

## Procesos en Neurociencia Social Cognitiva y Afectiva para la Comprensión e Interacción Social: un Marco Integrador

Piemontesi, Sebastián Eduardo\* a,b

<sup>a</sup> Laboratorio de Evaluación Psicológica y Educativa, Córdoba, Argentina.

<sup>b</sup> Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

### Artículo de Revisión

#### Resumen

La presente revisión tiene como objetivo brindar un marco integrador sobre los procesos básicos estudiados por la Neurociencia Social Cognitiva y Afectiva que están implicados en la capacidad de las personas para la comprensión e interacción social. Para ello son revisados los principales hallazgos sobre los procesos cognitivos, sociales y afectivos, indicando las áreas cerebrales donde se asientan y analizándolos de acuerdo a si son procesos automáticos o controlados, si se centran en las características internas o externas de las personas, y si son procesos simples o complejos. Este artículo propone una distribución anatómica-funcional donde los procesos automáticos y controlados se asientan en áreas ventrales y dorsales respectivamente, los procesos centrados externa e internamente en áreas laterales y mediales respectivamente, y los procesos simples y complejos en las áreas caudal y rostral respectivamente. Finalmente son discutidas las limitaciones y las direcciones futuras de investigación.

#### Palabras claves:

Neurociencia social cognitiva y afectiva; Teoría de la mente; Empatía; Actitudes sociales; Bases cerebrales.

Recibido el 9 de Enero de 2010; Recibido la revisión el 22 de Octubre de 2010; Aceptado el 20 de Noviembre de 2010

#### Abstract

**Processes in Social Cognitive and Affective Neuroscience to Social Understanding and Interaction: An Integrative Framework.** This review aims to provide an integrating framework of the basic processes studied by the Social Cognitive and Affective Neuroscience that are involved in the ability of people to understand and interact with others. For this, are reviewed the main findings about cognitive, social and emotional processes, by indicating the brain areas where they are located, and are analyzed according if are automatic or controlled processes, if they focus on internal or external characteristics of individuals, and if they are simple or complex processes. This article proposes a functional-anatomic distribution where automatic and controlled processes are located on ventral and dorsal areas respectively, externally and internally focused processes in lateral and medial areas, respectively, and simple and complex processes in the caudal and rostral areas respectively. Finally, limitations and future directions of research are discussed.

#### Key Words:

Social cognitive and affective neuroscience; Theory of mind; Empathy; Social attitudes; Neural bases.

### 1. Introducción

La Neurociencia Social Cognitiva y Afectiva (NSCA) es un campo de estudio interdisciplinario de reciente desarrollo que intenta responder cuestiones fundamentales sobre la capacidad de las personas para entender a los demás, entenderse a sí mismos y navegar en el mundo social efectivamente (Ochsner & Lieberman, 2001). Específicamente, la NSCA busca explicar los fenómenos socio-emocionales a través de las relaciones entre tres diferentes niveles de análisis: (1) el nivel social, que incluye descripciones del contexto social, claves socio-emocionales relevantes,

experiencias y conductas; (2) el nivel cognitivo, que especifica los mecanismos de procesamiento de la información; y (3) el cerebral, que explora las bases neuronales donde se asientan tales mecanismos (Ochsner, 2004).

Esta disciplina integra teorías, métodos y fenómenos propios de otras ciencias sociales como la cognición social, cognición política, economía conductual y antropología (Lieberman, 2007), y se sirve de herramientas como la resonancia magnética funcional (RMf), la tomografía por emisión de

\* Enviar correspondencia a: Lic. Piemontesi, Sebastián Eduardo  
E-mail: piemontesi@psych.unc.edu.ar

positrones, la estimulación magnética transcraneal, los potenciales evento relacionados (PER), el registro de célula única y el estudio de personas con lesiones cerebrales con consecuencias neuropsicológicas para explorar los mecanismos implicados en la conducta social.

En su inicio, las investigaciones en NSCA han definido diferentes áreas de estudio tales como los estereotipos sociales (Hart et al., 2000; Phelps et al., 2000), el auto conocimiento (Kelley et al., 2002) y la teoría de la mente (Baron-Cohen et al., 1994; Frith & Frith, 2003); sin embargo se han extendido hasta la actualidad permitiendo identificar numerosos procesos que están involucrados en la capacidad de entender a las demás personas, entenderse y controlarse a uno mismo, e interactuar o enfrentarse a otras personas (Lieberman, 2007).

