pueda estar totalmente saciada de agua. Químicamente hablando, la angiotensina se traduce como un estado alterado de conciencia, un estado que hace que los animales (y los humanos) digan "*quiero agua*". Dicho de otra manera, los neuropéptidos nos *aportan* estados de conciencia, y *alteran* esos estados.

Otro ejemplo, en el laboratorio hemos mapeado los receptores del PCP (conocido habitualmente como "polvo de ángel"), una droga de abuso que induce un estado alterado de conciencia. Utilizando PCP radioactivo hemos demostrado que los receptores *suelen estar* en el córtex cerebral, y con ratas como sujetos hemos sido capaces de determinar (utilizando la técnica de respuesta al comportamiento animal operante), que de hecho lo que estamos midiendo son las moléculas del péptido del PCP responsables del estado alterado de conciencia.

Igualmente importante es el hecho de que los receptores de neuropéptidos no se hallan *tan solo* en el cerebro, sino también en el cuerpo. Hemos mapeado y demostrado bioquímicamente que *existen* receptores de angiotensina en el riñón, idénticos a los del cerebro, y que de una manera todavía no comprendida totalmente, los receptores localizados en el riñón *retienen* el agua.

Sabemos que juegan con los flujos iónicos para retener el agua. La cuestión es que la liberación del neuropéptido angiotensina produce tanto el comportamiento de beber como la retención interior de agua.

He aquí un ejemplo de cómo un neuropéptido -que quizá corresponde a un estado de ánimo- puede *integrar* lo que ocurre en el cuerpo con lo que ocurre en el cerebro. (Otro punto importante posterior, que aquí sólo menciono, es que generalmente la integración del comportamiento *parece diseñado* para ser coherente con la supervivencia).

Aquí mi especulación básica es que los neuropéptidos aportan las *bases fisiológicas* de las emociones. Como mis colegas y yo misma sostuvimos en un reciente artículo académico, publicado en el *Journal of Immunology* (2): *El sorprendente patrón de la distribución de receptores neuropéptidos en zonas cerebrales que modulan el estado de ánimo, así como su papel como mediadores en la comunicación a través de todo el organismo, convierte a los neuropéptidos en los candidatos obvios de la mediación bioquímica de la emoción. También puede ser que cada neuropéptido influya en el procesamiento de la información solamente cuando ocupa receptores de los puntos nodales en el cerebro y en el cuerpo. Si es así, entonces cada neuropéptido puede evocar un único "tono", que es equivalente a un estado de ánimo.*

Al principio de mi trabajo, yo precisamente suponía que las emociones se hallaban en la cabeza o en el cerebro. Ahora diría que realmente están también en el cuerpo. Se *expresan* en el cuerpo, y forman parte del cuerpo. Ya no puedo marcar una diferencia firme entre cerebro y cuerpo.

Comunicando con el sistema inmunitario

Quiero introducir ahora al sistema inmunitario en toda esta imagen. Ya he explicado que el sistema hormonal, históricamente estudiado como algo *separado* del cerebro, es conceptualmente lo mismo que el sistema nervioso. Bolsas de jugos son liberados y difundidos a grandes distancias, *actuando* en localizaciones alejadas de su lugar de almacenamiento a través de la especificidad de los receptores. Por tanto, la endocrinología y la neurociencia son dos aspectos del mismo proceso. Ahora voy a sostener que la inmunología también es una parte de este sistema conceptual, y que no debería ser considerada una disciplina separada.

Una propiedad clave del sistema inmunitario es que sus células *se desplazan*. Desde luego, el cerebro es estable. Se queda en un solo lugar. Las células del sistema inmunitario, -aunque sean idénticas a las células cerebrales, con sus pequeños núcleos, sus membranas celulares y todos sus receptores- se desplazan por todos sitios. Por ejemplo, los monocitos, que ingieren a los organismos extraños, inician su vida en la médula ósea, y pueden difundirse al exterior y viajar a través de venas y arterias, decidiendo donde ir a base de ir siguiendo las señales químicas. Un monocito viaja por la sangre y en algún punto entra en contacto con la zona de "señal" de un neuropéptido, y puesto que el monocito tiene receptores para ese neuropéptido en su superficie celular, empieza literalmente a quimiotax, o a escurrirse, hacia ese químico. Esto está muy bien documentado, y existen excelentes formas de estudiarlo en laboratorio.

