

¿Qué tipos de niveles postular en las explicaciones en ciencias cognitivas?

José Abumada* e Itatí Branca†

Introducción

En su explicación de fenómenos o capacidades cognitivas-psicológicas, científicos cognitivos y neurocientíficos apelan frecuentemente a la noción de mecanismos y niveles (Bechtel, 2009, p. 553). A partir de esta observación algunos filósofos de la ciencia han propuesto el modelo de explicación mecanicista que permite capturar estas concepciones habituales en las prácticas científicas (Bechtel & Richardson, 2010; Bechtel, 2008; Bechtel, 2009; Craver, 2001, 2007; Piccinini & Craver, 2011; Wright & Bechtel, 2007).

En el presente trabajo nos centraremos en el carácter multinivel de este tipo de explicación, examinaremos la noción de niveles planteada y si la misma resulta adecuada para dar cuenta de las explicaciones cuando pretenden establecerse relaciones explicativas entre psicología y neurociencias. A estos fines, en primera instancia reconstruiremos brevemente la propuesta de niveles mecanicistas (Craver, 2007; Bechtel, 2008), para luego presentar y analizar algunas críticas que se han realizado respecto a los alcances del modelo para abordar explicaciones tanto a nivel neurobiológico (Eronen, 2012) como a niveles psicológicos complejos (Johnson, 2012). En este análisis defenderemos un retorno a la noción de niveles organizacionales y perspectivas propuestos por Wimsatt (2007) como un modelo menos restrictivo que permite capturar de un modo más adecuado los tipos de niveles que pueden encontrarse en investigaciones neurocientíficas que pretenden explicar las capacidades psicológicas o cognitivas.

Explicación por niveles de mecanismos

Las explicaciones para las capacidades psicológicas se han caracterizado por abordar los fenómenos a partir de diferentes niveles de complejidad y por tratar de vincular dichos niveles en pos de una mayor potencia explicativa. En la propuesta mecanicista, los niveles han sido conceptualizados como niveles componenciales, los cuales se delimitan en función de un mecanismo (que se supone responsable del fenómeno que se busca explicar), el cual se descompone en partes, sus actividades y organización que constituyen un segundo nivel. A su vez estas entidades y actividades son descomponibles en mecanismos de nivel más bajo, siendo este proceso claramente iterado (W. Bechtel, 2007, pp. 181-182). En otras palabras, "La relación entre niveles mecanicistas más bajos y más altos es una relación mereológica parte/todo con la restricción adicional de que las partes de nivel más bajo son componentes

de (y por consiguiente organizadas dentro de) el mecanismo de nivel más alto." (Craver, 2001, p. 63).

Esta noción de niveles si bien tiene su antecedente en la concepción mereológica propuesta por Wimsatt (1994), se diferencia de la misma al introducir la noción de "mecanismo" como un parámetro que permite establecer el conjunto como el nivel superior y a sus partes componentes y actividades de las partes como un segundo nivel, puesto que de otro modo la distinción parte/todo sería arbitraria.

Esta elucidación presenta tres rasgos adicionales. En primer lugar, los niveles de mecanismos son locales, no son estratos que atraviesan a toda la "naturaleza", sino que su alcance se limita al dominio de un mecanismo determinado. En segundo lugar, el carácter local de los niveles de mecanismo depende fundamentalmente de su carácter relativo: la cuestión de si una entidad está en un nivel superior o inferior a otra entidad sólo puede plantearse con sentido en el contexto de una determinada jerarquía composicional. En tercer lugar, es importante destacar que la mencionada jerarquía composicional no se establece respecto a las entidades componentes solamente sino a ellas, sus actividades y organización (Bechtel, 2008, pp. 146-147).

