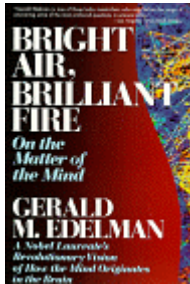


**Gerald M. Edelman. *Bright Air, Brilliant Fire*.  
On the Matter of the Mind. Basic Books, 1992 .**

**Carlos Muñoz Gutiérrez**



Si tuviéramos la poca delicadeza y la extraña ocurrencia de preguntarle a un extraterrestre venido de algún lugar lejano del universo su primera impresión sobre que cree él que importa actualmente a los científicos humanos, posiblemente nos pidiera llevarle a una buena librería para curiosear los libros de divulgación científica que estuvieran en los estantes de novedades. Sin más rigor que una ojeada rápida, podría asegurar que de entre los temas que nos refiera como aquellos que nos interesan estarían la mente, la conciencia y el cerebro.

En los últimos años ilustres científicos metidos a filósofos, famosos filósofos especulando sobre ciencia, biólogos convertidos en psicólogos, psicólogos haciendo psicología, teóricos de las ciencias de la computación cambiando máquinas por mentes, han publicado al menos una docena de libros. Libros en los que se ofrecen bases teóricas y metodológicas para construir, en un futuro cercano, una teoría científica de la mente y de la conciencia que pueda finalmente reunir y sistematizar más de 26 siglos de curiosidad y asombro del hombre ante el mundo.

Pareciera que todo el esfuerzo científico del hombre ha de cerrarse alrededor del propio hombre, o más concretamente del instrumento del que el hombre se ha servido para producir una forma de vida, una cultura sin igual en el mundo biológico.

Tal vez nuestro extraterrestre quedará impasible ante su observación, posiblemente porque ellos -como la ciencia-ficción exige- hace muchos años que comprendieron el sistema que les hizo inteligentes, pero a nosotros nos alertaría una vez más sobre aquella idea arraigada de que las cosas se prolongan en la historia hasta que maduran.

De Descartes a nosotros han pasado ya tres siglos de interés por nosotros mismos, de investigaciones sobre el conocimiento y sobre el conocer. Siglos que pueden rastrearse en una historia de la ciencia y que como en toda historia más que una línea hacia adelante encontramos complejas tramas de cruces, bifurcaciones, ramales abandonados pronto y otros que se prolongan en numerosas direcciones. Si fuera posible trazar el mapa genético de la historia del estudio de la mente encontraríamos que a la altura de nuestro tiempo, la red de caminos se hace densa, se cuadrícula, se edifica en ella, se constituye una ciudad, una gran metrópolis.

Podemos entonces decir que una ciencia nueva ha colonizado el ámbito del saber, ha colocado a sus gentes en instituciones y ha credo hogares donde habitar, Desde muchas direcciones, a través de muchos caminos se llega a esta nueva ciudad que se ha llamado neurociencia o ciencia cognitiva. Emigraciones masivas de lingüistas, psicólogos, teóricos computacionales, biólogos, filósofos buscan colonizar un espacio. Como en una fiebre del oro, esperan la fortuna de un hallazgo.

D. Dennett, 1991; N. Humphrey, 1992; F. Crick, 1994; A. Damasio, 1994; R. Penrose, 1989 y 1994; Marcel y Bisiah, 1988; han hecho su contribución. Desde diversas tradiciones, con distintos criterios metodológicos e intenciones han escrito libros sumamente sugerentes que han ido construyendo esta nueva metrópolis. Casi todos ellos con mayor o menor retraso han sido traducidos al castellano y publicados en nuestro país. Sin duda todos ellos merecerían un extenso comentario, o tal vez un estudio comparativo, sin embargo, por diversos motivos, nos proponemos comentar aquí la obra de Gerald M. Edelman que sorprendentemente no ha sido traducida y que permanece más desconocida para el lector de habla castellana.

G.M. Edelman fue premio Nobel de medicina en 1972 y actualmente es el director del Instituto de Neurociencia y Jefe del departamento de Neurobiología en el Scripps Research Institute. En su obra *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind* ha sistematizado su trilogía consistente en *Neural Darwinism*, 1987; *Topobiology*, 1988 y *The Remembered Present*, 1989.

*Bright Air, Brilliant Fire* se presenta con un claro intento divulgativo de sus teorías sobre el cerebro, de sus especulaciones sobre cómo surge la mente desde el cerebro y de sus presupuestos y consecuencias filosóficas. Pero con todo pretende sistematizar como una teoría empírica los resultados de sus trabajos anteriores que mantienen un tono más técnico.