Dado el creciente número de trabajos de investigación, libros y encuentros académicos que se han observado en la última década (Lieberman, 2007), junto al surgimiento de revistas especializadas (Social Cognitive and Affective Neuroscience y Social Neuroscience) y la ausencia de revisiones comprensivas en lengua española sobre esta temática que brinden un marco integrador coherente, el objetivo del presente trabajo es describir los principales hallazgos y temas de estudio organizándolos en un esquema funcional y anatómico que sea de utilidad para la clínica y la investigación en el área. En esta revisión, por cuestiones de extensión, sólo se considerarán los procesos implicados en entender a los demás e interactuar o enfrentarse a otras personas.

Además, en los casos que sea pertinente, tales procesos serán analizados en función a tres ejes, (1) procesos controlados y automáticos: los procesos controlados están asociados a la conciencia, la intención, la voluntad, el esfuerzo y la capacidad de interrupción de los mismos, y los automáticos, por el contrario, a la falta de una o más de tales características (Chaiken & Trope 1999; Satpute & Lieberman, 2006); (2) procesos centrados interna y externamente: la cognición centrada internamente se refiere a procesos que se focalizan en el estado interior mental de uno mismo o de otra persona (Ej.: pensamientos, sentimientos, experiencias), mientras que la cognición centrada externamente se refiere a procesos que se focalizan en características físicas y visibles de uno mismo o de otra persona que son percibidas por las modalidades sensoriales y se experimentan como parte del mundo material (Lieberman, 2007); y (3) procesos simples y complejos: los procesos simples se caracterizan por un procesamiento concreto y sensorial

de la información (Ej.: información sensorial del cuerpo, estados emocionales corporales), mientras que los procesos complejos se caracterizan por un mayor nivel de integración y procesamiento de la información junto a la generación de representaciones cognitivas complejas (Ej.: integración de múltiples creencias o juicios, pensamiento abstracto, atribución de estados mentales a otras personas; Gilbert et al., 2006; Olsson & Ochsner, 2008).

## 2. Capacidad de comprensión de otras personas

Si bien la cognición social abarca un amplio rango de procesos mentales, principalmente se refiere a la capacidad de entender a otras personas (Lieberman, 2007). Hay al menos dos modos para tratar de entender la experiencia y mente de los demás, uno es denominado “Teoría de la Mente” (TDM, Perner & Wimmer, 1985) y el otro, empatía. Las investigaciones sobre TDM examinan la habilidad de las personas para crear sus propias teorías de cómo las mentes operan y cómo las situaciones sociales afectan los estados mentales en general, con el fin de representar el estado mental de un individuo particular dada una situación particular.

### 2.1. Representación de la mente: Representación de estados y rasgos psicológicos

La capacidad para representar el contenido de la mente de otra persona consiste en dos componentes: (a) el reconocimiento de que, a diferencia de otros objetos en el mundo, las personas tienen mentes con pensamientos y sentimientos, y (b) el desarrollo de una teoría sobre cómo las mentes de otras personas operan y responden a eventos en su entorno. La investigación sobre TDM (Perner & Wimmer 1985) indica que a la edad de cuatro años casi todos los niños desarrollan la capacidad de evaluar los estados mentales de los demás. Este proceso puede basarse en la capacidad de reconocer el movimiento del cuerpo humano y la acción dirigida hacia una meta, que surge en torno a seis meses de edad (Woodward, 1998). Desde la infancia hasta la edad adulta, se incrementa la complejidad y especificidad de generación de teorías, aunque este incremento no siempre conlleva un aumento en la precisión (Gilbert & Malone 1995).

Los estudios de neuroimagen sobre la TDM generalmente muestran activaciones en la corteza prefrontal dorsomedial (CPFDM, Áreas de Brodmann 8/9), en el surco temporal superior posterior (STSp), en la corteza temporal lateral (CTL) y los polos temporales en la CTL (Frith & Frith, 2003). La investigación sugiere que el STSp es particularmente sensible al movimiento del cuerpo humano (Allison, Puce &

