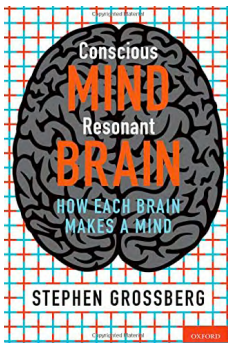


OPUS MAGNUM DE GROSSBERG

De la consciencia al cerebro



**Conscious mind,
resonant brain.**
How each brain
makes a mind

Stephen Grossberg,
Oxford University
Press, 2021

Todos tenemos cerebro. Pero no hay dos iguales. Ello significa que cada cerebro condiciona la mente individual, y esta es la que controla nuestra conducta, nuestras emociones y experiencias. Aunque la historia evolutiva del cerebro humano se encuentra escrita en el genoma, cada mente se apoya en una circuitería sináptica única y en cambio continuo. Por consiguiente, el órgano que nos individualiza como especie es el que nos distingue también unos de otros, pues tras el nacimiento, las sinapsis van respondiendo a nuestras experiencias individuales.

Ningún proceso cerebral, por sí solo, puede resolver un problema a gran escala, como la visión o el habla. Cada proceso tiene sus propias virtualidades y deficiencias características. Cuando esos procesos interactúan mutuamente de una forma equilibrada, pueden, juntos, superar las deficiencias complementarias del otro.

(Una cuestión afín es en qué medida la complementariedad de nuestro cerebro guarda relación con la complementariedad del mundo físico. El principio de complementariedad fue avanzando por Niels Bohr (1885-1962) en los años veinte del siglo pasado. De acuerdo con él, los objetos

presentan propiedades de complementariedad, tales como la posición y el momento, u onda y partícula. Los principios de complementariedad y de incertidumbre constituyen los fundamentos de la mecánica cuántica, el de complementariedad de Bohr y el de incertidumbre, introducido por Werner Heisenberg (1901-1976). Estos principios de la física ayudan a explicar por qué las propiedades de complementariedad de los objetos, tales como la posición y el momento, onda y partícula, no pueden ser ni observadas ni medidas con igual precisión en el mismo instante. La física clásica y la cuántica utilizan también los estados resonantes para explicar la estabilidad de la materia. En la teoría de Bohr, los orbitales atómicos son resonancia de una longitud de onda electrónica. Hasta hoy los grandes descubrimientos sobre la creación cerebral de la mente no han requerido el uso de la mecánica cuántica.)

La dinámica cerebral opera, con notable eficiencia, por encima del nivel cuántico. Responde a unos pocos fotones en la oscuridad y a sonidos muy finos cuya amplitud supera el nivel del ruido térmico. El conocimiento de tamaño sutil sintonía, surgida en el curso de la evolución, podría proporcionarnos información valiosa sobre el diseño de sistemas perceptivos.

Para comprender el mecanismo de funcionamiento del cerebro, en su raíz más honda, importa tener claro el concepto de resonancia que, en los sistemas neurales, guarda parecido con la noción hebbiana de conjunción celular y su variante moderna de redes de atractores. Todos los estados de consciencia son resonancias. Subyacentes a nuestra experiencia consciente de ver, oír, sentir y conocer, encontramos resonancias. Es tal su importancia, que merece entrar en el título de esta obra.

Cuando la información entrante se ajusta al conocimiento ya almacenado (expectación y atención), emerge una estructura dinámica que puede suprimir el ruido y los detalles irrelevantes, permitiendo unas respuestas rápidas y efectivas. A menudo no somos conscientes de las señales en bruto que penetran en nuestro cerebro. Estas señales activan inicialmente las células en múltiples estados de procesamiento en un mecanismo de abajo arriba, del mundo exterior hasta las profundidades del cerebro. La resonancia cerebral, y con ella la percepción consciente, se activa en estadios de procesamiento que representan límites y superficies.

Relación entre la mente y el cerebro

Nuestro cerebro, que se vale de los principios de complementariedad, incertidumbre y resonancia, constituye un tipo de sistema de medición universal de procesos físicos muy diversos: luz, sonido, calor y presión. Ese dato plantea la cuestión de si el cerebro pudiera haber asimilado, en su estructura, principios físicos básicos durante su incesante interacción con el mundo físico en el curso de la evolución. Los procesos cerebrales de complementariedad implican diferentes vías en que las células cooperan y compiten entre sí. Cooperación y competición se dan en todos los circuitos del cerebro.

¿Cuál es la relación entre cerebro y mente? Este es el nudo gordiano, la cuestión fundamental que ha definido el quehacer de la psicología desde mediados del siglo XIX; también la ocupación, a lo largo de seis decenios, de Stephen Grossberg y tema central de *Conscious mind, resonant brain*, que él considera su *opus magnum*. Por sus trabajos en la vinculación de la mente con el cerebro y tras cuarenta años de docencia en la Universidad de Boston, recibió en 2015 el premio de la Sociedad de Psicología Experimental. A lo largo de diecisiete capítulos desgrana mucho de lo que hoy se sabe sobre cerebro y mente, información y respuesta a un mundo cambiante, toma de decisiones, la función de los sentidos, la conciencia y el conocimiento.