A Edelman se le concedió el premio Nobel en 1972 por sus trabajos sobre inmunología realizados en el año 69 con su grupo de colaboradores, en ellos resumidamente se obtuvo la conclusión de que el sistema inmunológico no consiste en un repertorio de anticuerpos constituido genéticamente sino que, por el contrario, un número limitado de genes proporciona los códigos para los millones de anticuerpos diferentes que existen en el organismo.

La presencia de un virus o bacteria produce una selección de los anticuerpos que mejor se adaptan a su estructura. La presencia de células especializadas en la sangre harán entonces que los anticuerpos adecuados, pues a menudo puede haber varios que se adapten a los invasores, se clonen fabricando miles de copias.

De esta manera el sistema inmunitario no es un mecanismo que aprenda o se le enseñe que anticuerpos fabricar, sino que es un sistema selectivo acorde con los principios darwinistas de la selección.

Este fue el punto de partida de Edelman para concebir al cerebro como un sistema selectivo, en el que la selección opera durante el tiempo de vida del sistema.

Efectivamente Edelman toma la actitud metodológica de construir una teoría científica de la mente basándose en la estructura y función del cerebro. Por científica aquí debemos entender:

- (1) Ofrecer una descripción de la mente basada en la organización neural y fenotípica de un individuo, formulada en términos de mecanismos físicos y químicos.
- (2) Que el modelo de conciencia o mente basado en tal descripción debe ser corroborable por experimentación, o al menos consistente con modelos del cerebro que sean verificables empíricamente.

Este punto de partida tiene que ver con el rechazo que Edelman realiza al funcionalismo como método de trabajo en el tema de la conciencia, al contrario intenta probar que la conciencia es una propiedad de la materia. Y es que el funcionalismo, en la medida en que es indiferente al sistema concreto que realiza la función, en la medida en que es indiferente al contenido concreto que se procesa y en la medida en que supone lo que precisamente hay que explicar es inconsistente con los datos de partida que una teoría psicológica debería explicar. En concreto.

- (1) Los sistemas nerviosos individuales muestran una enorme variación funcional y estructural en muchos niveles: molecular, celular, anatómico, fisiológico y conductual. A pesar de las semejanzas en los individuos de una especie, el grado de variación individual de cerebro en cerebro excede lo que podía tolerarse en una ejecución fiable en cualquier máquina construida de acuerdo a principios funcionales de ingeniería. De tal manera, entonces, la variación no es un ruido superimpreso sobre el conjunto de procedimientos programados sino que es fundamental en el trabajo del sistema de variación.
- (2) Para sobrevivir, un organismo debe o heredar o crear criterios que le permitan clasificar el mundo en categorías perceptivas de acuerdo con sus necesidades adaptativas. Aun después de que esta clasificación se haya realizado en función de la experiencia, el mundo mantiene lugares llenos de novedad que todavía no han sido categorizados. Así la información de entrada del mundo no encaja con los

requisitos de una información preexistente y estable de los sistemas de procesamiento de información.

A partir de aquí Edelman enuncia su tesis fundamental, a saber, que el cerebro es un sistema selectivo, en el que la selección opera durante el tiempo de vida del individuo. Para el desarrollo de esta tesis fundamental elabora lo que él denomina la teoría de la selección del grupo de neuronas (TNGS).

La TNGS es una teoría de poblaciones que postula precisamente que la habilidad de los organismos para categorizar un mundo no etiquetado y para comportarse en él de una manera adaptativa surge no de la transferencia de instrucciones o de información sino de procesos de selección bajo variación. La TNGS considera que hay una generación continua de diversidad en el cerebro. En el cerebro embrionario, hay variación y selección en la migración de poblaciones celulares y durante la muerte de células. También en la formación de las sinapsis. En el cerebro maduro, en la amplificación diferencial de la eficacia de las sinapsis.

Esto tiene como consecuencia la formación de grupos neuronales y que el proceso es modificado continuamente por reentradas de señales.

## **Postulados Básicos de la TNGS**

La TNGS propone tres mecanismos para responder de la producción de conductas adaptativas por parte de los organismos con sistemas nerviosos complejos: selección en el desarrollo, selección en la experiencia y reentradas de señales.

Cada uno de estos mecanismos actúa dentro y entre colectivos que consisten en cientos de miles de neuronas fuertemente interconectadas denominadas grupos de neuronas.

