

## **¿QUÉ NOS DICE, ACERCA DE NOSOTROS MISMOS, CONOCER ALGO DE CÓMO FUNCIONA EL CEREBRO?**

**Por Francisco Mora Teruel**

No es posible descender dos veces al mismo río.

**HERÁCLITO.**

Cánsate ya, mortal de fatigarte  
En adquirir riquezas y tesoros,  
Que últimamente el tiempo ha de heredarte  
Y al fin te han de dejar la plata y el oro  
Vive para ti solo si pudieras,  
Pues solo para ti, si mueres, mueres.

**FRANCISCO DE QUEVEDO Y VILLEGAS**

**Pinta la vanidad y locura, canción I.**

El estudio del cerebro es una de las últimas fronteras del conocimiento humano y de mucha más importancia inmediata que entender la infinidad del espacio o el misterio del átomo. Porque sin una descripción del cerebro, sin una descripción de las fuerzas que modelan la conducta humana nunca podrá haber una nueva ética verdaderamente objetiva, basada en las necesidades y los derechos del hombre. Necesitamos esa nueva ética si hemos de superar la intolerancia de la diferencia que ha atrincherado a la sociedad en el dogma y la discriminación y disipar la falacia naturalista de argumentar que la manera en la que nos comportamos es la manera en la que debemos obligadamente de comportarnos [...] El cerebro luchando por entender el cerebro es la propia sociedad tratando de entenderse a sí misma.

**C. BLAKEMORE**

**Mechanics of the Mind**

En el Centro de Incubación y Acondicionamiento de la Central de Londres de la Comunidad, identidad y estabilidad del Estado Mundial, el Director del Centro le explicaba a sus alumnos que un óvulo, un embrión, un adulto, es lo normal. Pero he aquí que el óvulo bokanowskyficado rebrota, se reproduce, se segmenta y resultan de ocho a noventa y seis brotes y cada uno se convertirá en un embrión perfecto y cada embrión en un adulto de perfecta talla. Es decir, que se producen noventa y seis seres humanos de lo que antes de formaban uno [...]

seres idénticos, no por grupos de dos o tres, como en los viejos tiempos vivíparos, cuando los óvulos se dividían accidentalmente, sino por docenas, por veintenas a la vez [...] hombres y mujeres en serie [...] inoventa y seis seres idénticos trabajando en noventa y seis máquinas idénticas! [...] Gammas en serie, deltas uniformes, epsílones invariables. Millones de gemelos idénticos, el principio de la producción en masa aplicado por fin a la Biología [...]. Instrumentos más eficaces de la estabilidad social.

Cuando Aldous Huxley escribió todo esto en su obra *Mundo Feliz*, en 1932, ni siquiera en el mejor de sus ensueños pudo anticipar lo que nos iban a enseñar las ciencias del cerebro en el resto del siglo XX. Y aún cuando es posible que algún día se puedan fabricar artificialmente y en serie seres genéricamente iguales en el momento de la concepción (si algún desquiciado designio de la naturaleza humana lleva a ello) nunca se podrán obtener seres humano idénticos ni incluso creciendo y desarrollándose en ambientes “idénticos”, trabajos “idénticos” y educación “idéntica”. Tal cosa no puede existir por la simple razón de que el medio ambiente, siempre cambiante y variable, es un determinante poderoso junto a la carga genética. Y es de esta manera que la versatilidad de la naturaleza biológica del hombre se hace singular y diferente. La diversidad está en la raíz misma de la existencia humana.

### **De genes y medio ambiente**

El ser humano se construye en un primer momento con la información única contenida en su genoma. Cada ser humano tiene aproximadamente unos 30.000 genes y unos 3.000 millones de pares de bases. Toda la información necesaria para la construcción del organismo humano y su cerebro está contenida en esos genes, que se expresan en la síntesis de proteínas. Hoy se estima que el conjunto de esas proteínas, el hoy llamado proteoma, tiene un tamaño de alrededor de unas 300.000 proteínas.

Es más, la secuencia de la molécula del ADN, donde residen los genes, es prácticamente idéntica para todos los seres humanos (99,9%). El margen de diferencia entre individuos no es más del 0,1%, aproximadamente tres millones de pares de bases. En este pequeño porcentaje residen, en último término, todas las diferencias genéticas encontradas entre los individuos humanos en el amplio espectro que va desde las diferencias corporales a las habilidades mentales y las incapacidades y enfermedades. Dicho de este modo pareciera que el organismo humano, o para el caso, cualquier organismo vivo, debiera formarse de una forma casi rígida y determinista. Sin embargo, es, en buena medida, lo contrario. A todos los niveles, desde el gen a la proteína y de ésta a la célula y al grupo de células y luego a la función y la conducta hay una infinidad de interacciones con

el medio ambiente siempre cambiante y a veces azaroso, dando lugar a un sistema más abierto que cerrado. Por ejemplo, un solo gen puede codificar para más de una proteína, cuya consecuencia es que haya un proteoma mayor que el genoma. Cada proteína por unión a otros componentes tiene además un enorme espectro de variaciones. Pero es más, una misma proteína puede participar en más de una función y varias proteínas interactuar para coordinar una sola función.