Un ejemplo paradigmático de explicación neurocientífica al que se aplica la noción de niveles de mecanismos, es el caso de la memoria espacial en el ratón (en adelante ME). Craver (2007) muestra que esta capacidad psicológica es explicada mediante su descomposición en al menos cuatro niveles: en el nivel superior se identifica el *nivel de la memoria espacial*, en el cual se describen las propiedades conductuales de cierto organismo. En éste la ME se define cuasi-operacionalmente mediante experimentos conductuales tales como el laberinto de agua de Morris. En el nivel inmediatamente más bajo, se encuentra la *formación del mapa espacial*, en el cual se describen propiedades computacionales de las propiedades de sistemas neurales, incluyendo regiones cerebrales como el hipocampo y otras áreas de la corteza temporal y frontal. En este nivel son relevantes los métodos de neuroimagen y los experimentos neuropsicológicos en los cuales se genera una lesión mediante cirugía o agentes farmacológicos, permitiendo detectar las áreas cerebrales asociadas a tareas cognitivas específicas. A continuación encontramos el *nivel celular-electrofisiológico*, en el que se busca determinar cómo genera el hipocampo mapas espaciales o contribuye en el almacenamiento de memorias espaciales. A tales fines se describen las propiedades y procesos fisiológicos de las neuronas involucradas en las áreas del nivel superior. La hipótesis dominante desde fines de los sesenta es que la formación de mapas espaciales en el hipocampo está relacionada con fenómenos de potenciación de largo plazo (PLP) en las sinapsis de poblaciones neuronales del hipocampo. Por último, en el punto más bajo de la jerarquía encontramos el *nivel molecular*, en el que se describen los mecanismos químicos y moleculares que subyacen a la PLP mediante el estudio con técnicas de *gene-knockout* y agonistas/antagonistas farmacológicos.

En este esquema (ver fig. 1) se exhibe una organización jerárquica de niveles, organizadas en torno a la explicación de los mecanismos que dan lugar a un fenómeno concreto, que Craver (2007) considera puede abarcar las diversas explicaciones en

* Universidad Nacional de Córdoba

† Universidad Nacional de Córdoba - CONICET

neurociencias y ciencias cognitivas en general (Piccinini & Craver, 2011). En los próximos apartados profundizaremos y pondremos en cuestión el concepto de niveles de la explicación mecanicista multinivel de Craver.

