

RESEÑA

LLINÁS, Rodolfo.

I of the Vortex, From Neurons to Self.

MIT Press, 2001, 264 págs.

Andrés Becerra Sandoval

Grupo Mentis

En este libro el neurólogo colombiano Rodolfo Llinás parte de una concepción *monista* y *evolutiva* de los problemas de la mente,¹ y a partir de ella intenta defender las hipótesis de que la conciencia es un estado funcional eléctrico (oscilatorio y discreto) del cerebro, que el *self*² es el centro de predicción del cerebro y que los *qualia* son la amplificación geométrica de una irritabilidad unicelular que aún no comprendemos bien.

Para Llinás la mente coincide con los estados funcionales del sistema nervioso. La meta principal de éste es predecir lo que va a ocurrir, para lo cual debe generar, en avance, imágenes sensori-motoras de la realidad para compararlas con la información externa obtenida a través de los sentidos. Aquí tenemos un sistema cerrado que emula o sueña la realidad, pero no es solipsista porque su actividad intrínseca puede ser modulada y contextualizada por la entrada sensorial.

La predicción es la meta última del sistema nervioso porque permite a un ser vivo controlar su movimiento: sólo previniendo hacia dónde va la presa o el depredador podemos cazar o huir. De aquí se desprende que los seres que no se mueven no necesitan estados mentales, esto es

¹ La posición filosófica más afín al pensamiento de Llinás es el *materialismo eliminativo* tal como ha sido expuesto por Paul y Patricia Smith Churchland en diversas publicaciones.

² No traduzco *self* por nuestro habitual “yo”, porque esta palabra del idioma español connota, inevitablemente, una construcción mental mucho más elaborado que implica autoconciencia, manejo del lenguaje e intencionalidad. El *self* que puede reconocerse en los animales, no sólo en los humanos y es la base para construir un yo. Se podría definir el *self* como un “Yo animal”.

ejemplificado en la Ascidia (un animal marino parecido a un renacuajo) que nace con un sistema nervioso funcional para nadar hasta el momento en que se pega a una roca y se convierte en un organismo sesil pasando inmediatamente a comerse su propio "cerebro" (un ganglio compuesto por 300 neuronas aproximadamente).

El movimiento es muy difícil de generar desde el punto de vista computacional: miles de fibras musculares que tensionar adecuadamente en el momento oportuno, el muscular es un sistema con muchos "grados de libertad". Para controlarlo el sistema nervioso utiliza dos estrategias: monitoreo *discreto* a través de una señal de 10Hz omnipresente en los animales superiores que causa un temblor fundamental constante verificable en laboratorio y movimiento a nivel de sinergias (conjuntos) de músculos en contraposición a un control individualizado.

Según Llinás el sistema olivo-cerebelar es el candidato perfecto para ser el sistema de control del movimiento (el generador de la señal de 10Hz). Tiene una gran similaridad con el sistema cardiaco porque las células de ambos son capaces de generar una actividad oscilatoria constante (como la de un reloj fisiológico) y de acoplarse espontáneamente para amplificar dicha actividad.

Pero para que se genere movimiento no sólo necesitamos un sistema de control, también necesitamos un sistema de comando, alguien que tome las decisiones. Este es nada más y nada menos que el *self*, la actividad del sistema nervioso que unifica la información proveniente de los diversos subsistemas en imágenes sensori-motoras de la realidad con las cuales toma decisiones para generar salidas motoras adecuadas (correr, hablar, etc.). Esta entidad, en general, no tiene autoconciencia ni capacidades lingüísticas. Según Llinás, *la evolución ha sintetizado el self por la presión que tienen las especies de controlar el movimiento en un mundo muy complejo y cambiante.*

Esta síntesis se puede trazar filogenéticamente: desde los animales unicelulares a los pluricelulares ocurrió algo asombroso (aunque tomó mucho tiempo), las células dejaron de lado su egoísmo biológico natural para adoptar un altruismo a nivel de colonia que permite la especialización funcional, la comunicación intercelular, la muerte celular programada, etc. La especialización funcional produjo células sensitivas y células motoras que conectadas adecuadamente pueden comandar el movimiento de criaturas simples. Para criaturas más complejas se hizo necesario conectar un tercer tipo de célula entre las sensitivas y las motoras que permite añadir una capa de abstracción entre la percepción y el movimiento: la interneurona. En un animal superior tenemos que la mayoría de las neuronas son interneuronas, las sensitivas y las motoras sólo son

una pequeña fracción del sistema nervioso. Con este tipo de células se ha posibilitado el montaje de muchos niveles de abstracción con la consiguiente creación de un espacio funcional interno muy complejo.

Es inevitable que el sistema nervioso genere un espacio funcional interno: la actividad neuronal que está emulando la realidad, debe realizar una transformación geométrica de los sucesos reales hacia un sistema de coordenadas interno. Esta transformación debe poseer invarianza de escala: si un artista dibuja un rostro a gran escala (1m x 1m) con una crayola y a pequeña escala (en una hoja de papel, con un lápiz) el resultado (debidamente escalado para hacer la comparación) será prácticamente idéntico; la misma imagen mental se ha convertido en dos salidas motoras a diferentes escalas.