Todo lo expresado nos puede llevar a pensar en qué medida un sistema tan aparentemente abierto nunca da lugar a un individuo humano concreto. Lo que parece claro es que un único y singular genoma inicial tiene la potencialidad de crear múltiples posibles individuos, y es sólo el juego de interacción genes-medio ambiente y la selección específica en cada paso lo que da lugar al individuo concreto que luego se desarrolla a lo largo de la vida. Yo mismo resumía estas disquisiciones en *El reloj de la sabiduría*:

Hasta hace muy poco pensábamos que el dictado genético en el desarrollo y formación del cerebro, tanto el del ser humano como el de cualquier otro mamífero antes del nacimiento, era bastante monolítico y fijo. Hoy sabemos que el desarrollo del cerebro de cualquier ser vivo es un proceso muy versátil. El dictado genético no es tal dictado, sino más bien un “proyecto” que puede desarrollarse por diferentes caminos en función del “medio ambiente” en el que se desarrolló ese proyecto. Es cada vez más evidente que las barreras entre lo genético y lo ambiental se han roto. Como también se han roto las barreras entre lo bioquímico, la morfología, la fisiología y la conducta. Todo ello es un continuum espacio-tiempo. En este proceso continuo, que sazonado constantemente por el medio ambiente va del gen a la bioquímica y de ésta a la morfología y la función, se crea un ser único y genuino.

Esta dinámica que acabamos de comentar llega a su punto máximo en el ser humano. Y ello se debe a que esa interacción genes-medio ambiente externo es mayor para aquellos seres vivos que tienen un mayor tiempo de desarrollo fuera del claustro materno. El ejemplo máximo de ello se puede dar con el desarrollo del cerebro del hombre. El hombre nace con un peso de cerebro de alrededor de 350 gramos y alcanza un peso final, cuando adulto, de unos 1.400 gramos. Esto nos indica que más del 75% del peso total del cerebro humano y sus intrincadas conexiones se obtiene por esa relación entre genes y el inmediato contacto con el medio ambiente externo. Y es ese medio ambiente el que cincela la singularidad final del cerebro durante el desarrollo. Precisamente, el desarrollo final y la obtención del peso máximo del cerebro humano no se alcanza hasta los

25-30 años de edad. Al final de éste proceso de desarrollo, el cerebro de cada ser humano es distinto en morfología, tanto externa como interna y esto es así además, aun cuando en menor grado, para los gemelos univitelinos, monozigóticos, lo que nos confirma la poderosa influencia del medio ambiente en el que vive el individuo humano para formar su cerebro.

Y ya una vez formado, una vez que se realiza ese ser humano adulto singular, lo paradójico es que nunca se alcanza una singularidad estable, inalterable, que es la que nosotros mismos y, desde luego, quienes nos rodean parecen ver en nosotros. El ser humano es como el río de Heráclito, nunca es el mismo. Los cambios y los recambios del cerebro de todos los días y junto a los días los tiempos de todo el arco vital no son una pura apariencia de cambio, sino un cambio real de nosotros mismos.

### **De cómo el cerebro cambia en su relación con los demás y el mundo.**

Cambios anatómicos en el cerebro ocurren a lo largo de toda la vida de un ser humano (producidos por la expresión de genes, pero no transmisibles de un individuo a otro) y con ellos las capacidades, las habilidades y la propia personalidad que un individuo forja y desarrolla. Cambios plásticos en el sentido de una reorganización de áreas del cerebro tanto somatosensorial como visual y auditivo han sido demostrados tanto en animales de experimentación como en los seres humanos. Estos cambios también se han observado en las áreas motoras de la corteza cerebral. Efectivamente se ha podido ver en monos que tras la amputación de un dedo de la mano, el área cerebral que recibe información de ese dedo es invadida por información procedente del dedo adyacente. O una estimulación constante de uno de los dedos en estos monos resulta en una expansión del mapa cerebral dedicado a procesar la información de ese dedo a costa del mapa de los otros. En seres humanos, algo similar se ha detectado al encontrar, en ciegos, que el dedo índice, dedicado a leer en Braille tiene una representación cortical más grande que en los sujetos normales no ciegos (Mora, 2001).

