

# Comentario acerca de la definición y líneas de investigación propias de la Neurociencia Cognitiva

ANTONI RODRIGUEZ-FORNELLS Y RUTH DE DIEGO

*Universitat de Barcelona*



## *Resumen*

*En nuestra respuesta al artículo de Escera (2004), hemos considerado la necesidad que convivan dentro de la Neurociencia Cognitiva distintas disciplinas de investigación. El estancamiento de las áreas de conocimiento en la universidad española así como su estructura actual hacen difícil que dicha disciplina se asiente de forma clara en ningún área, departamento o facultad. Comentamos también las posibilidades que esta abriendo la Neurociencia cognitiva en distintos campos como la psicología, la neurología o la psiquiatría.*

*Palabras clave:* Neurociencia cognitiva, neuroimagen, multidisciplinariedad.

## **A commentary about the different research approaches in Cognitive Neuroscience**

### *Abstract*

*As a response to the target article under consideration (Escera, 2004) we have commented on the multidisciplinary of Cognitive Neuroscience and its different research approaches. Critical structural changes are needed in the organization of the Spanish university (e.g., department structure and its tight relation to research topics) in order to cope with new and emerging multidisciplinary research approaches like Cognitive Neuroscience. Finally we comment on the new possibilities for research in Cognitive Neuroscience which encompass different areas like psychology, neurology and psychiatry.*

*Keywords:* Cognitive neuroscience, neuroimaging, multidisciplinary.

Durante las últimas décadas, distintas líneas de investigación sobre el cerebro y la mente se han fusionado bajo una nueva disciplina denominada *neurociencia cognitiva*. Su objetivo es intentar comprender las bases neurofisiológicas de las funciones cognitivas y sus manifestaciones en la conducta y la experiencia subjetiva de las personas (Gazzaniga, Ivry y Mangun, 1998). Se trata de un conocimiento híbrido, nacido de aglutinar varios campos de estudio, cada uno de ellos con preguntas e intereses distintos y también con metodologías dispares. La unión y complementariedad de dichos campos ha permitido que algunos investigadores escojan estudiar determinados procesos cognitivos considerando la existencia de dicha actividad cerebral y las posibilidades o técnicas que existen para poder estudiarla in-vivo y de forma no invasiva. De esa forma, del contacto entre la psicología cognitiva y la neurociencia, se ha conseguido un nuevo marco de trabajo para el estudio de los procesos cognitivos, como la percepción, la memoria, el lenguaje, la conducta motora y la conciencia y finalmente la emoción.

El artículo de Carles Escera demuestra su buen conocimiento de la disciplina y resultará especialmente interesante para aquellos que quieran conocer el desarrollo de la misma en las últimas décadas. Por otro lado expresa una inquietud perceptible en distintos ámbitos (ej., Psicología, Neurología, Psiquiatría, Neurobiología, Psicofarmacología, Lingüística y Filosofía) afines todos ellos, en cuanto a que comparten parcialmente su objeto de estudio, es decir, el estudio del cerebro y la mente. Esta inquietud en el artículo se manifiesta por la indeterminación de la temática y por tanto por su adscripción específica a determinados departamentos universitarios. Aunque este problema no parece existir en otros países es posible que la estructura de la Universidad en España genere problemas en este sentido. Comentaremos brevemente primero algunos aspectos que demuestran claramente que dicha disciplina no parece estar en crisis, como se comenta en el artículo de Escera, basándose en el trabajo de J. Fuster (2000). Finalmente discutiremos si merece la pena considerar que un campo de investigación tan amplio e interdisciplinar pueda tener cabida en una área de conocimiento exclusiva.