McCarthy, 2000) y que los polos temporales pueden estar asociados con la percepción de individuos familiares (Sugiura et al., 2001). Frith y Frith (2003) sugieren que a diferencia de la CTL, que es sensible a las señales visuales externas, la CPFDM se asocia específicamente con la mentalización, la cual se refiere a la atribución de estados mentales internos a los demás. Asimismo, Saxe, Carey y Kanwisher (2004) han sugerido que la unión temporoparietal en la corteza parietal lateral (CPAL), que es distinta del STSp, también participa en los procesos de la TDM. Por último, investigaciones de neuroimagen y neuropsicológicas sugieren que la corteza prefrontal ventrolateral derecha (CPFVL), una subregión dentro de la corteza prefrontal lateral (CPFL), ayuda a inhibir la propia experiencia durante la consideración de la mente de otra persona (Samson, Apperly, Kathirgamanathan & Humphreys, 2005; Vogeley et al., 2001). Estos hallazgos son consistentes con la investigación evolutiva que indica que el desarrollo de la TDM está vinculada a los avances en el control inhibitorio general (Carlson & Moses, 2001). Es probable que en los adultos una falla de este proceso pueda desempeñar un papel central en el realismo ingenuo (Pronin, Gilovich, & Ross, 2004), en el que los individuos asumen que los demás ven el mundo de la misma manera que ellos lo hacen y tienen dificultad para reconocer puntos de vista alternativos (Lieberman, 2005).

Teniendo en cuenta el desarrollo temprano de la sensibilidad al movimiento del cuerpo humano y el hecho de que los adultos lo perciben sin esfuerzo, se puede entender que se trata de un proceso relativamente automático. Alternativamente, el pensamiento explícito sobre el contenido de la mente de otra persona parece ser un proceso controlado y con características de mayor complejidad que la simple percepción del movimiento. Un estudio de RMf confirma estos supuestos, encontrando que durante una tarea de mentalización con carga cognitiva, en la cual la persona intenta atribuir estados mentales mientras realiza una actividad cognitiva controlada que genera interferencia, disminuyeron las respuestas en la CPFDM, pero no en el STSp o el polo temporal (den Ouden, Frith, Frith & Blakemore, 2005). También es interesante observar que la activación sólo medial (CPFDM) en los procesos de la TDM se vincula a procesos centrados internamente ya que consideran el contenido de la mente de otra persona. La sensibilidad al movimiento y a la familiaridad de personas, manifiestas en regiones laterales (STSp y los polos temporales, respectivamente), se vinculan a procesos centrados

externamente que no requieren el examen de los estados internos si no que se focalizan en atributos físicos externos de otras personas percibidos por modalidades sensoriales.

Los seres humanos, además de hacer inferencias sobre el estado de la mente de otras personas, también están interesados en la identificación de rasgos psicológicos duraderos de los demás. Las personas usan sus teorías de cómo los individuos con diferentes rasgos se comportan con el fin de deducir los objetivos de su conducta. Un estudio de RMf de atribución de disposiciones (o atribución de rasgos, Harris, Todorov & Fiske, 2005) encontró que cuando los individuos leen descripciones diagnósticas conductuales de una persona para hacer inferencias acerca de sus rasgos, presentan mayor activación en la CPFDM y el STSp. En otro estudio (Mitchell, Macrae & Banaji, 2004) encontraron que cuando se observa un rostro junto a descripciones de acciones características de un rasgo conductual, sólo se presenta actividad en la CPFDM cuando los sujetos tienen el objetivo explícito de formarse una impresión de la persona.

Los procesos controlados que soportan la atribución de disposiciones sólo se manifiestan cuando está presente la intención de hacerlo, en este sentido, el estudio de Mitchell y colaboradores, (2004) sugiere que la activación de la CPFDM caracteriza el aspecto controlado de la atribución de rasgos. Por otra parte, el STSp se activa en respuesta a las descripciones de la acción, independientemente del objetivo de codificación del sujeto (Lieberman, 2007), un hallazgo que sugiere que esta respuesta manifiesta el aspecto automático de la atribución de rasgos. Una disociación similar también se observa entre la CPFDM y los polos temporales (Mason, Banfield & Macrae, 2004). Ambos resultados son consistentes con el estudio descrito previamente por den Ouden y colaboradores (2005) que analizó los componentes automáticos y controlados de los procesos de la TDM. Además, estos resultados son consistentes con la distinción entre procesos centrados interna o externamente observada en la investigación sobre TDM, de como la CPFDM se asoció con codificación de los rasgos psicológicos de una persona (internos), mientras que STSp y los polos temporales se activaron en respuesta a las descripciones de la conducta observable (externos). Finalmente, se puede observar en las áreas anteriores un incremento en la complejidad de la representación generada, como lo es un rasgo psicológico de una persona, y con áreas más posteriores el procesamiento de aspectos sensoriales más simples o de primer orden, como lo es la conducta observable.