Abundando en estos datos vale la pena resaltar dos estudios recientes. El primero realizado en nueve músicos, seis violinistas, dos celistas y un guitarrista, que han venido tocando sus instrumentos por un período de casi doce años y con una edad media de veinticuatro años. En él se estudió el área de la corteza somatosensorial ocupada por los dedos primero y quinto de las manos derecha e izquierda (dedos de la mano izquierda utilizados para tocar las cuerdas de los instrumentos). Estos datos fueron comparados a sujetos control no-músicos de edades similares y se encontró que la representación de los dedos primero y quinto de la mano izquierda de los músicos era mayor que la representación de

los mismos dedos de la mano izquierda de los controles no-músicos y, además, las áreas ocupadas por éstos eran mayores para los músicos que comenzaron a tocar el instrumento a una edad más temprana. No hubo diferencias entre los dedos de la mano derecha de los músicos y los controles (Elbert, 1995). Estos experimentos muestran claramente que nuestro cuerpo está representado de una forma dinámica en las áreas somatosensoriales de la corteza cerebral y que ésta varía con los cambios de nuestro cuerpo.

El segundo estudio (Giroux et al., 2001) refiere a la reorganización de la corteza motora antes y después de realizarse el trasplante de un miembro. C.D. fue un paciente que sufrió un grave accidente en el año 1966 a consecuencia del cual le fueron amputadas ambas manos. Cuatro años después C.D. recibió un trasplante de manos. Unos meses antes de la operación quirúrgica se mapeó en su corteza motora la representación de las manos perdidas utilizando técnicas de resonancia magnética (esto último se hizo estimulando los músculos del antebrazo que corresponden a los dedos de la mano perdida). Se pudo comprobar que solamente hubo la activación de una pequeña zona del área correspondiente a la localización de la mano en el húmero motor. Posiblemente, como demuestran muchos estudios experimentales, como los referidos anteriormente con los monos, el área de la mano fue invadida por la representación de otra parte del cuerpo, muy probablemente la cara. Después del trasplante se hicieron estudios periódicos y se comprobó cómo, a los seis meses, la nueva mano venía a ocupar de nuevo toda la extensión del área motora correspondiente. Todo ello habla de la enorme plasticidad que también posee la corteza motora y de la reversibilidad de la organización cerebral tras la amputación.

Y ello nos lleva a la idea de que posiblemente otras áreas de nuestro cerebro, las áreas de asociación de la corteza cerebral, que codifican para las funciones superiores, léase procesos mentales y conciencia, también cambian por influencias y factores sociales.

Estas influencias sociales serán incorporadas biológicamente en la expresión de genes específicos en neuronas específicas de regiones específicas del cerebro. Estas alteraciones influenciadas socialmente son las que se transmiten culturalmente. En los seres humanos, la capacidad de cambiar la expresión genética a través del aprendizaje es particularmente efectiva y ha dado lugar a un nuevo tipo de evolución: la evolución cultural (Kandel, 1998).

Y con estos cambios debiera igualmente cambiar nuestro “yo”. Porque el “yo”, como hemos visto, se cree que es una referencia que el cerebro tiene de los acontecimientos del mundo y de su propio cuerpo. El yo, señala Llinás, no es

una cosa tangible sino la expresión de la función de un sistema (tálamo-cortical) “que relaciona las propiedades referenciales sensoriales del mundo externo a las motivaciones y memorias generadas internamente”. Si ello es así, entonces no debe haber duda alguna que el yo de cada individuo cambia con el tiempo. Y con ello la personalidad, las emociones y sentimientos y también la luz (la conciencia) que los ilumina a lo largo de todo nuestro arco vital desde la infancia hasta la vejez. Y ¿acaso ello no es experiencia de todo ser humano cuando reflexivamente piensa y compara el “sí mismo” de su infancia con el yo de veinte años después, y el yo durante la vejez?

Señalaba yo en *El reloj de la sabiduría*:

Mi yo de hoy difiere del modo importante de mi yo de hace treinta años. Mi identidad como yo, que parece persistir sin embargo a lo largo del tiempo es realmente una actualización constante y consciente de todas las percepciones que recibo de mí mismo cada minuto, cada día, en el marco de mis percepciones anteriores. Posiblemente esa actualización sólo descansa durante las siete horas de sueño. Y es a la mañana siguiente, cuando me levanto y me miro por primera vez al espejo, que retomo mi yo y mi constante e incansable reactualización de mí mismo. Enmarco cada pensamiento, cada sentimiento, cada arruga nueva de mi cara y de mi cuerpo en una constante actualización y cambio de mi cerebro que además soy yo mismo. Eso hace que exista el “fantasma” de mí mismo. Y eso sucede igualmente en el cerebro de quienes en casa, en la familia o colegas en el trabajo te ven horas todos los días. Sin embargo, tal cosa no sucede en el cerebro del amigo que no te ha visto en treinta años. Su actualización de ti en su cerebro no ha ocurrido, tampoco ello es posible en las pocas horas o días que puede durar el encuentro tras los treinta años de separación. No es posible su actualización de ti mismo, ni en lo físico ni en lo psíquico. Tú eres ya una persona diferente y él, también.