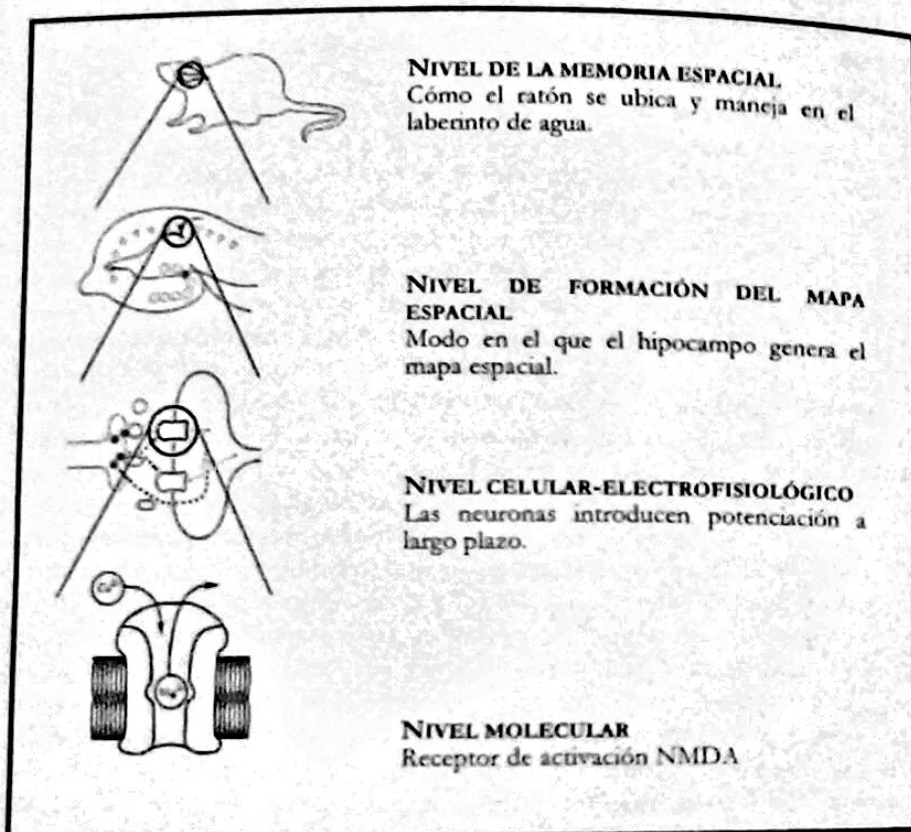


Fig. 1: Los cuatro niveles de memoria espacial de Craver. Extraído de Craver (2007, p.166.)

Límites de los niveles constitutivos de mecanismos en psicología y nuevas propuestas

A pesar de que el modelo de explicación mecanicista ha cobrado un reconocimiento creciente en neurociencias y psicología (Bechtel & Richardson, 2010; Bechtel, 2008; Piccinini & Craver, 2011; Wright & Bechtel, 2007; Zednik, 2012), hay algunos aspectos fundamentales de este modelo que todavía no resultan del todo claros.

En esta dirección, Eronen (2012) ha planteado dos problemas que presentan los niveles de mecanismos propuestos: Por un lado resultan muy restrictivos, en tanto no permiten

contemplar las causas/interacción entre entidades de un tamaño relativamente similar si es que dichas entidades no forman parte del mismo mecanismo (esto implica, por ejemplo, que dos neuronas cercanas que interactúan frecuentemente no puedan categorizarse en un mismo nivel si no forman parte de un mismo mecanismo); por otro lado, son muy *lavos* (débiles) puesto que es difícil determinar si dos sub-entidades de tamaños muy diferentes están o no en un mismo nivel cuando forman parte de un mecanismo común. Pongamos por caso el sistema X que tiene componentes B y S, los cuales tienen los subcomponentes "B1, B2, B3" y "S1, S2, S3". B1 y S estarían en el mismo nivel, de acuerdo a la definición de Craver (2007, p.189) que establece que dos entidades pertenecen a un mismo nivel siempre que sean componentes del mecanismo a explicar y a su vez no se compongan entre sí, en este caso B1 y S cumplen las condiciones, pero pareciera un error categorizarlos en un mismo nivel.

Considerando los problemas mencionados, Eronen (2012) propone abandonar la idea de niveles, y en cambio utilizar como criterios las nociones de escala y composición que permite incluir interacciones causales entre entidades que no componen un mismo mecanismo. En términos del autor, "Si la escala y la composición son suficientes para el análisis de las explicaciones de la neurociencia, la noción de 'nivel' no añade nada a nuestro conjunto de herramientas conceptuales. Las explicaciones de la neurociencia son 'multinivel' sólo en el sentido de que se refieren a las propiedades robustas y generalizaciones en las diversas etapas de la jerarquía compositiva y en diferentes escalas (de tamaño)" (Eronen, 2012, p. 13, nuestra traducción).

Estas críticas son pertinentes y es útil añadir la noción de escala a las explicaciones mecanicistas, noción que no ha sido considerada como un elemento importante en la definición de dichos niveles; sin embargo, no se sigue de ello de forma directa que la noción de niveles deba ser abandonada. Consideramos que si se deja de lado la noción restrictiva de mecanismos y se consideran en cambio los niveles organizacionales propuestos por Wimsatt (1994; 1976, 2007), se garantizaría también esas condiciones dado que permiten incluir las nociones de composición, escala y regularidad usadas por Eronen para deflacionar los niveles concebidos mecánicamente (profundizaremos en este punto en el siguiente apartado). A su vez postular niveles organizacionales implica algunas ventajas respecto a la propuesta de Eronen, dado que es una noción más simple que la conjugación de dos características (escala y composición) a ser consideradas en cada caso particular, y más importante, incorpora además elementos como las regularidades y predictibilidad; esto, como veremos más adelante, proporciona niveles capaces de capturar e incluir elementos dinámicos en la explicación.

