

Estructura y función en la mente humana:

módulos observados y módulos postulados

Dr. Carlos Garay

UNLP – UNLPam – UTN

Por esto piensan bien los que creen que el alma no puede existir sin el cuerpo, y que tampoco es cuerpo. Ciertamente no es cuerpo, sino algo del cuerpo; y por esto está en el cuerpo, y precisamente en determinado cuerpo. Aristóteles, De anima, L2, C2, 414a, 19-23.

Resumen

Este trabajo es parte de uno mayor que estudia las connotaciones epistemológicas y metafísicas derivadas de diversos modelos de la estructura mental. Aquí presentaré algunas diferencias en la concepción de la modularidad entre la psicología cognitiva y la neurociencia cognitiva computacional, la cual es una rama del conexionismo. Luego discutiré la distinción entre los módulos hipotéticos o postulados de la psicología cognitiva y los módulos de las estructuras funcionales neuroanatómicas tratando de acercar las posiciones como medida estratégica tendiente a mejorar nuestra comprensión de las condiciones del problema mente-cerebro y a preservar la unidad de la ciencia. La idea, en general, es que ambas aproximaciones constituyen tácticas metodológicas complementarias y necesarias dado el actual estado de la investigación en neurofilosofía.

Módulos cognitivos y módulos conexionistas

Lo más lejos posible de toda metáfora que relacione la mente con un cortaplumas del ejército suizo, con una computadora digital o una máquina de vapor, lo cierto es que pensamos con el cerebro y que éste resulta indispensable para el resto de las funciones psíquicas. Sin cerebro no hay indicios de pensamientos, ni emociones, ni esperanzas, ni deseos, ni decisiones, ni creencias ni nada de eso. Ya es generalmente aceptado que estas funciones tienen que realizarse sobre algún sustrato físico. Y que el sustrato físico fundamental es, de hecho, el cerebro humano sano. Contamos en la actualidad con varias tácticas para estudiar la relación entre las estructuras cerebrales y las funciones psíquicas, las que pueden dividirse aceptablemente en dos clases fundamentales: 1) las que afirman que se trata de procesos definidos sobre ese sustrato y 2) las que sostienen que es el mismo funcionamiento del sustrato el que define los procesos que luego intentamos identificar con las funciones psíquicas.

Sin duda, el cerebro humano constituye una estructura compleja compuesta, a su vez, de muchas otras subestructuras, cuyo funcionamiento conjunto da como resultado el comportamiento. También es cierto que podemos reunir algunos conjuntos de funciones psicológicas afines entre sí (memoria, percepción, emoción, lenguaje). Los métodos para obtener conocimiento son bastante distintos en cada caso. En el primer caso se utilizan recursos provenientes de la bioquímica molecular, la observación

microscópica, el registro de potenciales eléctricos, la radiografía, la resonancia magnética y la tomografía, para citar sólo algunos. En el otro caso, nuestros conocimientos provienen de la observación sistemática y de la experimentación controlada del comportamiento. En ambos casos se utilizan los módulos como una clase de modelos.

Es bastante obvio que la idea de “módulo” constituye un recurso científico para organizar el conocimiento que tenemos o pretendemos tener acerca de cómo funciona cierto mecanismo. A diferencia de los subsistemas que interactúan causalmente dentro de un sistema complejo, los módulos se caracterizan por ser unidades relativamente independientes, con funciones bien definidas, que reciben, procesan y comunican información. Tanto los sistemas como los módulos pueden verse como recursos metodológicos para fragmentar problemas complejos en trozos manejables. En ambos casos parece opcional el compromiso ontológico: podemos creer o no en la existencia objetiva de sistemas naturales o de módulos naturales por razones que son independientes de aquellas por las cuales los utilizamos. En principio son maneras de idealizar y de esquematizar situaciones complejas que tienen un innegable valor explicativo, predictivo y heurístico.

La principal diferencia entre el uso de módulos en psicología cognitiva y neurociencia cognitiva, reside en que los primeros no reciben restricciones con respecto al tipo de sistema físico sobre el que se lo implementa. Si bien es cierto que, en la medida en que se trata de modelos de la mente humana, están constreñidos por el comportamiento humano, este constreñimiento sólo debe ser consistente con la observación en ese nivel y, más allá, no importa lo que pase. Por ejemplo, si se comprueba que las personas no pueden retener más de siete números de cinco cifras en la memoria de trabajo, puede otorgársele esa propiedad al módulo correspondiente sin importar los detalles de cómo se almacena esa información. Cómo se arreglan las neuronas para lograrlo no es un problema para la psicología cognitiva. Aunque sí lo sea para la neurofilosofía, la cual trata de obtener una imagen global de las cuestiones psicológicas en relación con los problemas filosóficos tradicionales.