Si escogemos para empezar la reacción que se produce en el campo de la psicología, se puede observar que algunos grupos de psicólogos cognitivistas se han decantado por la crítica a la Neurociencia Cognitiva, con argumentos que denominaremos "reduccionistas al absurdo", considerando que no es necesaria la información sobre el cerebro aportada por la misma. Este reduccionismo expresa la idea de que el estudio de la cognición puede basarse en aspectos meramente funcionales, planteado modelos teóricos posibles sobre los distintos estadios u operaciones de procesamiento de información, abstractos y sin anclaje fisiológico, cuya función o dinámica es parametrizada mediante el valor de una serie de variables independientes. Es importante puntualizar que los modelos surgen siempre de la utilización de uno o dos indicadores indirectos de la actividad neuronal que son el tiempo de reacción y la calidad en la ejecución de los voluntarios. El resultado es un modelo en crisis, cognitivo, "dry" (véase Kosslyn, 1992) o neuropsicológico cognitivo (Coltheart, 2001), en el que la actividad neuronal se supone que existe, pero en el que se desestima la posibilidad de que dicha información pueda aportar luz sobre la estructura o dinámica de dichos modelos teóricos. Sin embargo la mayoría de psicólogos cognitivos se han caracterizado por la incorporación e integración dentro de sus programas de investigación de las técnicas de neuroimagen con gran éxito y reconocimiento (Raichle, 2000).

Como bien se expone en el artículo de Escera, determinadas subáreas de la psicología se han salvado de dicha crítica y afianzándose así dentro de sus propias áreas, con la inclusión de las nuevas técnicas de estudio del cerebro. La psicofisio-

logía es la disciplina que mejor refleja dicho aspecto, así como la neuropsicología clínica, con su enfoque más localizacionista. En particular, la psicofisiología que utiliza medidas sensibles al sistema nervioso central es la que ha mostrado un incremento exponencial en el valor de sus investigaciones. Aquí habría que recordar la técnica estrella de la psicofisiología, los ERPs (event-related brain potentials o PEs, potenciales evocados), que viene perfeccionándose desde hace treinta o cuarenta años. Las investigaciones con ERPs siguen poseyendo un valor inestimable como indicadores en tiempo real de la actividad neuronal, y sólo mejorables mediante la utilización de electromagnetoencefalografía, aunque dicha técnica no es, o no será, viable en la mayoría de grupos de investigación y posee problemas metodológicos importantes (p. ej., validez de promediados grupales, la invisibilidad de determinadas orientaciones de los dipolos, excesiva cantidad de información y dificultad de aplicar técnicas estadísticas estándares en su análisis). La neuropsicología clínica, criticada por los psicólogos cognitivos por su tradición localizacionista, ha ganado mucha importancia con la inclusión de técnicas como la TEP (Tomografía por Emisión de Positrones) o la RMf (Resonancia Magnética Funcional). Sin embargo, se sigue puntualizando que el conocimiento de las áreas cerebrales o circuitos cerebrales revelados mediante RMf no es muy útil, señalando la multifuncionalidad de determinadas áreas o su inespecificidad y alegando críticas como la vuelta a los tiempos de Gall. Sin embargo, es cuestión de tiempo que los diseños que se utilizan con RMf (event-related) puedan aportar información temporal respecto a la activación de las áreas de estudio; de hecho existen ya varios estudios donde se demuestran cursos temporales hemodinámicos distintos para distintas áreas (véase Schacter, Buckner, Koutstaal, Dale y Rosen, 1997; Ollinger, Corbetta y Shulman, 2001; Miezin, Maccotta, Ollinger, Petersen y Buckner, 2000). En el trabajo de Miezin *et al.* se estima que se pueden evidenciar diferencias temporales en el inicio de la respuesta hemodinámica de hasta 100 ms, siempre que la respuesta BOLD sea estimada independientemente de un modelo matemático supuesto de la respuesta hemodinámica. Por otro lado, la utilización en paralelo de ERPs y fMRI, con la información complementaria temporal y espacial que aportan, pueden ser suficientes en determinados casos [Heinze *et al.*, 1994; acerca de la convergencia entre actividad eléctrica neuronal y respuesta blood-oxygen-level-dependent (BOLD) véase Logothetis, Pauls, Augath, Trinath y Oeltermann, 2001; Logothetis, 2002].