Otras objeciones a la noción de niveles mecanicistas, han destacado que estos no se aplican de manera plausible al nivel psicológico, dado que algunas propiedades que definen a los niveles de mecanismos como ser la delimitación de sus partes y la interacción causal de las mismas no pueden ser identificadas en las capacidades de nivel alto (Johnson, 2012).

Para Johnson, en el ejemplo paradigmático de la ME, estas dificultades pueden identificarse claramente si se observa que lo que se postula como el nivel "psicológico" de

memoria espacial termina por traducirse en el comportamiento del ratón como organismo. En el experimento no se explicitan las entidades o actividades que componen el nivel alto o, en otra palabra, lo descrito en ese nivel no puede ser considerado como un mecanismo. Este mismo problema persiste en el siguiente nivel, de construcción de mapas espaciales en el hipocampo: a pesar de que se postula al hipocampo como una entidad, Johnson objeta que las áreas u otra forma de organización más allá de las neuronas individuales puedan considerarse mecanismos (Johnson, 2009)². De este modo, sólo en los dos niveles más básicos, el molecular y el celular-electrofisiológico, pueden ser considerados como mecanismos compuestos por "entidades físicas discretas", de modo que queda excluido de estos niveles el psicológico, y por tanto la posibilidad de dar cuenta de las relaciones entre psicología y neurobiología.

Considerando los problemas mencionados, Johnson propone como alternativa un esquema bidimensional que combine *niveles de organización* para "ordenar las cosas que se encuentran en la naturaleza" (Johnson, 2007, p.3) y *niveles de explicación* para la descripción de estas cosas.

Los niveles organizacionales se caracterizan por tener una relación de composición que determina el orden jerárquico de niveles, donde se consideran además nociones de estructura e interacción. De acuerdo con Johnson (2012), este modelo resulta más adecuado que el de mecanismos puesto que es menos restrictivo a la hora de explicar las actividades presentes en diferentes niveles; no obstante, en esta jerarquía tampoco podría incluirse el nivel psicológico. Al considerar los niveles de organización componentes físicos, las explicaciones abstractas o funcionales no podrían ser incluidas en ellos, y es por ello que Johnson propone integrar a este esquema los niveles de explicación.

Los niveles de explicación involucran diferentes descripciones o representaciones de un mismo fenómeno (un ejemplo claro de este tipo de niveles es el trabajo de Marr, 1982). En estos casos, no se supone que cada nuevo nivel comprenda nuevas entidades ontológicas, sino que se trata de diferentes formas de describir algo que sucede en el nivel neurobiológico. Así, es posible incluir un nivel psicológico.

La propuesta de Johnson (2007; 2012) consiste entonces en combinar la jerarquía de niveles organizacionales con los niveles de explicación para dar cuenta de la relación entre psicología y neurobiología (véase Fig. 2).

A pesar de que la taxonomía de niveles organizacionales, como expusimos anteriormente, puede presentar algunas ventajas respecto al modelo mecanicista, hay algunas cuestiones en el esquema que merecen ser analizadas con mayor detalle.