Bien, los **monocitos** son los responsables no solo de *reconocer* y *digerir* a los cuerpos extraños, sino también de sanar las heridas y de los mecanismos de reparación de tejidos. Por ejemplo, tenemos enzimas que producen y degradan colágeno, una importante materia estructural de la que se compone el cuerpo. De lo que estamos hablando pues es de células con funciones vitales, sostenedoras de la salud.



El nuevo descubrimiento que quiero realzar aquí es que *cada* receptor neuropéptido que hemos estado encontrando (utilizando un elegante y meticuloso sistema, desarrollado por mi colega Michael Ruff) *también*

es un monocito humano. Los monocitos humanos tienen receptores de opiáceos, de PCP, de otro péptido llamado bombasina, etc. Estos bioquímicos que afectan la emoción realmente parecen controlar la planificación de ruta y la migración de los monocitos, que tan fundamentales son en el sistema inmunitario. Se comunican con las células B y con las células T, interactuando con todo el sistema para luchar contra la enfermedad, discriminando entre lo propio y lo ajeno, y digamos que *decidiendo* qué parte del cuerpo es una célula tumoral que debe ser desmontada por las células naturales destructoras, y qué partes precisan ser restauradas. Espero que la imagen quede clara para ustedes.

Un monocito circula -su elemento mantenedor de salud en el sistema inmunitario *viaja* por la sangre- y entonces la presencia de un opiáceo lo hace desviar y puede conectar con el neuropéptido porque tiene el receptor para hacerlo así -de hecho, tiene muchos receptores diferentes para diferentes neuropéptidos.

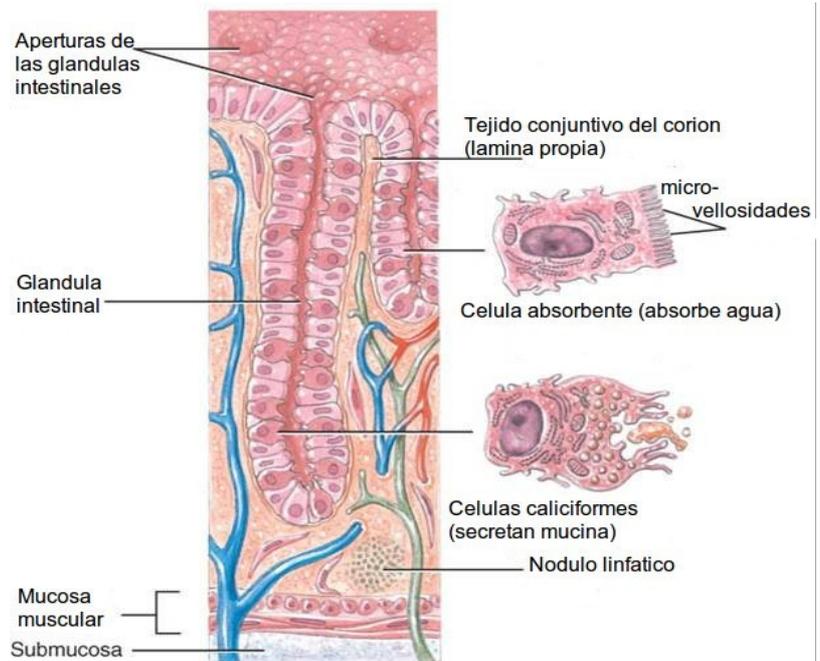
Resulta, además, que las células del sistema inmunitario no sólo tienen receptores para esos diversos neuropéptidos, como queda claro, sino que también *fabrican* ellas mismas los neuropéptidos. Por ejemplo, existen subgrupos de células inmunitarias que fabrican beta endorfinas, y el resto de péptidos opiáceos. En otras palabras, fabrican los mismos químicos que imaginamos como controlando nuestro estado de ánimo en el cerebro. Controlan la integridad de los tejidos corporales, y también fabrican químicos que controlan el estado de ánimo. De nuevo, cerebro y cuerpo.