Un aspecto interesante a resaltar es la manera en que el avance técnico y los nuevos descubrimientos en neuroimagen abren caminos a la investigación en neurociencia cognitiva, permiten plantear nuevas preguntas, y en algunos casos, incluso requieren replantear nuestros conocimientos o ideas sobre la relación entre el cerebro y la conducta (Pascual-Leone, Walsh y Rothwell, 2000). Este podría ser el caso de la DTI (3D Diffusion Tensor Imaging, véase Conturo, Lori, Cull *et al.*, 2000 y Le Bihan, Mangin, Poupon, C. *et al.*, 2001). Mediante la utilización de la difusión de las moléculas de agua a través de la materia blanca o axones se puede evidenciar las vías de unión entre distintas áreas del cerebro. En un estudio reciente se ha mostrado en tartamudos cómo dicha técnica puede aportar luz sobre la activación en el tiempo de vías de conexión cerebrales (Sommer, Koch, Paulus, Weiller y Buchel, 2002). Aunque no se ha podido estudiar DTI de manera funcional, es decir donde se ponga en juego un proceso cognitivo, un estudio reciente combina la información proporcionada por ambas técnicas de MRI (difusión y funcional) para estudiar las vías de conexión o conectividad y circuitos implicados en la lectura de palabras en un paciente parcialmente aléxico (Molko, Cohen, Mangin *et al.*, 2002). De igual forma, la utilización simultánea de PET y TMS (transcortical magnetic stimulation) permite la visualización

de conectividad funcional entre distintas áreas cerebrales en humanos (Paus *et al.*, 1997).

Desde otros campos afines la reacción es bastante positiva, como por ejemplo, en disciplinas como la neurología o la psiquiatría. En dichos casos, el énfasis biológico de su investigación se ha visto reforzado por la inclusión de dichas técnicas de neuroimagen. Sin embargo, estas disciplinas han vuelto sus ojos hacia las aportaciones cognitivas de forma que pudieran ser utilizadas para su investigación. En campos más neurobiológicos o psicobiológicos, donde ha predominado la experimentación animal con técnicas de carácter invasivo o siguiendo el modelo de lesión, el efecto de la Neurociencia Cognitiva no ha tenido un impacto tan directo. Sin embargo, es posible que en el futuro dichos descubrimientos podrán ser verificados mejor en humanos utilizando técnicas de neuroimagen no invasivas o lesiones virtuales mediante la utilización de TMS (Walsh y Rushworth, 1999), relegando parcialmente la experimentación animal.

Es interesante señalar también algunas implicaciones éticas de la investigación en Neurociencia Cognitiva, tema que será clave en un futuro próximo (véase Farra, 2002). Debido a que nuestro objeto de estudio último está tan cercano a la esencia de nuestro ser, el cerebro y la mente, cada uno de los descubrimientos que se realizan en dicha área aporta información relevante para cualquier persona, no sólo para los investigadores. Es decir, el nivel de análisis ético y moral en nuestras investigaciones no es desestimable, como lo fue de alguna manera durante el siglo pasado en algunas áreas de investigación (véase al respecto Singer, 2001). Por ejemplo, la neurociencia cognitiva que está estudiando los aspectos emocionales del comportamiento está revelando áreas o circuitos cerebrales específicos de determinadas respuestas emocionales (Childress *et al.*, 1999). En la medida en que dichas respuestas sean más específicas, la utilización de dichas técnicas para fines no científicos podrá llevar a la violación de determinados derechos propios del ser humano, como lo es el derecho a la privacidad. Dichos problemas no están tan lejos como los que actualmente existen en otras disciplinas, como la biología molecular en relación a la utilización de células madre.

Más interesante aún es ver como las líneas de investigación en psico- o neurofarmacología están entrando en el estudio de los procesos cognitivos y la emoción. De hecho, estas ramas están aportando información sobre preguntas tan importantes en psicología como la estabilidad de los rasgos o la personalidad, de nuestro carácter o "self". Determinados psicofármacos están produciendo cambios sistemáticos en determinados rasgos de personalidad (véase Knutson *et al.*, 1998), como la impulsividad o la desinhibición, el estado de ánimo, etcétera. y son utilizados de manera extensiva por gran parte de la población para inducir mejoras en el estado de ánimo. Por ejemplo, en trastornos de personalidad como el "borderline", que presenta marcados rasgos de desinhibición e inestabilidad emocional, se han descrito ya cambios en la configuración de la personalidad mediante la administración de determinados fármacos inhibidores selectivos de la recaptación de la serotonina (Salzman *et al.*, 1995; véase Manuck *et al.*, 1995). El estudio en neurociencia cognitiva abre vías de conocimiento sorprendentes para las personas interesadas en el estudio de dichos procesos y cómo dichos neurotransmisores afectan la estructura de la cognición y la emoción que dan lugar a lo que nosotros suponemos que es nuestra esencia no mutable o "self".