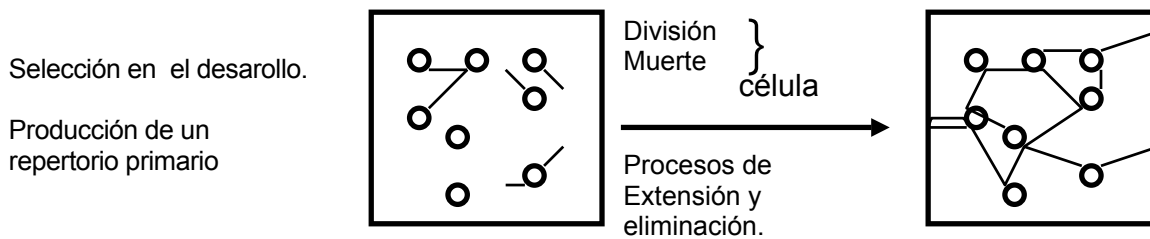
Además la teoría propone que la selección a través de la amplificación sináptica diferencial está restringida por la acción de sistemas de valor derivados evolutivamente: sistemas neuromodulatorios dotados con proyecciones difusas que señalan el posible valor adaptativo para el organismo en su totalidad de la ocurrencia de ciertos eventos.

### **(1) Variación y Selección en el desarrollo.**

La diversidad estructural del sistema nervioso y los detalles de la neuroanatomía no están estrictamente programados por el código molecular. Esta diversidad surge durante el desarrollo desde la regulación epigenética dinámica de la división, adhesión, migración y muerte de la célula, así como de la extensión y retracción de las neuritas.

La adhesión y migración son gobernadas por unas series de moléculas morforeguladoras llamadas CAMs -moléculas de adhesión de células- y SAMs -moléculas de adhesión de sustratos-.

Esto lleva a la formación de repertorios primarios dentro de regiones anatómicas dadas que contienen un gran número de grupos de neuronas variantes o circuitos locales.

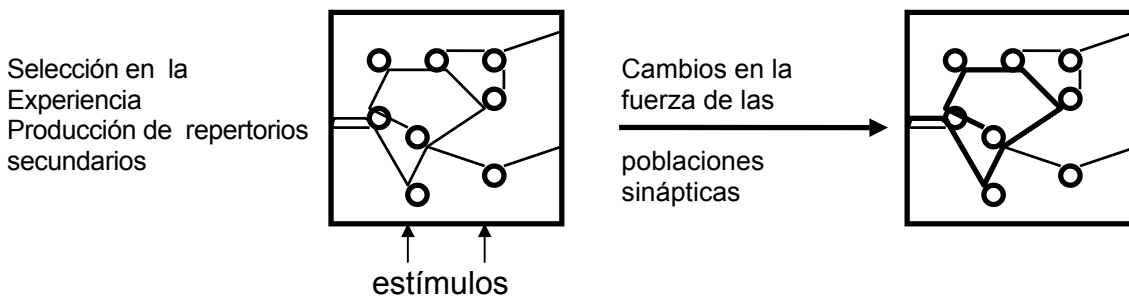


## (2) Selección en la experiencia.

Después de que la mayoría de las conexiones anatómicas de los repertorios primarios se han establecido, las actividades de los grupos de neuronas que funcionan particularmente continúan siendo dinámicamente seleccionadas por mecanismos de cambios sinápticos subsiguientes dirigidos por la conducta y la experiencia.

Esta selección en la experiencia resulta de la amplificación diferencial de poblaciones sinápticas, fortaleciendo unas y debilitando otras sin mayores cambios anatómicos.

Estas señales actúan para seleccionar poblaciones variantes de sinapsis que conectan células dentro y entre grupos. La selección en la experiencia lleva finalmente a la formación de repertorios secundarios de grupos neuronales como respuesta a patrones particulares de señales.



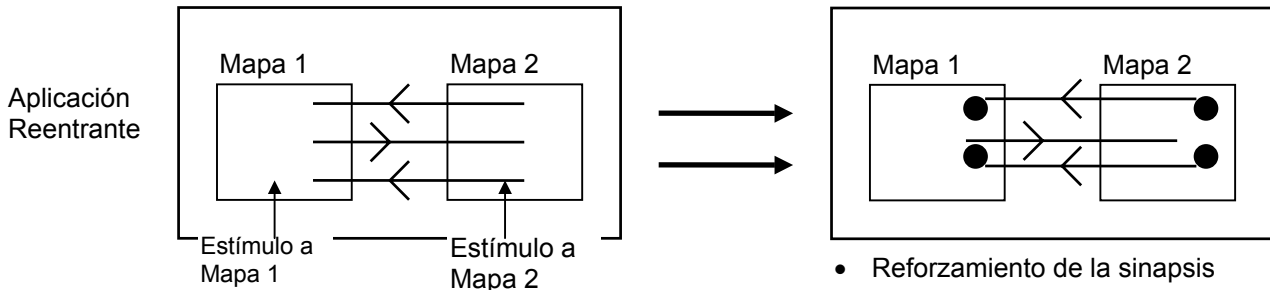
Por los cambios que ocurren en las eficacias sinápticas en encuentros con señales de similar tipo, los circuitos seleccionados previamente y los grupos neuronales en tales repertorios secundarios se ven más favorecidos que otros.