Quiero realzar el punto de que *los mismos receptores* se hallan en el cerebro y en el sistema inmunitario. El CCK (colecistoquinina), otro neuropéptido, se secuenció primero y se descubrió su acción sobre los intestinos. En los inicios farmacológicos de la búsqueda de receptores, se colocaban los músculos de los intestinos en caldos orgánicos y se estudiaban sus contracciones. Puesto que los intestinos contenían receptores funcionales, se utilizaron para aislar y determinar las estructuras químicas de bioactividad en los tejidos extraídos. Resultó que el CCK está sumamente involucrado en la saciedad alimentaria. Unas dosis de CCK hacen que no quieras seguir comiendo. Recientemente hemos demostrado que el cerebro y el bazo -que podría ser descrito como el “cerebro” del sistema inmunitario- contienen receptores de CCK. Por tanto el cerebro, los intestinos y el sistema inmunitario pueden ser *todos ellos* afectados por el CCK.

¿Qué significan este tipo de conexiones entre cerebro y cuerpo? Habitualmente se hace referencia a ellas como “*el poder de la mente sobre el cuerpo*”.

En lo que a mi respecta, esa frase no describe lo que se está tratando aquí. En estos experimentos el cuerpo es la manifestación *externa* de la mente. Diré más. Cuando documentemos el papel principal que las emociones, expresadas a través de las moléculas de neuropéptidos, juegan en su repercusión sobre el cuerpo, quedará claro de qué manera las emociones *pueden ser una clave* para la comprensión de la enfermedad.

Quiero extender esta reflexión teórica volviendo al ejemplo del intestino. Todo el recubrimiento intestinal, desde el esófago pasando por el intestino grueso, está forrado de células -células nerviosas y otras clases de células- que contienen neuropéptidos y receptores de neuropéptidos. Me parece totalmente posible que la abundancia de receptores pueda ser el motivo del porqué mucha gente sienten sus emociones en la tripa – el porqué tienen “instinto visceral”.



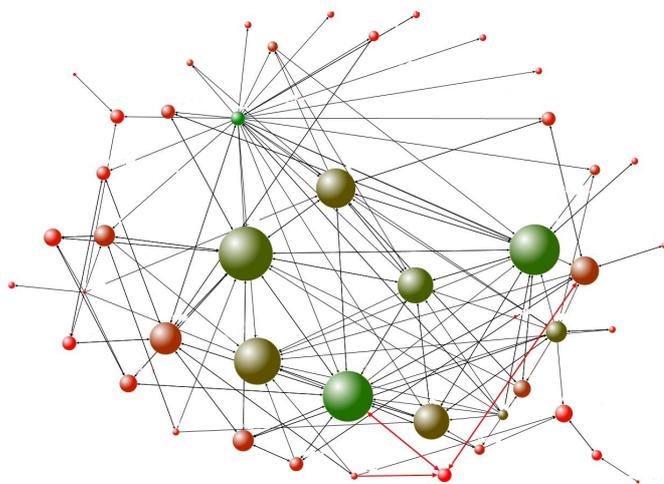
Vista transversal de las glándulas intestinales y de los tipos de células

Todos somos conscientes de la tendencia desarrollada en la concepción occidental de que la conciencia se halla *totalmente* en la cabeza. Creo que los hallazgos de investigación que he descrito indican que necesitamos empezar a pensar que la conciencia puede *proyectarse a diversas partes del cuerpo*. Desgraciadamente, las personas que piensan sobre esto generalmente no trabajan en un laboratorio gubernamental.

Déjenme resumir la idea básica que he estado desarrollando. Mi argumento es que las tres áreas clásicas de *neurociencia, endocrinología e inmunología*, con sus diversos órganos -el *cerebro* (que es el órgano clave que los neurocientíficos estudian), las *glándulas* y el *sistema inmunitario* (consistente en el bazo, la médula ósea, los nódulos linfáticos y, desde luego, las células que circulan por el cuerpo)- esas tres áreas están realmente *unidas unas a otras* en una red de comunicación bidireccional, y que los “portadores” de la información son neuropéptidos. Existen sustancias fisiológicas muy estudiadas que muestran que la comunicación se da *en ambas direcciones*, desde cada una de esas áreas y de sus órganos. Parte de la investigación es antigua, y parte es nueva. Ahora sabemos, por ejemplo, que las neuronas productoras de péptidos *proceden* del cerebro, y que en realidad inervan la médula ósea.

La palabra que me gustaría resaltar en relación a este sistema integrado es **red**, que procede de la teoría de la información. De todo lo que hemos estado hablando hasta ahora es *de información*. Al pensar en estos temas, por tanto, podría tener más sentido realzar la perspectiva de la psicología más que la de la neurociencia. Porque el término *psycho* expresa claramente el estudio de la mente, y quizás la mente sea información fluyendo entre todas esas partes corporales, y sea eso lo que es la mente.