Quizá con estos ejemplos podemos observar también que, aunque el objetivo primero de la neurociencia cognitiva no es buscar aplicaciones prácticas de los conocimientos obtenidos, es evidente que el contenido de las investigaciones en este campo tiene un gran potencial de aplicación y el grado en que una disciplina tiene esta posibilidad es también un síntoma de pronóstico positivo en su evolu-

ción futura. Todas estas reflexiones y ejemplos de líneas de investigación abiertas en el campo de la neurociencia cognitiva apuntan a que dicho campo no parece estar especialmente en crisis. Por el contrario, parece más bien que la evolución desde las diferentes ramas es de enriquecimiento de los datos que se obtienen a través de diversas medidas al mismo tiempo. No se trata de abandonar completamente la metodología del pasado, sino enriquecerla y apoyarla con nuevos datos desde otras vertientes. La posibilidad de obtener datos de medidas convergentes es una aportación inestimable en este marco de investigación. De hecho, si queremos explicar procesos dinámicos, no podemos quedarnos con una imagen estática de la escena, sino que la combinación de datos desde diferentes fuentes es lo que nos permitirá tener una visión más clara. Esto es aplicable no solo a la obtención de datos, sino también a nivel teórico-explicativo. Y desde luego, como se ha detallado más arriba, esta disciplina evoluciona en este sentido. Además, todos estos aspectos muestran también que enmarcar la Neurociencia Cognitiva en un ámbito de estudio o área de conocimiento estrictamente psicológico no es muy plausible. La barrera simbólica que existe entre departamentos y áreas de conocimiento resulta anacrónica en estos momentos, así como un lastre para la investigación actual, ya que se opone a que distintos expertos en ciencias cognitivas y neurociencia colaboren y compartan recursos. Así pues, el marco ideal para los programas de Neurociencia Cognitiva serían institutos de investigación que aúnen distintas líneas de investigación paralelas y complementarias, unas centradas en aspectos de desarrollo tecnológico, software de análisis y que fueran soporte estructural de las líneas de investigación más centradas en el estudio del funcionamiento de determinados procesos cognitivos. El campo de la Neurociencia Cognitiva requiere de la participación conjunta de, al menos, físicos, neurólogos, matemáticos, psicólogos, bioinformáticos e ingenieros (van Horn *et al.*, 2001). El éxito de la investigación dependerá del grado de interacción dinámica y creativa entre dichos especialistas.

Esto debería, desde nuestro punto de vista, proporcionar un marco ideal para el trabajo y estudio para profesionales y estudiantes de doctorado. Hay que tener en cuenta que algunas de las técnicas de neuroimagen requieren bastante soporte financiero, y sólo líneas de investigación fuertes y sólidas pueden mantener una estructura de este tipo. Aunque, en último término, el fruto de dicha investigación interdisciplinar siempre dependerá de la calidad e inquietud científica de sus investigadores. Es importante aportar también un conjunto de conocimientos sólidos a los estudiantes mediante programas de doctorado que incluyan (a) ciencia cognitiva, neuropsicología, fisiología, paleoantropología y modelización computacional, (b) sólidos conocimientos de neurociencia, tanto a nivel molecular / celular como macroscópico, pasando por buenos conocimientos sobre genética. Estos conocimientos deberían ser capaces de permitir vertebrar distintos aspectos en neurociencia y proporcionar una visión de lo que en un futuro puede llegar a ser la “una biología molecular de la cognición” (Allbright, Jessell, Kandel y Posner, 2000).

Quizá en lugar de crisis, deberíamos hablar de que el rápido desarrollo de esta disciplina y en concreto, de las técnicas que se utilizan nos obligan a ir con cautela para no caer en el peligro que la acecha a lo largo de su evolución: el localizacionismo. Aunque es evidente, en ciertos campos de estudios la tendencia descriptiva y no tanto explicativa de los resultados obtenidos con neuroimagen, la tónica general muestra que por el contrario el esfuerzo explicativo es a través de la integración de los resultados concretos obtenidos con resultados previos desde otras metodologías y dentro de un marco teórico.