**Tabla 1.**  
Abreviaturas utilizadas en el texto.

Sigla	Significado
A	Amígdala
AB	Área de Brodmann
CCAm	Corteza cingulada anterior media
CCAr	Corteza cingulada anterior rostral
CCAd	Corteza cingulada anterior dorsal
CCp	Corteza cingulada posterior
CPAL	Corteza parietal lateral
CPAM	Corteza parietal medial
CPFDM	Corteza prefrontal dorsomedial
CPFL	Corteza prefrontal lateral
CPFM	Corteza prefrontal medial
CPFVL	Corteza prefrontal ventrolateral
CPFVM	Corteza prefrontal ventromedial
CTL	Corteza temporal lateral
Estr	Estriado
GB	Ganglios Basales
IA	Ínsula anterior
LTM	Lóbulo temporal medial
NSCA	Neurociencia social cognitiva y afectiva
PER	Potenciales evento relacionados
PT	Polo temporal
RMf	Resonancia magnética funcional
STSp	Surco temporal superior posterior
TDM	Teoría de la mente
UTPd	Unión temporoparietal derecha

## 2.2. Experimentación de los estados mentales de otras personas

La empatía es la segunda manera de conocer a los demás pero de un modo más corporizado y vivencial que la TDM (Lieberman, 2007). La empatía se asocia con un aumento de la ayuda, el apoyo social (Batson, 1991) y el altruismo (Mathur, Harada, Lipke & Chiao, 2010), sin embargo, esta capacidad requiere que el individuo tenga conciencia de que la respuesta emocional que percibe es una simulación interna de la experiencia de otra persona, y que no debe confundirse con la propia experiencia. Así, los dos criterios para las respuestas empáticas son: (a) una respuesta emocional y vivencial que se aproxima a la de otra persona y (b) el conocimiento e identificación de que esta emoción hace referencia a la experiencia de esa otra persona.

Entre los estudios que han abordado el primero de estos criterios, Wicker y colaboradores (2003) encontraron dos regiones asociadas con el procesamiento afectivo, la ínsula anterior (IA) y la corteza cingulada anterior dorsal (CCAd) las cuales se

activaron tanto cuando los individuos olían olores repugnantes como cuando vieron videoclips de otras personas sentir estos olores. Del mismo modo, varios estudios han encontrado activación en estas dos regiones cuando las personas sentían dolor físico al igual que cuando observaban a otra sentir dolor físico (Botvinick et al., 2005; Singer et al., 2004), y la intensidad de la activación correlacionó con el rasgo de empatía auto-informado (Singer et al., 2004). Por otra parte, Farrow y colaboradores (2001) observaron una mayor actividad en la corteza prefrontal ventromedial (CPFVM), la corteza prefrontal medial (CPFM), la CPFDM y la corteza parietal medial (CPAM) cuando a los individuos se les pidió hacer juicios empáticos en relación con otras formas de razonamiento social. Del mismo modo, Botvinick y colaboradores (2005) encontraron una mayor actividad en la CPFVM al observar el sufrimiento de otro, pero no cuando se siente dolor en uno mismo, lo que sugiere que esta región puede contribuir a procesos adicionales evocados por la empatía. Congruente a lo anterior, Mathur y colaboradores (2010) encontraron que, si bien la empatía hacia la humanidad se asocia a un procesamiento afectivo, con activaciones en la IA y la CCAd, las personas que experimentan una empatía extraordinaria hacia miembros de su mismo grupo social presentan mayor activación en la CPMF, indicando un procesamiento cognitivo controlado de mayor complejidad en este tipo de empatía.

En investigaciones neuropsicológicas de pacientes con lesiones cerebrales, el daño en la CPFVM resultó ser el predictor más fuerte de los déficit de empatía (Shamay-Tsoory, Tomer, Berger & Aharon-Peretz, 2003). Finalmente, se han encontrado diferencias de género en la capacidad de empatía; en las mujeres se activan mayormente áreas implicadas en respuestas emocionales, y en los hombres se activan principalmente áreas involucradas en la evaluación cognitiva, mentalización y anticipación conductual (Derntl et al., 2010).

A diferencia de los procesos de la TDM, la empatía se focaliza en la experiencia interna de otra persona y por lo tanto está centrada internamente. En consonancia con esta distinción, la investigación revisada asocia a la empatía con activaciones típicamente mediales en el cerebro, en lugar de laterales. Es importante destacar que la capacidad de empatía parece asentarse en regiones del cerebro vinculadas con procesos automáticos afectivos, como la IA y la CCAd, sin embargo, se demuestra la existencia de representaciones empáticas de mayor complejidad, principalmente en la CPMF.