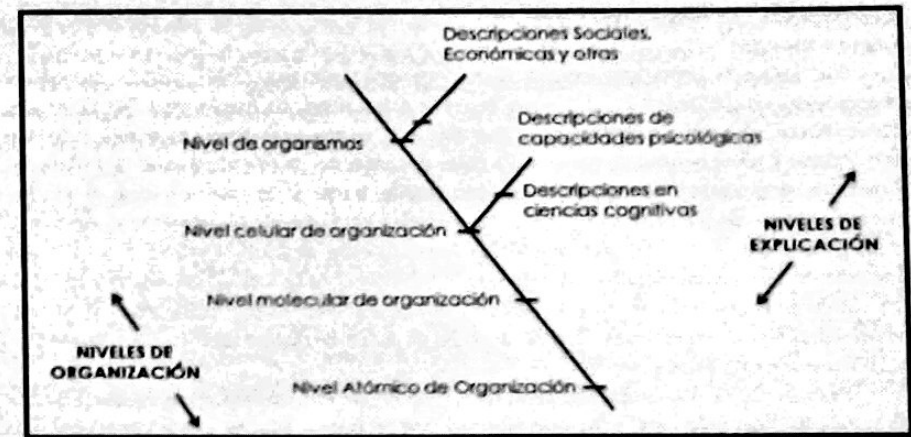


Fig.2 [Imagen extraída y traducida de Johnson (2012, p. 474)]

En primer lugar, resulta cuestionable que en el nivel dos ("formación del mapa espacial") propuesto por Craver (2007) no puedan encontrarse mecanismos, y que por consiguiente, la explicación por mecanismos deba restringirse a neuronas individuales como propone Johnson. Entendemos que al considerarse de ese modo ese nivel se estarían negando las propiedades sistémicas en las conexiones de neuronas (conectoma estructural y funcional) a gran escala que a diferencia de las áreas del cerebro podrían en principio explicarse mecánicamente inclusive si son sistemas dinámicos (Zednik 2012). Evidencia reciente sobre conectividad cerebral ha mostrado que estas conexiones no son aleatorias y existe cierta organización a nivel de redes, en la que pueden determinarse organizaciones de "pequeños mundos", nodos donde se procesa información específica, *hubs* que integran y conectan varios de esos nodos, y patrones de interconexión específicos (Honey, Thivierge, & Sporns, 2010; Sporns, 2010). Estos resultados permiten pensar en una posible descomposición de mecanismos más allá donde puedan identificarse entidades, sus actividades y la organización de las mismas; es decir, posibilitarían encontrar "mecanismos" más allá del nivel de células individuales.

Es importante mencionar, además, que en los estudios sobre conectividad también se han encontrado diversos indicadores de comportamiento dinámico de las redes, auto-organización, mecanismos de reentrada, integración y complejidad (Chialvo, 2008; Expert et al., 2011; Rubinov & Sporns, 2010). Los niveles de mecanismos se presentan limitados para incluir estas características difícilmente descomponibles o descriptibles en términos componentes. Esta dificultad sin embargo podría ser superada si se adoptara un modelo menos restrictivo que permita capturar regularidades en el sistema, más allá de la

composición, es decir, esto favorecería la idea de adoptar un modelo de niveles organizacionales.

En segundo lugar, no resulta claro por qué Johnson (2007; 2012) vincula el nivel psicológico con el nivel celular y no lo hace a un nivel de organismo (en el esquema bidimensional, el nivel de explicación "psicológico" se presenta como una redescritión de lo que ocurre a nivel neuronal, ver Fig. 2). Esta decisión no justificada parece encubrir un sesgo internista que excluye la importancia que puede tener la interacción con el medio en la determinación de algunos procesos y capacidades en el nivel psicológico: se presupone que todo puede ser explicado detallando los mecanismos neurobiológicos. En este punto, el modelo de niveles mecanicista se muestra infructuoso, si se considera que el organismo está en constante interacción con el medio, habiendo relaciones dinámicas y procesos de retroalimentación constantes, lo que dificulta la tarea de determinar niveles discretos que se relacionan de una forma precisa.

Zednik (2012) ha destacado también el hecho de que se han identificado grandes redes de neuronas, no solo una, a las que típicamente se puede asociar a una capacidad funcional particular. La complejidad respecto a la conectividad neural, la flexibilidad, y el tamaño de las redes identificadas en investigaciones recientes (Sporns, 2010), pueden ser ligadas de acuerdo a Zednik a una incompatibilidad de las estrategias heurísticas de descomposición y localización propuestas por el mecanicismo.

