

Teoría unificada de la cognición y las arquitecturas cognitivas en el estudio de las conductas adictivas

JOSÉ MARÍA RUIZ SÁNCHEZ DE LEÓN

Neuropsicólogo del Centro de Prevención del Deterioro Cognitivo. Instituto de Salud Pública Madrid Salud. Ayuntamiento de Madrid.

PALABRAS CLAVE: Conducta, ciencia cognitiva, arquitecturas cognitivas, espacios problema, conducta adictiva.

El objetivo de este artículo es acercar el conocimiento actual de este campo específico de las neurociencias a los profesionales que se encargan de las conductas adictivas ya que, habitualmente, queda restringido al ámbito de las universidades. Se pretende así reducir en parte la distan-

cia que separa a los investigadores y teóricos de laboratorio de los clínicos que desarrollan su trabajo frente a los individuos que solicitan tratamiento. Para ello, además, se ofrece un pequeño número de referencias bibliográficas básicas que facilitan dicho acercamiento.

Newell (1990) advirtió que la Ciencia Cognitiva no podría soportar siempre la gran cantidad de modelos que, década tras década, se irían proponiendo en las diferentes áreas de conocimiento que la componen. Los resultados tienden a ser encapsulados en una u otra especialidad y, allí, se va acumulando sin que parezca existir una meta común. Así, sugirió la idea de crear una *teoría unificada de la cognición* que pretendiera explicar con detalle todos los mecanismos implicados en producir cualquier conducta humana. Una teoría que pudiera reproducir y explicar to-

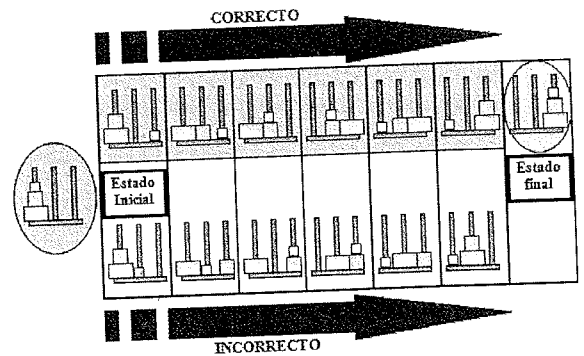
dos los datos que arroja la investigación. Las arquitecturas cognitivas emergieron para dar respuesta a esta necesidad de integración del conocimiento.

Arquitectura (del latín, *architectūra*), amén de significar el arte de proyectar y construir edificios, hace referencia a la estructura lógica y física de los componentes de un sistema. Por otro lado, cognitiva, como perteneciente o relativo a las cogniciones (del latín, *cognitio*, *-ōnis*), se refiere a la acción o efecto de conocer. Así, en sentido estricto, una arquitectura cognitiva es la estructura lógica y física de

Existen diferentes estudios que dan cuenta de las alteraciones de los adictos a la hora de resolver la Torre de Hanoi y que se traducen, en la vida cotidiana, en trastornos para guiar la conducta orientada a una meta y resolver problemas.

los componentes de un sistema que conoce. Sun (2002, 2004) define las arquitecturas cognitivas como el conjunto de componentes esenciales de un sistema que permite el análisis exhaustivo, en múltiples niveles y en múltiples dominios de sus cogniciones y sus conductas. Este conjunto de componentes provee de un marco conceptual que facilita la modelización detallada de los fenómenos cognitivos a través de la división en módulos y la especificación de las relaciones entre ellos. Con ello, el análisis se realiza, principalmente a nivel computacional (Sun, 1999). Las arquitecturas cognitivas son, en general, herederas del *solucionador general de problemas* que desarrollaron en los años 60 Newell y Simon (1963) y dan cuenta de los mecanismos que sustentan gran cantidad de conductas humanas, entre ellas, las adictivas. Se suelen basar en la idea central de *regla de producción*. Una regla de producción es una estructura de conocimiento que consta de dos partes diferenciadas: una condición, que puede ser externa o interna al sistema, y una acción, que puede ser una respuesta motora o una operación mental. Suelen tomar la forma "SI condición ENTONCES acción". Un aspecto importante de las arquitecturas cognitivas es que consideran la conducta de los sistemas enmarcada dentro del *modelo computacional de espacios problema*. Así, cuando un individuo, un sistema, se enfrenta con una determinada tarea, ésta se convierte en un espacio problema que se identifica como una meta a resolver. Sin embargo, para resolver un espacio problema el sistema debe, además, conocer el funcionamiento de todas sus reglas de producción, la consecuencia de sus acciones e incluso decidir qué regla utilizar en un determinado momento entre dos posibles candidatas. Para solucionar esto se utilizan espacios multiproblema. Ciertos problemas en la resolución de una tarea se convierten en submetas de la meta original. Estas nuevas metas no se abandonan hasta que se resuelven y entonces, se devuelve de nuevo el control a la que era meta principal.