Uno de los fundadores del campo de las redes neurales, Grossberg ocupa hoy la cátedra Wang de sistemas cognitivos y neurales. Ha dejado su sello en tres áreas de investigación: neurociencia, psicología y matemática, con particular énfasis en el control cerebral de la conducta. Ha descubierto y modelado principios y mecanismos de

diseño neuronal que permiten que el individuo, o la máquina, adapten de forma autónoma su respuesta en tiempo real a retos inesperados del medio. En ese ámbito, niega que el cerebro sea un computador digital, rompiendo el viejo dogma de los profesionales de la inteligencia artificial, quienes asimilaban el ordenador a la actividad cerebral. Compete a los procesos del cerebro ayudarnos a entender la condición humana.

De la conexión básica entre los procesos de aprendizaje, expectación y atención en nuestro cerebro se ocupa la teoría de resonancia adaptativa

Conscious mind, resonant brain compendia una extensa inquisición sobre la interacción entre regiones y redes neuronales a través de circuitos que se hallan detrás de funciones psicológicas muy diversas. El libro aporta una explicación unificada de cómo, dónde y por qué nuestro cerebro ve, oye, siente y conoce el mundo. En particular, describe la teoría cognitiva y neural del autor sobre la forma en que nuestro cerebro aprende a considerar, reconocer y predecir acontecimientos en un mundo en constante transformación. Conocida como teoría de resonancia adaptativa, ha recibido la confirmación de experimentos psicológicos y neurobiológicos subsiguientes.

El dilema del aprendizaje

De la conexión básica entre los procesos de aprendizaje, expectación y atención en nuestro cerebro se ocupa la teoría de resonancia adaptativa, una teoría cognitiva y neural sobre el aprendizaje autónomo de la observación, categorización, reconocimiento y predicción de sucesos y objetos en un mundo cambiante. Para algunos, comprende el dominio de explicación más amplio y predictivo de las teorías cognitivas y neurales

disponibles. Ha aportado también explicaciones unificadoras de cientos de experimentos adicionales. No era fácil descifrar por qué aprendemos rápidamente sin olvidos catastróficos, ni el modo en que aprendemos a distinguir entre sucesos causales y accidentales. Tomados en su conjunto, los modelos creados sirven de orientación para algoritmos inteligentes.

De manera muy general, aprendemos de inmediato nuevos entornos, sin por ello olvidar lo que ya hemos conocido

¿Qué sucede en nuestro cerebro cuando vemos, oímos o sentimos conscientemente? Es decir, ¿cómo resolver el llamado problema duro de la consciencia, que [David Chalmers](#) planteó en *The conscious mind*? Se necesita una teoría de la consciencia que vincule cerebro y mente, mediante la modelización de cómo la dinámica cerebral guarda una estrecha correlación con las experiencias conscientes. Intervienen de manera destacada las llamadas propiedades emergentes. ¿Cuál es la diferencia entre una ilusión y la realidad de un hecho? Considerando que las alucinaciones vívidas son posibles, ¿cómo podemos estar seguros de que una experiencia es lo que en realidad está sucediendo y no una alucinación particularmente vívida? En concreto, las ilusiones visuales derivan de mecanismos adaptativos en cuya virtud construimos representaciones de la realidad que nos ayudan a

resolver el dilema de la estabilidad-plasticidad. Se espera, en particular, que las resonancias sincronas acontezcan entre múltiples áreas corticales y subcorticales.

Característico del poder predictivo de la teoría de la resonancia adaptativa es su capacidad para llevar a cabo, de forma autónoma, un aprendizaje rápido y robusto en respuesta a un entorno fugaz, sin borrar recuerdos previamente aprendidos. Los humanos están capacitados para aprender con celeridad una cantidad ingente de información en el curso de su vida. ¿Cómo integran toda esa información en experiencias conscientes unificadas que las cohesionen y tengan sentido para el sujeto? De manera muy general, aprendemos de inmediato nuevos entornos, sin por ello olvidar lo que ya hemos conocido. Por eso avanzamos confiados en el mundo, sin miedo a que el aprendizaje de nuevos rostros nos obligue a olvidar las caras de familiares y amigos. Esta propiedad se denomina olvido catastrófico. Grossberg llamó el *dilema* al problema del aprendizaje del cerebro con rapidez y estabilidad sin olvidos catastróficos del pasado.

La investigación cerebral es tan compleja como la propia estructura que debe estudiar. Junto a esa imponente síntesis de física del cerebro, tenemos una línea complementaria que en estos días ha cobrado notable predicamento: el estudio del desarrollo del cerebro humano a través de [organoides](#) implantados en cerebros en ciernes de ratas recién nacidas. Los resultados ponen la base para el estudio de la biología de diferentes [enfermedades neurológicas](#) en el cerebro de otros animales, con la ventaja añadida de que permite a los científicos desarrollar organoides más complejos de lo que nos posibilita un disco de petri. Entre los posibles candidatos ideales se habla del autismo y el restablecimiento de cerebros dañados.

Luis Alonso