Por último, el esquema bidimensional propuesto a fines de describir de forma adecuada la relación entre niveles psicológicos y neurobiológicos, no clarifica en mayor medida cómo es la relación adecuada entre los niveles "organizacionales" y los niveles de "explicación" dado que no se determina de qué manera un nivel de descripción abstracto debiera relacionarse con entidades físicas discretas en cada caso. Así es que en primera medida vale destacar que el modelo no resuelve el problema que se plantea, propone la combinación de dos tipos de niveles pero no especifica ningún criterio sobre cómo se da dicha relación.

Por otra parte, Wimsatt (2007) ha propuesto la explicación por niveles de organización, los cuales están constituidos por familias de entidades usualmente comparables en tamaño y propiedades dinámicas, que característicamente interactúan primariamente unas con otras, y que, consideradas en conjunto, pueden identificarse como un grupo aparentemente diferenciado de otros fenómenos y regularidades (p. 204).

Esta concepción de niveles, si bien es composicional como puede apreciarse, hace hincapié mayormente en el grado de regularidad en las interacciones, el tamaño y características dinámicas de los componentes a la hora de delimitar los niveles, por lo que la idea de descomposición e identificación de partes específicas pierde importancia. Esta diferencia, que a primera vista pareciera sutil, permite una definición mucho más abarcativa que la de niveles de mecanismos, a la vez que permite considerar características claves del comportamiento dinámico del cerebro a la hora de dar cuenta de capacidades psicológicas.

En los casos como los planteados por Eronen (2012) anteriormente, que no podían considerarse las interacciones entre partes que según una noción mecanicista pertenecían a diferentes niveles, en este caso pueden incluirse y definirse como un nivel puesto que las

interacciones regulares lo permitirían. A su vez no se incurriría en el error de considerar como partes en un mismo nivel a elementos muy distantes en interacción o tamaño.

Asimismo, como se pudo mostrar en el apartado anterior, la noción de niveles organizacionales permite capturar muchas más características y propiedades que las admitidas por Johnson (2012) y que van más allá del nivel celular.

Conclusión

En el presente trabajo pudimos analizar algunos límites que presenta la noción de niveles de mecanismos en su aplicación de las relaciones explicativas de neurociencias y psicología. Hemos intentado mostrar que la propuesta de Wimsatt (2007) de niveles organizacionales y perspectivas ofrecen un abordaje más plausible en esa dirección, puesto que incluye las nociones de escala, regularidad y predictibilidad, que posibilitaría delimitar niveles tanto en casos en los que hay una fuerte interacción dinámica, como cuando los niveles se presentan difusos.

El problema a nuestro entender radica en no tener en cuenta las complicaciones que se generan en la medida que se avanza hacia arriba en la jerarquía de sistemas complejos. En los niveles moleculares la descomposición e identificación de componentes resulta más accesible, pero a medida que los sistemas se hacen más complejos, como por ejemplo la conexión de gran cantidad de neuronas o la interacción del organismo con un medio también complejo, es difícil sostener una concepción mecanicista de niveles. En estos contextos parece más adecuada una jerarquía que no se restrinja a una definición de niveles en términos de mecanismos.

Notas

¹ En este paradigma experimental, se introduce una rata o un ratón en una piscina circular (de uno a dos metros de diámetro) cubierta por un líquido opaco que oculta una plataforma. La rata debe nadar a través de la piletta hasta encontrar la plataforma, guiándose por claves visuales, mientras se miden varios parámetros tales como el tiempo que tarda en alcanzar la plataforma desde diferentes locaciones y la distancia recorrida. El desempeño de la rata mejora con el entrenamiento, y la explicación apela, entre otras cosas, a la formación y recuperación de un mapa espacial de la piscina y sus partes.

² Una explicación detallada de por qué subáreas del hipocampo no pueden ser consideradas como partes de un mecanismo se puede encontrar en Johnson (2009).

Bibliografía

BECHTEL, William. Decomposing the Mind-Brain: A Long-Term Pursuit. *Brain and Mind*, 3 (2): 229-242, 2002.