También podemos ver que el desarrollo embrionario de las criaturas superiores sigue un camino de interiorización del movimiento análogo al filogenético. En una etapa temprana el embrión tiene que mantener un movimiento oscilatorio que le permita distribuir el oxígeno y los nutrientes a sus células. Este movimiento es "miogénico", generado por la oscilación intrínseca de las células musculares (las células nerviosas apenas se están desarrollando). Cuando las neuronas van creciendo y formando sinapsis con las células musculares la oscilación muscular cesa y se transmite a las neuronas: el sistema nervioso toma el comando del movimiento (motricidad "neurogénica"). Posteriormente la oscilación va trepando por la medula espinal hasta que finalmente llega al tallo cerebral, paralelamente las neuronas motoras empiezan a recibir sinapsis de otras partes del sistema nervioso -como el sistema vestibular- que informan sobre propiedades globales del movimiento, tales como la ubicación. El animal va interiorizando el movimiento y va añadiendo niveles más abstractos de control hasta llegar a tejer el *self*. Ambos procesos, el filogenético y el embriogénico le permiten a Llinás afirmar que: "*El pensamiento es la interiorización evolutiva del movimiento*".

151

Hasta aquí he reseñado partes de la primera mitad del libro orientadas a transmitir al lector la importancia de la motricidad como una fuerza de empuje evolutiva que produjo "estados mentales". Esta afirmación de Llinás puede parecer exagerada, pero es muy natural desde el punto de vista biológico: si los animales necesitan gestionar el movimiento de sus cuerpos (una tarea demasiado compleja) y lo logran a través de las estrategias del sistema nervioso, afinadas a través de algunos millones de años ¿por qué la mente, que es la predicción de movimiento en su cúspide mas alta, habría de ser algo diferente a la actividad nerviosa?

La verdad es que hay una piedra en el zapato de los científicos: *los qualia*; este es el término para las experiencias subjetivas que tenemos

(los colores, olores, el timbre de una nota musical, el dolor, el placer, etc.). Parece que los *qualia* no son explicables desde el punto de vista científico, objetivo, de tercera persona, pues son algo que se vive en (tienen ontología de) primera persona. Sin embargo, desde el punto de vista evolutivo los *qualia* son algo fundamental. El sistema nervioso se ha construido gracias a ellos porque son mecanismos de recurrencia: permiten generar imágenes de lo que ocurre en la realidad para poder planear movimientos adecuados a la situación y que el resultado de una acción re-entre en el sistema.

De hecho, los *qualia* son simplificaciones de la realidad. Un color es la abstracción mental de la longitud de onda dominante en la luz que proviene de una superficie en un medio con cierta temperatura (y no se que otros factores intervengan). Esta simplificación es importante porque disminuye la sobrecarga computacional del sistema nervioso.

152 El origen de los *qualia* es el tema de fondo aquí y la perspectiva biológica lo fuerza a uno, guiado por Llinás, a considerarlos como la amplificación geométrica que hacen los sistemas nerviosos de una *irritabilidad* (*protoqualia*) unicelular. Así como una célula es capaz de generar movimiento y el movimiento muscular es el resultado del movimiento orquestado de millones de células, una célula tiene la capacidad de irritarse o “protopercibir” la realidad y los *qualia* son la amplificación geométrica de la irritabilidad de millones de células. Esta amplificación geométrica cumple la ley de Weber-Fechner $s = k \ln A/A_0$, que relaciona la experiencia sensitiva (s) con la activación sensorial (A), donde k es una constante y A_0 es el nivel mínimo de activación sensorial en el cual no se presenta experiencia. La estructura de esta fórmula implica que los *qualia* se distribuyan como armónicos (como las siete notas musicales o los colores del arco iris).

Según Llinás los *qualia* son importantísimos biológicamente: permiten generar imágenes de la realidad que sirven como plantillas pre-motoras y además simplifican la realidad convirtiendo sucesos complejos del mundo en armónicos en el espacio funcional interno del sistema nervioso. Sobre su origen unicelular es poco lo que puede decirse en la actualidad, pero esta ignorancia no es una razón definitiva para pensar que son fenómenos inexplicables científicamente porque tenemos evidencia contundente de que los *qualia* son fenómenos atados a la actividad electromagnética del cerebro y que son “solubles en anestesia”.

Para entrar en detalles sobre el funcionamiento del *self* en los animales superiores (el resultado de la iteración constante cercana a los 40Hz del sistema tálamo-cortical), el origen evolutivo del significado y la intencionalidad de los actos corporales (como el habla) a través de la

imitación, la unificación de la percepción a través de la sincronización temporal de múltiples elementos neuronales, los mecanismos de comunicación interneuronal, la robustez del sistema nervioso como resultado de la acción paralela de neuronas poco confiables, la eficacia del proceso evolutivo, los *a priori* genéticos que predeterminan la capacidad de tener cognición y de desarrollar lenguaje, y muchos otros temas le recomiendo estimado lector que lea el libro de Rodolfo Llinás, pues no sólo aprenderá valiosas lecciones sino que le hará reevaluar su posición filosófica sobre los problemas de la mente.