Las técnicas de imagen que han tenido un gran auge en los estudios recientes deben ser un instrumento al servicio de los modelos teóricos que se plantean a

priori y que demandan su uso como método para ahondar en las explicaciones. El peligro es caer en la técnica como objetivo porque no se trata de dar explicaciones circulares del tipo que se produjeron en otras disciplinas de la psicología. Como símil, en psicología del rasgo o de la personalidad, mediante la técnica del análisis factorial se tendió a considerar que los factores extraídos de los cuestionarios de personalidad o inteligencia eran las causas que explicaban el comportamiento. Sin embargo, el hecho de que no pudiesen ser considerados como causas en sentido estricto no excluye que no tuviesen poder predictivo en la conducta de las personas, y por tanto, que pudieran articularse en modelos teóricos de la personalidad. De igual manera, es obvio que la activación en áreas del cerebro específicas sólo aporta información sobre partes de la red de activación que sustenta un proceso cognitivo, pero no explica el funcionamiento de dicho proceso. Por ejemplo, la facultad para razonar o el viejo factor general de la inteligencia ( $g$ ), se ha relacionado recientemente con el área 46 de Brodmann (Duncan *et al.*, 2000); de hecho dicho resultado no aporta información causal acerca del mecanismo de inducción y educación de relaciones propuesto por Spearman y relacionado con  $g$  (véase la crítica Sternberg, 2000 quien simplemente lo compara con localizar un elemento del hardware de un computador como responsable de la inteligencia artificial). Sin embargo, la hipótesis de que existiría una red inespecífica de activación cerebral, que compartirían múltiples tareas cognitivas, sí que queda desestimada en el estudio de Duncan, aunque esa no es la interpretación de los autores. Además, el conocimiento de la activación de determinadas áreas, conjuntamente con el conocimiento acumulado durante estos años sobre las funciones cognitivas asociadas a las mismas, puede aportar información sobre los procesos cognitivos que subyacen a las tareas y procesos que se están estudiando. En definitiva, si sabemos, por otros estudios, que el área 46 está asociada a la relativa novedad de la información presentada, a competición de respuestas y memoria de trabajo, esta información puede aportar pistas relevantes para comprender los procesos implicados en el razonamiento y solución de problemas novedosos.

## Referencias

- ALBRIGHT, T. D., JESSELL, T. M., KANDEL, E. R. & POSNER, M. I. (2000). Neural science: a century of progress and the mysteries that remain. *Neuron*, 25, 51-55.
- CHILDRESS, A. R. *ET AL.* (1999). Limbic activation during cue-induced cocaine craving. *Am. J. Psychiatry*, 156, 11-18.
- COLTHEART, M. (2001). Assumptions and methods in cognitive neuropsychology. En B. Rapp (Ed.), *The Handbook of Cognitive Neuropsychology: What Deficits Reveal About the Human Mind*. Philadelphia: Psychology Press.
- CONTURO, T. E., LORI, N. F., CULL, T. S. *ET AL.* (1999). Tracking neuronal fiber pathways in the living human brain. *Proc Natl Acad Sci*, 96 (18), 10422-10427.
- DUNCAN, J., SEITZ, R. J., KOLODNY, J., BOR, D., HERZOG, H., AHMED, A., NEWELL, F. N. & EMSLIE, H. A. (2000). Neural basis for general intelligence. *Science*, 289, 457-460.
- FARAH, M. J. (2002). Emerging ethical issues in neuroscience. *Nat. Neurosci.*, 5, 1123-1129.
- FUSTER, J. (2000). The module: crisis of a paradigm. *Neuron*, 26, 51-53.
- GAZZANIGA, M. S., IVRY, R. B., & MANGUN, G. R. (1998). *Cognitive Neuroscience. The Biology of the Mind*. Nueva York: WW Norton & Company.
- HEINZE, H. J., MANGUN, G. R., BURCHET, W., HINRICH, H., SCHOLZ, M., MÜNTE, T. F., GÖS, A., SCHERG, M., JOHANNES, S., HUNDESHAGEN, H., GAZZANIGA, M. S. & HILLYARD, S.A. (1994). Combined spatial and temporal imaging of brain activity during visual selective attention in humans. *Nature*, 372, 543-546.
- KNUTSON, B. *ET AL.* (1998). Selective alteration of personality and social behavior by serotonergic intervention. *Am. J. Psychiatry*, 155, 373-379.
- KOSSLYN, S. M. & KOENIG, O. (1992). *Wet Mind: The New Cognitive Neuroscience*. Nueva York: Free Press.
- LE BIHAN, D., MANGIN, J. F., POUPOIN, C. *ET AL.* (2001). Diffusion tensor imaging: concepts and applications. *J. Magn Reson. Imaging*, 13, 534-546.
- LOGOTHETIS, N. K. (2002). The neural basis of the blood-oxygen-level-dependent functional magnetic resonance imaging signal. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 357, 1003-1037.
- LOGOTHETIS, N. K., PAULS, J., AUGATH, M., TRINATH, T. & OELTERMANN, A. (2001). Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature*, 412, 150-157