Una *mente* se compone de *información* y posee un *sustrato físico*, que es el cuerpo y el cerebro, y también posee otro *sustrato inmaterial*, que tiene que ver con el flujo de información circulante. Quizá la mente sea lo que mantiene la unión de la red.



La unidad de la variedad

Lo último importante que quiero decir sobre neuropéptidos pienso que es algo sorprendente.

Como hemos visto, los neuropéptidos son moléculas de señalización. Envían mensajes por todo el cuerpo (cerebro incluido). Desde luego, para tener una red tal de comunicaciones se necesitan componentes que puedan *hablarse* unos a otros y *escucharse* unos a otros. En la situación que comentamos aquí, los componentes que “*hablan*” son los *neuropéptidos*, y los componentes que “*escuchan*” son los *receptores* de los neuropéptidos. ¿Cómo puede ser? ¿Como pueden producirse de 50 a 60 neuropéptidos, ir flotando, y hablar con entre 50 a 60 receptores de neuropéptidos que escuchan, y que están en una variedad de células? ¿Por qué reina el orden en vez del caos?

El hallazgo que voy a comentar no está totalmente aceptado, pero nuestros experimentos muestran que es verdadero. Todavía no lo he publicado, pero pienso que es sólo cuestión de tiempo antes de que todo el mundo pueda confirmar estas observaciones.

Hay miles de científicos estudiando los receptores opiáceos y los péptidos opiáceos, y ellos ven una gran heterogeneidad en los receptores. A esta aparente heterogeneidad le han dado una serie de nombres griegos. Sin embargo, todas las evidencias de nuestro laboratorio sugieren que de hecho, *existe solamente un único tipo de molécula en los receptores opiáceos, una larga cadena de polipéptidos cuya fórmula se*

puede escribir. Esta molécula es totalmente capaz de cambiar su conformación dentro de su membrana, de modo que puede *asumir un número de formas [distintas]*.

Remarco de pasada que esta interconversión puede darse a un ritmo muy rápido -tan rápido que resulta difícil decir si es un estado u otro, en un momento dado de tiempo. En otras palabras, los receptores tienen tanto un comportamiento *tipo onda* como uno *tipo partícula*, y es importante observar que la información puede ser almacenada en la forma del *tiempo que ha pasado en los diferentes estados*.

Como dije, la unidad molecular de los receptores es totalmente sorprendente. Consideremos la **tetrahimena**, un protozoo que es uno de los organismos más simples. A pesar de su simplicidad, la *tetrahimena* puede hacer *casi* cualquier cosa de las que nosotros hacemos: puede comer, tener sexo, y desde luego, fabrica los mismos componentes neuropéptidos de los que he estado hablando.

La *tetrahimena* fabrica insulina. Fabrica beta endorfinas. Hemos tomado membranas de tetrahimena y hemos estudiado concretamente en ellas las moléculas receptoras de opiáceos, y también hemos estudiado los receptores opiáceos en los cerebros de ratas y de monocitos humanos.

Como saben, los receptores son proteínas que consisten en largas secuencias de aminoácidos, pero la cadena está toda enrollada a causa de las fuerzas eléctricas y físicas que causan que asuma una forma.



Es posible sacar receptores de la membrana y colocarlos en un detergente, que les extrae su estructura terciaria -es decir, que los convierte en una línea recta-, y determinar así su peso molecular y sus características (haciéndolos funcionar en un campo eléctrico). Al hacer esto con receptores opiáceos, creemos haber demostrado que la sustancia molecular de *todos* los receptores opiáceos es la misma.

La molécula propiamente dicha del receptor opiáceo en el cerebro de la rata es *idéntica* a la del receptor opiáceo del cerebro humano, y también es *idéntica* a los componentes del receptor opiáceo del más simple de los animales, la *tetrahimena*. Espero que quede claro lo potente que es esto. El receptor opiáceo en mi cerebro y en el tuyo está, en su origen, constituido *de la misma sustancia molecular* que el de la *tetrahimena*.

El hallazgo conduce a la simplicidad y a la *unidad de la vida*. Es comparable a los cuatro pares de bases de ADN, que codifican la producción de todas las proteínas, que son el sustrato físico de la vida. Ahora sabemos que en este sustrato físico existen sólo aproximadamente unas 60 moléculas señalizadoras, los neuropéptidos, que representan la manifestación fisiológica de las emociones -para vitalizar las emociones, si quieres, o quizás todavía mejor, para que la energía fluya.