## (3) Reentradas de señales.

La selección en la experiencia conlleva correlaciones de señales estadísticas entre grupos de neuronas pre y postsinápticas, mejor que la transmisión de mensajes codificados de una neurona a otra.

Si estas señales han de ser adaptativas tendrán que reflejar las señales que surgan en el mundo real. Esto se realiza señalando reentradas en y entre mapas neuronales. Estos recorridos neuronales que relacionan hojas de receptores sensoriales con registros particulares del sistema nervioso central proveen un medio de reforzar regularidades espaciotemporales. A diferencia de las representaciones mentales que asocian una etiqueta a una posición específica del mapa, la TNGS propone que las regiones relacionadas intercambian y correlacionan señales por reentrada.

Una reentrada puede definirse como una señalización paralela continua entre grupos de neuronas separadas que ocurre a lo largo de conexiones anatómicas ordenadas de manera bidireccional y recursiva. Es, pues, un proceso dinámico que es inherentemente paralelo y distribuido y que debe diferenciarse de la retroalimentación. Las reentradas no tienen una dirección preferida y no tiene una función de *input* o *output* predefinido.



Una de las premisas fundamentales de la TNGS es, entonces, que la coordinación selectiva de patrones complejos de interconexiones entre grupos de neuronas por medio de reentradas es la base de la conducta. Para la teoría de Edelman, la reentrada es la base principal para poder trazar el puente entre la fisiología y la psicología.

Este puente comienza a realizarse cuando múltiples mapas que están conectados entre sí por doble entrada a la conducta sensoriomotor del organismo comienzan a emparejar sus *outputs* creando un mapa global que da lugar a respuestas categoriales perceptivas. Este mapa global asegura la creación de un bucle dinámico que continuamente coteja los gestos y posturas del organismo con el muestreo independiente obtenido de varias clases de señales sensoriales. El mapa global permite interactuar con partes no concetenadas del cerebro (hipocampo, el ganglio basal y el cerebelo) en la medida en que estas estructuras están conectadas con mapas locales mediante múltiples reentradas.

Por supuesto, para la categorización perceptual, que iniciará los procesos superiores y de conciencia, hay que suponer como condición algún sistema de valor que se ha ido produciendo a lo largo de la evolución de la especie.

Edelman denomina 'valor' a las estructuras fenotípicas que reflejan la selección evolutiva principal y que contribuyen a la conducta adaptativa y a la construcción del fenotipo. Estos sistemas de valor podrían percibir la ocurrencia de conductas adaptativas y seleccionarían los eventos neuronales que las producen en función de los valores simples que contengan. Estos valores pueden expresarse en proposiciones tales como: "Comer es mejor que no comer" o "ver es mejor que no ver".

Los procesos que producen estos mapas globales (con sus patrones asociados de selección del grupo de neuronas y de cambio sináptico) crean una representación espaciotemporal continua de objetos o de eventos.

Dentro de estos procesos globales, los cambios de gran alcance en la fuerza sináptica tienden a favorecer la actividad mutua de reentradas de aquellos grupos cuya actividad ha sido correlacionada a través de diferentes mapas durante la conducta pasada. Tales cambios sinápticos proveen la base para la memoria.

De esta manera los recuerdos en los mapas globales no son almacenados, fijados o codificados de tal manera que puedan invocarse y recuperarse siempre de la misma manera como haríamos con los registros de un disco duro de nuestros ordenadores. En lugar de ello, la memoria resulta de un proceso de recategorización continua, que, por su naturaleza, debe ser procedural y que debe conllevar una actividad motora continua y una repetición frecuente.

Con esto, categorización y memoria, obtenemos la condición necesaria para el aprendizaje. El aprendizaje, pieza clave de nuestra supervivencia en un mundo no etiquetado y cambiante, ha sido un elemento esquivo al paradigma cognitivo. Edelman consigue un paso

más en su teoría cuando incluye, además de los procesos de categorización y memoria, enlaces sinápticos entre los procesos que producen los mapas globales y la actividad de los centros hedonistas y el sistema límbico de manera que satisfacen nuestras necesidades homeostáticas, apetitivas y consumatorias.