- MANUCK, S. B. ET AL. (1998). Aggression, impulsivity, and central nervous system serotonergic responsivity in a nonpatient sample. *Neuropsychopharmacology*, *19*, 287-299.
- MIEZIN, F. M., MACCOTTA, L., OLLINGER, J. M., PETERSEN, S. E. & BUCKNER, R. L. (2000). Characterizing the hemodynamic response: effects of presentation rate, sampling procedure, and the possibility of ordering brain activity based on relative timing. *Neuroimage*, *11*, 735-759.
- MOLKO, N., COHEN, L., MANGIN, J. F. ET AL. (2002). Visualizing the neural bases of a disconnection syndrome with diffusion tensor imaging. *J Cogn Neurosci*, *14*, 629-636.
- OLLINGER, J. M., CORBETTA, M. & SHULMAN, G. L. (2001). Separating processes within a trial in event-related functional MRI. *Neuroimage*, *13*, 218-229.
- PASCUAL-LEONE, A., WALSH, V. & ROTHWELL, J. (2000). Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience -virtual lesion, chronometry, and functional connectivity. *Current Opinion in Neurobiology*, *10*, 232-237.
- PAUS, T., JECH, R., THOMPSON, C. J., COMEAU, R., PETERS, T. & EVANS, A. C. (1997). Transcranial magnetic stimulation during positron emission tomography: a new method for studying connectivity of the human cerebral cortex. *J Neurosci*, *17*, 3178-3184.
- RAICHLIE, M. E. (2000). A brief history of human functional brain mapping. En A. W. Toga & J. C. Mazziotta (Ed.), *The Systems* (pp. 33-75). San Diego: Academic.
- RUGG, M. D. (1997). *Cognitive Neuroscience*. Hove East Sussex: Psychology Press.
- SALZMAN, C. ET AL. (1995). Effect of fluoxetine on anger in symptomatic volunteers with borderline personality disorder. *J Clin Psychopharmacol*, *15*, 23-29.
- SINGER, P. (2001). *Writings on an Ethical Life*. HarperCollins Publishers
- SOMMER, M., KOCH, M. A., PAULUS, W., WEILLER, C. & BUCHEL, C. (2002). Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering. *Lancet*, *360*, 380-383.
- SCHACTER, D. L., BUCKNER, R. L., KOUTSTAAL, W., DALE, A. M. & ROSEN, B. R. (1997). Late onset of anterior prefrontal activity during true and false recognition: an event-related fMRI study. *Neuroimage*, *6*, 259-269.
- STERNBERG, R. J. (2000). Cognition. The holy grail of general intelligence. *Science*, *289*, 457-460.
- VAN HORN, J. D., GRETHE, J. S., KOSTELEK, P., WOODWARD, J. B., ASLAM, J. A., RUS, D., ROCKMORE, D., GAZZANIGA, M. S. (2001). The Functional Magnetic Resonance Imaging Data Center (fMRIDC): the challenges and rewards of large-scale databasing of neuroimaging studies. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, *356*, 1323-1339.
- WALSH, V. (1999). Rushworth M. A primer of magnetic stimulation as a tool for neuropsychology. *Neuropsychologia*, *37*, 125-135.