Figura 1. Espacio problema de la "Torre de Hanoi"



En la Figura 1 se muestra, el espacio problema de la Torre de Hanoi, donde pueden verse algunos movimientos posibles que dan lugar a estados intermedios entre el estado inicial y el estado final. Existen diferentes estudios que dan cuenta de las alteraciones de los adictos a la hora de resolver esta tarea y que se traducen, en la vida cotidiana, en trastornos para guiar la conducta orientada a una meta y resolver problemas. Se sabe que el espacio problema de la torre de tres discos puede ser procesado íntegramente en la memoria operativa porque no excede su capacidad. Por el contrario, el procesamiento de los espacios problema de otras tareas más complejas, como el ajedrez, exceden dicha capacidad por lo que el sistema suele manejar subconjuntos (y submetas). Dentro de esta *teoría unificada de la cognición*, se han propuesto diferentes de arquitecturas cognitivas en los últimos años. Algunas de ellas son la CAP2 (Schneider y Detweiler, 1987), BDI (Bratman, 1987), 3CAPS (Just y Detweiler, 1987), 3T (Bonasso, Firby, Gat, Kortenkamp, Miller y Slack, 1997), ICARUS (Shapiro y Langley, 1999), REMI (Schooler, Shiffrin y Raaijmakers, 2001), ROUS (Huber, Shiffrin, Lyle, y Ruys, 2001) y CLARION (Sun, 2001, 2002). Sin embargo, las arquitecturas SOAR (Laird, Newell y Rosenbloom, 1987), EPIC (Meyer y Kieras, 1997) y, en especial, la ACT-R (Anderson y Lebiere, 1998) son las que más respaldo han obtenido en investigación. Todas ellas son teorías generales sobre cómo trabaja la mente humana y, por ende, capaces de describir las conductas adictivas. Para los que se acercan por primera vez a sus supuestos parecen lenguajes de programación informática. Sin embargo, es mucho más que eso. Las arquitecturas cognitivas proporcionan un marco conceptual que provee de las herramientas para generar hipótesis y crear modelos (o programas, si se quiere) que, una vez escritos y puestos a prueba, permiten conocer mejor cómo funciona el sistema cognitivo. Esto es así en la medida en que se comparan los resultados del programa informático con los resultados obtenidos en investigación psicológica humana, ya sean tie

pos de reacción, precisión en las respuestas o, en los últimos años, registros en la resonancia magnética funcional.

La teoría ACT-R, por ejemplo, viene acumulando evidencias en múltiples campos de la neuropsicología cognitiva, desde la atención y la percepción (con modelos para dar cuenta de la búsqueda visual, los movimientos oculares o del efecto Stroop), el aprendizaje y la memoria (adquisición de destrezas, recuerdo de lista de palabras, categorización), memoria operativa, toma de decisiones y resolución de problemas (modelizando la ejecución de la Torre de Hanoi, problemas matemáticos o sistemas dinámicos), lenguaje (explicando el funcionamiento de las analogías, las metáforas o el procesamiento léxico), desarrollo cognitivo, diferencias individuales, motivación y emoción.

ACT-R también está proporcionando resultados excelentes comparando sus predicciones con los resultados hallados mediante resonancia magnética funcional (Anderson, 2007; Anderson, Qin, Stenger y Carter, 2004; Kao y Anderson, 2006; Sohn, Albert, Stenger, Jung, Carter y Anderson, 2007; Sohn, Goode, Stenger, Carter y Anderson, 2003, 2005). Entre otras tareas, se han puesto a prueba la torre de Hanoi (Anderson, Albert y Fincham, 2005), diferentes operaciones matemáticas (Danker y Anderson, 2007; Fincham y Anderson, 2007; Qin, Carter, Silk, Stenger, Fissell, Goode y Anderson, 2004; Stocco y Anderson, 2007), tareas de planificación (Fincham, Carter, van Veen, Stenger y Anderson, 2002) y de cambio atencional (Sohn, Ursu, Anderson, Stenger y Carter, 2000). Todas estas tareas son, en mayor o menor medida, utilizadas en el estudio del perfil neuropsicológico de los adictos, en aras de adaptar los programas de rehabilitación de sus trastornos desde una perspectiva más cercana al estado actual de conocimientos.