En cambio, los módulos neurales están ligados al comportamiento, no de la persona como una totalidad, sino al comportamiento de los componentes de las estructuras estudiadas. Así, el núcleo geniculado lateral puede entenderse como un módulo que procesa información proveniente de las retinas, la transforma, y la devuelve a la corteza visual primaria. Qué es lo que haga este módulo depende de descifrar el código utilizado por la red neural y el algoritmo que produce la transformación. Pero, a diferencia de la psicología cognitiva, aquí sí importa qué consecuencias comportamentales puede llegar a tener el funcionamiento de ese módulo.

Módulos observados y módulos postulados

En una serie de artículos de reciente publicación, dos neurocientíficos italianos, Calabretta y Parisi^[1], enfrentan lo que, para ellos, son dos clases diferentes de modularismo: por un lado el de la ciencia cognitiva computacional (o cognitivismo) y por otro el de la neurociencia cognitiva (ciencia cognitiva neural o conexionismo). En el cognitivismo, la mente es considerada como un procesador de símbolos con módulos innatos especializados en diferentes tareas reveladas por medio del comportamiento. En el conexionismo la mente se entiende como el resultado global de múltiples interacciones físico-químicas que tienen lugar en una red de neuronas.

Según ellos, para los científicos cognitivos los módulos "tienden a ser componentes de las teorías, en términos de los cuales se interpretan y explican los fenómenos empíricos... los módulos cognitivistas son entidades postuladas más que entidades observadas... los módulos constituyen nociones teoréticas." En cambio, para los neurocientíficos conexionistas "la concepción del cerebro está basada en observaciones empíricas de su anatomía antes que en la teoría". El tema central de su argumentación apunta a mostrar que el conexionismo no tiene que ser necesariamente antimodularista. Los módulos pueden emerger en redes neurales conexionistas en función de constreñimientos genéticamente heredados. Describen por medio de ejemplos cómo puede combinarse el modularismo con el conexionismo en modelos de vida artificial. Esto constituye un paso adelante en el camino de acercar posiciones como el innatismo chomskyano o el modularismo fodoriano con el conexionismo y las neurociencias, posiciones que, hasta hace muy poco tiempo, parecían irreconciliables.

Resumidamente, el conexionismo puede sentirse libre de utilizar modelos modulares, pero esos modelos han de estar inspirados en la observación directa de las estructuras neurales biológicas y no postulados a partir de la observación psicológica del comportamiento.

Desde el punto de vista neurofilosófico, parece que nos encontramos con un enfrentamiento entre diferentes niveles explicativos. La evidencia comportamental, normal y patológica, indica que la mente, con todas sus funciones, no es homogénea, sino que se basa en una división de tareas. Por ejemplo, en la producción lingüística, los procesos relacionados con la escritura son relativamente independientes de aquellos que tienen que ver con la emisión verbal. Al observar que existen personas que luego de un accidente vascular se tornan incapaces de escribir a pesar de que pueden hablar correctamente, se puede inferir que ambos procesos son independientes y que, por lo tanto, cabe postular un módulo para cada una de esas tareas. La evidencia comportamental es considerada suficiente para la inferencia. No importa dónde ni cómo se produjo el accidente. Sin embargo, para el conexionismo, esta inferencia sólo estaría justificada si somos capaces de identificar las estructuras neurales dañadas y si podemos diseñar un modelo conexionista de su funcionamiento que describa el mecanismo responsable de la conducta observada.

Douglas Hofstadter^[2] decía que no podemos pretender explicar un embotellamiento de tránsito analizando las bujías de un auto. Las bujías no parecen ser pertinentes para el problema de la misma manera en que la velocidad de reacción de los conductores sí lo es. Pero no podremos entender qué es un auto (qué puede o no puede hacer) si no analizamos sus componentes. Sabemos que los autos no pueden volar porque conocemos su mecanismo. Esto nos permite descartar algunas posibles soluciones a los atascamientos. La explicación de por qué ocurre un atascamiento incluye a los autos. Es cierto que, para ciertos fines, nos conviene olvidarnos de las bujías. Pero esto dice más acerca de nuestras limitaciones para controlar muchas variables simultáneamente que acerca de la naturaleza del problema. No sería extraño que en algún momento alguien advierta que las bujías sí son relevantes a la hora de evitar congestionamientos de tránsito.

De manera similar, David Marr^[3] decía "... es probable que sea más fácil comprender un algoritmo si se entiende la naturaleza del problema que se está resolviendo que si se examina el mecanismo (y el soporte físico) en el que se encarna". Y continúa, "De modo similar, tratar de comprender la percepción estudiando únicamente las neuronas es como intentar entender el vuelo de un ave estudiando sólo

las plumas: simplemente, no es posible hacerlo". (p. 36) Sin duda, tiene razón. Pero el problema reside, justamente, en el método adecuado para elegir qué es lo pertinente. Cómo sabemos si estamos expresando correctamente o no lo que él llama "la naturaleza del problema". La única manera de hacerlo, creo, consiste en conocer previamente los distintos niveles de organización del sistema nervioso. No puede asignarse una función antes de saber a qué se la está asignando, pues es probable que ni siquiera pueda cumplirla.