La forma protozoaria de la *tetrahimena* indica que las moléculas receptoras *no se hacen más complejas* a medida que el organismo se hace más complejo. A través de la evolución se han conservado los componentes moleculares *idénticos* para el flujo de la información. El sistema global es sencillo, elegante, y muy bien puede estar completo.

¿Está la mente en el cerebro?

Hemos estado hablando sobre mente, y se plantea la pregunta :¿Dónde se halla?

En nuestro propio trabajo la conciencia ha surgido en el contexto del estudio del dolor, y del papel de los receptores opiáceos y de las endorfinas para modular el dolor.

Hay un montón de laboratorios midiendo el dolor, y todos estaríamos de acuerdo en que la zona denominada *materia gris periacueductal*, localizada alrededor del tercer ventrículo cerebral, está repleta de receptores opiáceos, lo que la convierte en una especie de *área de control del dolor*. Hemos encontrado que esa materia gris periacueductal también estaba cargada de receptores para virtualmente todos los neuropéptidos que hemos estado estudiando.

Bien, todos sabemos que existen yoguis que pueden auto adiestrarse para no percibir el dolor, según como estructuren su experiencia. Existen otras personas, llamadas *madres*, que han hecho lo mismo. Lo que parece que esté pasando es que ese tipo de personas son capaces de conectarse con su zona gris periacueductal. De alguna manera, consiguen acceder a ella -conscientemente, por lo que creo- y establecer umbrales para el dolor. Observemos qué es lo que pasa aquí. En esas situaciones, una persona tiene una experiencia que aporta dolor, pero una parte de la persona hace conscientemente algo para no sentir el dolor. ¿De donde procede esa conciencia -ese yo consciente- que en cierta manera se enchufa a la materia gris periacueductal para *no sentir* algo?

Quiero regresar a la idea de red. Una red es algo diferente de una estructura jerárquica en la que existe una cima. En teoría, en una red te puedes conectar en cualquier punto y llegar a cualquier otro punto. Un concepto como éste me parece valioso para pensar sobre el proceso mediante el cual una conciencia puede manejarse para alcanzar la zona gris periacueductal y utilizarla para controlar el dolor.

Los yoguis, y las mujeres que trabajan, utilizan ambos una técnica similar para controlar el dolor: *la respiración*.

También la utilizan los atletas. La respiración es extremadamente importante.

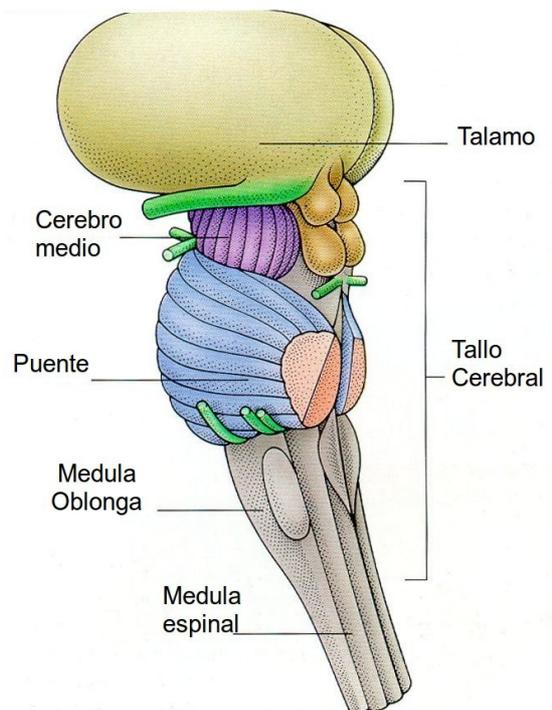
Sugiero que existe un sustrato físico para esos fenómenos, el *núcleo del tallo cerebral*. Diría que ahora debemos incluir al núcleo del tallo cerebral en el sistema límbico, porque existen puntos nodales, densamente incrustados de receptores neuropéptidos y de neuropéptidos. La idea pues, queda así:

- respirar tiene un sustrato físico que *también* es un punto nodal; este punto nodal forma parte de una red de información en la que cada parte *conecta* con todas las demás, y por tanto, desde los puntos nodales del núcleo del tallo cerebral la conciencia puede, entre otras cosas, conectarse con la materia gris periacueductal.