En definitiva, las arquitecturas cognitivas generan modelos cognitivos que nos ayudan a describir las alteraciones de los individuos que acuden solicitando tratamiento, nos permiten comprender sus déficits y nos predicen, de alguna manera, su funcionamiento en la vida cotidiana. Así como todo profesional debe reconocer que los modelos cognitivos son tremendamente necesarios en la práctica clínica, se propone un mayor conocimiento de las arquitecturas cognitivas dado que suponen un intento de comprensión mucho más allá de la *cajas* y las *flechas* habituales. Sin duda, las arquitecturas cognitivas constituyen el gran reto de las neurociencias en el siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J. R. (2007). The image of complexity. En: *The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Nashville, Tennessee, USA.
- Anderson, J. R. y Lebiere, C. (1998). *The atomic components of thought*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Anderson, J. R., Albert, M. V. y Fincham, J.M. (2005) Tracing Problem Solving in Real Time: fMRI Analysis of the Subject-Paced Tower of Hanoi. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1261-1274.
- Anderson, J. R., Qin, Y., Stenger, V. A. y Carter, C. S. (2004). The relationship of three cortical regions to an information-processing model. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 637-653.
- Bonasso, R. P., Firby, J. R., Gat, E., Kortenkamp, D., Miller, D. P. y Slack, M. G. (1997). Experiences with an Architecture for Intelligent, Reactive Agents. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence* 9(2), 237-256.
- Bratman, M. E. (1987). *Intentions, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Danker, J. F. y Anderson, J. R. (2007). The roles of prefrontal and posterior parietal cortex in algebra problem-solving: A case of using cognitive modeling to inform neuroimaging data. *NeuroImage*, 35, 1365-1377.
- Fincham, J. M. y Anderson, J. R. (2007). An fMRI study of the neural correlates of performance and learning in an algebraic isomorph task. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society*. New York, NY. 271
- Fincham, J. M., Carter, C. S., van Veen, V., Stenger, V. A. y Anderson, J. R. (2002). Neural mechanisms of planning: A computational analysis using event-related fMRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 3346-3351.
- Huber, D. E., Shiffrin, R. M., Lyle, K. B. y Ruys, K. I. (2001). Perception and preference in short-term word priming. *Psychological Review*, 108, 149-182.
- Just, M. A. y Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Laird, J. E., Newell, A., y Rosenbloom, P. S. (1987). Soar: An architecture for general intelligence. *Artificial Intelligence*, 33, 1-64.
- Lorea-Conde, I., Tirapu-Ustároz, J., Landa, N. y López-Goñi, J.J. (2005). Deshabitación de drogas y funcionamiento cerebral: una visión integradora. *Adicciones*, 17(2), 121-9.
- Meyer, D. E. y Kieras, D. E. (1997). A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance. Part 1. Basic mechanisms *Psychological Review*, 104, 2-65.
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Newell, A. y Simon, H. (1963). GPS, a program that simulates human thought. In E. A. Feigenbaum y J. Feldman (Eds.), *Computers and Thought* New York: McGraw-Hill.
- Qin, Y., Carter, C. S., Silk, E., Stenger, V. A., Fissell, K., Goode, A. y Anderson, J.R. (2004). The change of the brain activation patterns as children learn algebra equation solving. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 101, 5686-5691.
- Schneider, W., y Detweiler, M. (1987). A connectionist/control architecture for working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 21). San Diego, CA: Academic Press. 53-119.
- Schooler, L., Shiffrin, R. M. y Raaijmakers, J. G. W. (2001) A model for implicit effects in perceptual identification. *Psychological Review*, 108, 257-272.
- Shapiro, D. y Langley, P. (1999). Controlling physical agents through reactive logic programming. *Proceedings of the Third International Conference on Autonomous Agents* (pp. 386-387). Seattle: ACM Press.
- Sohn, M.-H., Albert, M. V., Stenger, V. A, Jung, K.-J., Carter, C. S. y Anderson, J. R. (2007). Anticipation of conflict monitoring in the anterior cingulate cortex and the prefrontal cortex. *Proceedings of National Academy of Science*, 104, 10330-10334.
- Sohn, M.-H., Goode, A., Stenger, V. A, Carter, C. S. y Anderson, J. R. (2003). Competition and representation during memory retrieval: Roles of the prefrontal cortex and the posterior parietal cortex. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 100, 7412-7417.
- Sohn, M.-H., Goode, A., Stenger, V. A, Jung, K.-J., Carter, C. S. y Anderson, J. R. (2005). An information-processing model of three cortical regions: Evidence in episodic memory retrieval. *NeuroImage*, 25, 21-33.
- Sohn, M.-H., Ursu, S., Anderson, J. R., Stenger, V. A. y Carter, C. S. (2000). The role of prefrontal cortex and posterior parietal cortex in task-switching. *Proceedings of National Academy of Science*, 97, 13448-13453.
- Stocco, A. y Anderson, J. R. (2007). Endogenous control in algebraic problem solving: An fMRI study. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society*, New York, NY, 271.