El aprendizaje se entiende entonces como la satisfacción de necesidades del organismo, necesidades que han creado expectativas al asociar estas necesidades con nuestras categorizaciones.

A partir de aquí, conforme la complejidad avanza y los datos decrecen, la teoría se hace especulativa, pero aún mantiene consistencia con los presupuestos iniciales. Por ejemplo, para la formación de conceptos la TNGS sugiere que el cerebro construye mapas de sus propias actividades. Un mapa de tipos de mapas que permite activar o reconstruir porciones de actividades pasadas de mapas globales de diferentes tipos, recombinarlos o compararlos. Permite también distinguir clases de mapas globales.

Finalmente para los procesos superiores y para la explicación de la conciencia, Edelman prolonga su teoría ofreciendo las condiciones biológicas necesarias que han hecho posible el surgimiento de estos elementos en la mente humana y su mantenimiento en función de su valor adaptativo.

La conciencia, que ha sido hasta la fecha un tema inabordable y molesto para la ciencia psicológica, parece, poco a poco, que pueda llegar a incluirse entre los conceptos explicativos de la psicología. Pero, para que finalmente una teoría de la conciencia pueda proponerse seriamente, no sólo Edelman, sino también la mayor parte de los teóricos de los que hablábamos al comienzo, en mayor o menor medida, proponen revisar el paradigma cognitivo en el que la explicación psicológica se ha movido los últimos años.

Efectivamente, Edelman en su *Critical Postscript* presenta las limitaciones teóricas y las consecuencias humanas y sociales que conlleva afrontar la mente como un sistema que procesa información o como una máquina de Turing. Contemplar estas limitaciones a la luz del intento de construir una teoría psicológica desde sus bases biológicas conllevará a la vez el cuestionamiento de la metodología y la epistemología asociada al paradigma cognitivo.

Funcionalismo y Objetivismo comienzan a aparecer como los obstáculos principales en la tarea que Edelman se propone. Por eso, ni es sorprendente ni injustificado que Edelman recurra a la semántica cognitiva y a los modelos cognitivos en los que, entre otros, Langacker, Johnson y Lakoff llevan trabajando desde hace tiempo. Como el propio Edelman reconoce, desde el desconocimiento mutuo entre los respectivos trabajos al menos hasta la publicación de *The Remembered Present*, su obra aporta el fundamento biológico a las propuestas de estos autores sobre la estructura categorial y cognitiva, sobre las proyecciones metafóricas en la que se apoya y sobre la mente incorporada de la que surge.

Estos autores que rechazan, por reduccionista, el objetivismo generalizado del proyecto científico vienen ofreciéndose como alternativas teóricas y metodológicas de sumo interés al paradigma cognitivo clásico y aparece ahora -con la obra de Edelman- desposeído incluso de una fundamentación biológica.

## Referencias

- **Crick, F.** (1994). *The astonishing hypothesis. The scientific search for the soul*. Charles Scribner's Sons, New York.
- **Damasio, A.** (1994). *Descartes's Error. Emotion, Reason, and the Human Brain*. G.P. Putnam's Sons, New York.
- **Dennett, D.** (1991). *Consciousness Explained*. Little, Brown, New York.
- **Edelman, G.M.** (1987). *Neural Darwinism: The Theory of Neural Group Selection*. Basic Books, New York.
- -----, (1988). *Topobiology: An Introduction to Molecular Embryology*. Basic Books, New York.
- -----, (1989). *The Remembered Present. A Biological Theory of Consciousness*. Basic Books, New York.
- -----, (1990). *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of Mind*. Basic Books, New York.
- **Humphrey, N.** (1992). *A History of the Mind: Evolution and the Birth of Consciousness*. Simon & Schuster, Norwalk, CT.
- **Johnson, M.** (1987). *The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination and Reason*. University of Chicago Press, Chicago.
- **Langacker, R.W.** (1987). *Foundations of Cognitive Grammar, vol. 1, Theoretical Prerequisites*. Stanford University Press, Stanford.
- **Lakoff, G.** (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About la Mind*. University of Chicago Press, Chicago.
- **Marcel, A. y Bisiah, E.** (1988). (Eds) *Consciousness in Contemporary Science*. Clarendon Press, Oxford.
- **Penrose, R.** (1989). *The Emperor's New Mind*. Oxford University Press, Oxford.
- -----, (1994). *Shadows of the Mind*. Oxford University Press, Oxford.