Pienso que ahora se puede concebir la *mente* y la *conciencia* como una emanación del procesamiento de la información emocional, y como tal, mente y conciencia *parecerían ser* independientes del cerebro y del cuerpo.

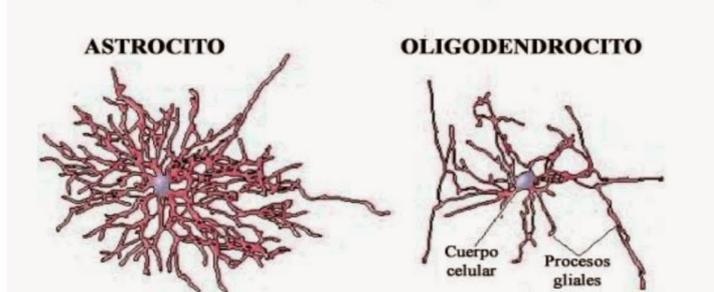
Un pequeño indicio sobre como la mente podría enviar su información a través del cerebro y del cuerpo lo aporta otro hecho sorprendente.

Está bien establecido en trabajo experimental que *algunos de los monocitos* que crecen en la médula ósea, y que circulan por todo sitios, *penetran* realmente en el cerebro, donde se



DIFERENCIAS ENTRE CÉLULAS GLIALES Y NEURONAS

Presentan numerosas prolongaciones pero NO axón



transforman, convirtiéndose en **células gliales**.

¿Qué son las células gliales? Generalmente han sido ignoradas por los neurocientíficos. Son *diez veces* más abundantes en el cerebro que las neuronas.

Se dice de ellas: “*Son nutricionales*”, o “*Se encargan de limpiar*”. No han sido muy estudiadas porque carecen de propiedad eléctrica medibles. (Un montón de neurociencia se ha basado en la capacidad de medir el epifenómeno eléctrico). Es posible que las células gliales tengan el potencial de ser programadas en el cerebro, y que bajo las indicaciones adecuadas *abandonen* el cerebro para moverse por el cuerpo. También existe un precedente para las células tipo monocitos, que contienen información sobre el estado del cuerpo, de residir *en* -y hablar directamente *con-* el *cerebro*. Quizás éste sea un mecanismo de actuación mediante el cual se intercomunican mente y cuerpo.

Nuestra última especulación, y una quizás capaz de escandalizar, pero relativa al tema sobre el que se me pidió que considerase a este simposio de “*Supervivencia y Conciencia*”, ¿puede sobrevivir la mente a la muerte del cerebro físico?

Quizás aquí debamos recordar cómo las matemáticas sugieren que las *entidades físicas* pueden colapsar de repente, o expandirse indefinidamente. Pienso que es importante darse cuenta de que la información está almacenada en el cerebro, y a mi me resulta concebible que esta información pueda autotransformarse en algún otro reino.

Seguramente las moléculas de ADN posean la información que hace que el cerebro y el cuerpo, y el *cuerpomente*, parezca compartir las moléculas de información que animan el organismo.

¿Dónde va la información una vez que las moléculas (la masa) que las compone se ha destruido? La materia no puede crearse ni destruirse, y quizá el flujo de información biológica simplemente *no pueda* desaparecer tras la muerte, y se transforme en otro reino. ¿Quién puede decir que sea lógicamente “imposible”? Nadie ha unificado matemáticamente la teoría del campo gravitatorio con la materia y la energía. La matemática de la conciencia ni siquiera se ha abordado. La naturaleza del hipotético “otro reino” está actualmente en una dimensión religiosa o mística, en la que la ciencia occidental tiene claramente *prohibido* adentrarse.

Candace Pert, Ph.D., es jefe de bioquímica cerebral, en la División de Neurociencia Clínica del Instituto Nacional de Salud Mental.

Referencias

1. Pert, C.B.; Ruff M.R.; Weber, R.J.; Herkenham M., *Neuropeptides and their receptors: A Psychosomatic network*. Journal Immunology, 1985, 35-2; Ver también Pert, C.B. *Cybernetics*, 1985; 1:1 Schmitt, F.O., *Molecular Regulations of brain functions: a new view*. Neuroscience, 1984, 13:991.
2. Pert, C.B.; Ruff M.R.; Weber, R.J.; Herkenham M., *op.cit.*