Y si todo esto es cierto y toda actividad humana gira en torno a esos millones de “yo” diferentes en el mundo, ¿de qué manera se podría entender nunca al ser humano en profundidad, sino conociendo en último término cómo funciona su cerebro?

### ***Dé como elegimos entre personas y cosas.***

Pues si el cerebro cambia (lo que incluye a ese “mí mismo”) como resultado del medio en que se vive (lo que incluye a los demás y las consecuencias de mi

propia conducta), debe ser entonces cierto que nos hacemos a nosotros mismos. Y todo ello tiene que ver con nuestra libertad. Está claro que la libertad es un acto de elección consciente. Una elección entre cosas u opciones. Pero ese acto, no coaccionado, viene predeterminado en parte por el marco personal de referencias que posee el individuo en su cerebro. La libertad nos permite escoger, pero es una elección constreñida por nuestras elecciones previas que tiene como base nuestro aprendizaje, tanto intelectual como emocional, y nuestras memorias. (Nadie puede elegir entre cosas que desconoce. Nadie puede ser libre y hacer elecciones libres en un medio como la ingeniería, la economía o la medicina o cualquier otro, incluido un medio social y político, si desconoce ese mundo). Nuestras elecciones cambian y recambian nuestro cerebro al colocarnos constantemente ante nuevos marcos sociales elegidos por nosotros mismos. Conociendo esta consecuencia, parece evidente que somos y nos hacemos con nuestras elecciones.

Pero si nuestras elecciones vienen determinadas y constreñidas por nuestras elecciones previas, ¿somos verdaderamente libres? La pregunta se puede responder desde muchas perspectivas. Desde la ética, esta respuesta va siempre unida a la responsabilidad moral del ser humano. Si somos seres libres, somos seres moralmente responsables y si no somos, es decir, si nuestras acciones son deterministas (ante una determinada situación siempre actuaríamos de la misma y fija manera), entonces habría un serio hueco en nuestra responsabilidad. Y es aquí en donde las ciencias del cerebro han entrado en este campo minado del pensamiento humano. La pregunta esencial aquí es ésta: en una situación concreta y conociendo todos los determinantes de la misma, ¿somos libres para elegir la respuesta o ya ésta viene impuesta por nuestras condiciones físicas y los determinantes de nuestro cerebro? La pregunta no es baladí. Conocer los mecanismos por los cuales nuestro cerebro alcanza a conocer y realizar nuestras intenciones y acciones es de crucial importancia para una buena contestación.

En un reciente libro, *La neurofilosofía de la libertad*, Henrik Walter (2001) construye la idea de la libertad humana sobre la base de que ante una situación concreta el ser humano podría alternativamente haber actuado de otra manera, y lo hace, por tanto, sobre posibilidades que tiene que sopesar y sobre la idea de que el ser humano es el origen último de sus propias acciones. En la propuesta contraria, es decir aquella en la que el ser humano es absolutamente determinista, el hombre, ante una situación muy específica y concreta, siempre respondería de la misma manera y está claro que tal no parece ser el caso.

El hombre es altamente impredecible en sus respuestas y visto al menos desde afuera, cambia en sus elecciones ante situaciones aparentemente “idénticas”. Y es que posiblemente lo “idéntico” y sin cambio no existe jamás ni en el cerebro del hombre ni en su medio ambiente. Efectivamente, en la esencia

de casi todo el mundo está el cambio y nada se repite de modo idéntico. Realmente lo único que permanece sin cambios es el cambio mismo. Incluso en física, la teoría del caos desarrolla la idea de que diferencias minúsculas en las condiciones iniciales de un sistema pueden dar lugar a resultados muy diferentes. Nunca se repiten las mismas condiciones, siempre hay un ingrediente diferente, por pequeño que sea, y es precisamente en esto último que se podría basar, en buena medida, la concepción neurofilosófica de la libertad humana, es decir, que ante situaciones “idénticas” el ser humano puede responder de modo diferente, no porque un ser inmutable y “espiritualmente libre” posea esa “intrínseca” característica, sino porque cada acto de elección es diferente tanto porque es diferente el cerebro que elige como porque es diferente la cosa elegida o decisión tomada. Es en este sentido que el hombre sería libre, y en ese sentido sería un ser responsable.