David Marr había propuesto distinguir entre los niveles de a) formulación abstracta de una tarea, b) hallazgo de los algoritmos que especifican los procedimientos formales que la llevan a cabo y c) el nivel de la implementación física en el que se inventa o descubre un mecanismo mediante el uso de una tecnología, artificial o biológica, específica que lo realice. Por ejemplo, la tarea puede consistir en la administración de una cuenta bancaria (nivel a)), los algoritmos serán aquellos más simples que reflejen las operaciones monetarias determinadas en el nivel anterior (nivel b)) y, por último, la unidad central de procesamiento específica que realice efectivamente los cálculos, junto con todos sus periféricos, constituirá el nivel c). Se supone que estos niveles son necesarios para la correcta comprensión de cualquier máquina capaz de procesar información. En el siguiente cuadro se sintetiza la idea.

Teoría del cálculo	Representación y algoritmo	Implementación en el soporte físico
¿Cuál es el objetivo del cálculo?, ¿por qué es apropiado? y ¿cuál es la lógica de la estrategia mediante la que se le puede llevar a cabo?	¿Cómo puede implementarse esta teoría del cálculo?. En particular, ¿cuál es la representación de la entrada y la salida y cuál es el algoritmo para la transformación?	¿Cómo pueden realizarse físicamente la representación y el algoritmo?

Un algoritmo es una secuencia codificada de instrucciones para manipulación de símbolos.

Esta manera de presentar las cosas de Marr es muy útil, pues nos permite darnos cuenta de que la presunta oposición entre cognitivistas y conexionistas que señalaban Calabretta y Parisi puede verse como una confusión de niveles explicativos. En el caso de los módulos, todos ellos son desde el punto de vista epistémico, postulados, pues sabemos que la observación está siempre cargada de teoría. No hay módulos observados en tanto opuestos a módulos postulados. El punto central consiste en que no sabemos aún cuál es exactamente la naturaleza del problema. Lo que sí es cierto es que la ciencia cognitiva está haciendo algo que puede compararse con la ingeniería, mientras que la neurociencia hace algo más parecido a la ingeniería inversa. Una propone mecanismos que podrían instanciarse tanto en cerebros biológicos como sobre algún otro soporte. La otra investiga los componentes de los cerebros biológicos para comprender qué cosas pueden y no pueden hacer.

La psicología cognitiva y la neurociencia conexionista son diferentes en los tres puntos señalados por Marr: la formulación de los problemas, la elección del algoritmo y

en la implementación física. Por razones de espacio sintetizaré estas diferencias en la siguiente tabla:

Niveles explicativos	Psicología cognitiva	Conexionismo
Formulación de los problemas	Utiliza términos mentales y comportamentales	Neuroanatomía y neurofisiología
Elección del algoritmo	Herramientas de manipulación simbólica IA clásica	Algoritmos genéticos Redes neurales artificiales modulares
Implementación física	Permite la instanciación múltiple	Cerebros biológicos

Los niveles explicativos pueden aplicarse a diferentes niveles de organización. El momento crítico ocurre cuando elegimos los términos en los que formularemos el problema. La concepción de la modularidad implícita en ambas aproximaciones no se distingue porque en un caso tengamos módulos postulados y en el otro módulos observados. Para tener una estructura modular sólo necesitamos unidades funcionales con un *input*, un *output* y una función de transformación de uno a otro tan simple o tan compleja como sea necesario. Sí se distinguen en aquello que pretenden describir o modelizar.

En mi opinión, la modularidad de la mente se transforma en un problema únicamente en el caso de que estemos dispuestos a aceptar que las hipótesis que los involucran no son revisables, lo cual no ocurre, de hecho, en la ciencia contemporánea. Solamente puede ocurrir en filosofía si creemos que existen razones *a priori* (lógicas, epistemológicas o metafísicas) para preferir una u otra. Pero sostener alguna postura de este tipo o con este origen puede poner en riesgo la unidad de la ciencia. De por sí, esto no sería nada malo ni reprochable. Lo menciono simplemente para sostener que si permitimos que la formulación de los problemas se realice por medios empíricos, la unidad de la ciencia no corre riesgos. Es más, creo que ambos enfoques tienen que complementarse si los concebimos diacrónicamente. El enfoque cognitivo ayuda a resolver problemas urgentes como la selección de personal o las fobias, mientras que el enfoque conexionista hace lo propio en otro nivel de organización.

En conclusión, la mente posee una organización modular, pero cuáles y cuántos son estos módulos es una cuestión empírica abierta de importantes consecuencias filosóficas.

[1] Calabretta, R. y Parisi, D. (2001), "Evolutionary Connectionism and Mind/Brain Modularity", inédito.

[2] Hofstadter, D. (1985), *Metamagical themas*, Basic Books, p. 787.

[3] Marr, D. (1982), *Vision*, W. H. Freemanm, San Francisco. Traducción castellana: *La visión*, Madrid, Alianza, 1985.