- BECHTEL, William. Reducing psychology while maintaining its autonomy via mechanistic explanations. pp. 172-198 en: SCHOUTEN, Maurice & DE JOONG, Huib Looren (Eds.), *The Matter of the Mind: Philosophical Essays on Psychology, Neuroscience and Reduction*. Blackwell Publishing, 2007.
- BECHTEL, William. *Mental mechanisms: philosophical perspectives on cognitive neuroscience*. Lawrence Erlbaum Associates, 2008.
- BECHTEL, William; RICHARDSON, Robert. *Discovering Complexity: Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*. The MIT Press, 2010.
- BECHTEL, William. Constructing a Philosophy of Science of Cognitive Science. *Topics in Cognitive Science*, 1 (3): 548-569, 2009.
- CHIALVO, Dante. Emergent complexity: What uphill analysis or downhill invention cannot do. *New Ideas in Psychology*, 26 (2): 158-173, 2008.
- CRAVER, Carl. Role Functions, Mechanisms, and Hierarchy. *Philosophy of Science*, 68 (1): 53-74, 2001.
- CRAVER, Carl. *Explaining the brain: mechanisms and the mosaic unity of neuroscience*. Clarendon Press, 2007.
- ERONEN, Marcus. No Levels, No Problems: Downward Causation in Neuroscience. Recuperado a partir de http://philsci-archive.pitt.edu/9250/?utm_term=philosophy+of+science&utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter, 2012.
- EXPERT, Paul; LAMBIOTTE, Renaud; CHIALVO, Dante; CHRISTENSEN, Kim; JENSEN, Henrik; SHARP, David; TURKHEIMER, Federico. Self-similar correlation function in brain resting-state functional magnetic resonance imaging. *Journal of The Royal Society Interface*, 8 (57): 472-479, 2011.
- HONEY, Christopher; THIVIERGE, Jean-Philippe; SPORNS, Olaf. Can structure predict function in the human brain? *NeuroImage*, 52 (3): 766-776, 2010.
- JOHNSON, Gregory. Mechanisms and Functional Brain Areas. *Minds Mach.*, 19 (2): 255-271, 2009.
- JOHNSON, Gregory. The relationship between psychological capacities and neurobiological activities. *European Journal for Philosophy of Science*, 2(3): 453-480, 2012.
- JOHNSON, Gregory. On the relationship between psychology and neurobiology: Levels in the cognitive and biological sciences (thesis). University of Cincinnati, 2007. Recuperado a partir de http://etd.ohiolink.edu/view.cgi?acc_num=ucin1178290821
- MARR, David. *Vision*. Freeman, 1982.
- PICCININI, Gualtiero; CRAVER, Carl. Integrating Psychology and Neuroscience: Functional Analyses as Mechanism Sketches. *Synthese*, 183 (3): 283-311, 2011.
- RUBINOV, Mikail; SPORNS, Olaf. Complex network measures of brain connectivity: Use and interpretations. *NeuroImage*, 52 (3): 1059-1069, 2010.
- SPORNS, Olaf. *Networks of the Brain*. MIT Press, 2010.

- WIMSATT, William. The ontology of complex systems: levels of organization, perspectives, and causal thicket. *Canadian Journal of Philosophy*, 20: 207-274, 1994.
- WIMSATT, William. Reductionism, Levels of Organization, and the Mind-Body Problem. En *Consciousness and the Brain*. Plenum Press, 1976.
- WIMSATT, William. *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings: Piecemeal Approximations to Reality*. Harvard University Press, 2007.
- WRIGHT, Cory; BECHTEL, William. Mechanisms and psychological explanation. En P. Thagard (Ed.), *Philosophy of Psychology and Cognitive Science*. Elsevier, 2007.
- ZEDNIK, Carlos. *Mechanistic explanation and dynamical cognitive science*. ProQuest, UMI Dissertation Publishing, 2012.