### 2.3. *Comprensión de las emociones de otras personas*

Casi todos los aspectos de la conducta social dependen de la capacidad de entender las emociones propias y de otros. Si bien las personas pueden experimentar de manera directa las emociones de los demás como en la empatía, no siempre resulta tan simple debido a que las señales no verbales de las emociones a menudo son ambiguas. En tales casos, se necesita información adicional para entender el estado emocional, como puede ser la experiencia previa con la persona y el conocimiento acerca de la situación. Por ejemplo, los ojos muy abiertos podrían significar que alguien siente miedo o sorpresa en función de lo que uno sabe que acaba de ocurrirle (Kim et al., 2004). Del mismo modo, la conexión empática podría ser bloqueada si se percibe que el otro es un competidor pasado o potencial (Lanzetta & Englis, 1989; Singer et al., 2006).

Similar a los estudios sobre empatía, las investigaciones de neuroimagen sobre la comprensión de emociones han encontrado que cuando se observa o experimenta una emoción se presenta activación en la IA y la porción media de la corteza cingulada anterior (CCAm; Decety, Jackson, Sommerville, Chaminade & Meltzoff, 2004; Zaki, Ochsner, Hanelin, Wager & Mackey, 2007). Se cree que la IA se asocia a la experiencia emocional a través de la información interoceptiva que recibe sobre el estado de activación del cuerpo (Craig, 2002), mientras que la CCAm codifica los atributos afectivos del dolor, como lo desagradable de lo percibido (Eisenberger, Lieberman & Williams, 2003), y motiva la conducta apropiada a través de las conexiones a los centros motores autónomos.

Por otra parte, cuando un individuo toma voluntariamente la perspectiva de otro para hacer juicios sobre sus emociones o rasgos emocionales estables, cambia su respuesta empática (Batson, Thompson & Chen, 2002) tanto como la activación en la IA y la CCAm (Lamm, Batson, & Decety, 2007). Por lo general, este proceso controlado depende de una red neuronal que incluye la unión temporoparietal derecha (UTPd) y las regiones dorso-rostral de la CPFDM, incluyendo el área de Brodmann (AB) 10, la cual está especialmente desarrollada en humanos (Ochsner et al., 2004). En un meta-análisis sobre el AB 10 se encontró que esta región es particularmente sensible a las tareas que implican emociones y atribuciones de estados mentales (Gilbert et al., 2006).

Puede observarse como sucede con la empatía, que la activación de la CCAm y la IA está vinculada a la experiencia directa de los estados emocionales de otros

mediante un procesamiento automático, y es posible que la CPFDM sea la base de una conciencia reflexiva meta-cognitiva sobre tales emociones, indicado un procesamiento controlado y complejo.

### 2.4. *Aprendizaje emocional*

La capacidad de las personas no se limita a comprender las emociones en el momento presente, sino que además se puede aprender sobre los eventos que provocan emociones y también formar impresiones duraderas de los rasgos emocionales de los demás. Por ejemplo, ver la expresión de miedo de otra persona hacia un perro desconocido podría proporcionar información valiosa sobre un peligro potencial, sobre un rasgo ansioso del individuo o de ambos. Estas habilidades para aprender de y sobre los demás dependen de manera crucial de comprender las emociones (Olsson & Ochsner, 2008).

Los modelos de neurociencia sobre aprendizaje emocional se basan principalmente en estudios de condicionamiento del miedo donde se encuentra que la amígdala es crucial para el aprendizaje mediante la experiencia directa de estímulos que predicen consecuencias aversivas (LeDoux, 2000). Sin embargo, el aprendizaje emocional también puede llevarse a cabo a través de medios indirectos como la comunicación verbal y la observación. Aunque estas rutas socio-emocionales para el aprendizaje son cruciales en la vida cotidiana de la mayoría de los seres humanos (Bandura, 1977), sus bases cerebrales han empezado a ser exploradas sólo recientemente (Olsson, Nearing & Phelps, 2007; Olsson & Phelps, 2007).

Un ejemplo común es el aprendizaje del miedo por observación en el que un individuo aprende de manera vicaria a temer a un estímulo que provoca expresiones de miedo en un congénere. La investigación en especies no humanas demuestra que los procesos automáticos tienen un papel importante en el aprendizaje del miedo por observación a través de las especies (Mineka & Cook, 1993), no obstante, los trabajos en humanos sugieren que además, el aprendizaje del miedo por observación podría involucrar también la atribución reflexiva de estados mentales de orden superior. Olsson y colaboradores (2007) encontraron un solapamiento en las regiones de la amígdala, la IA y la CCA las cuales se activaron tanto durante el aprendizaje por observación como en la expresión subsecuente de las respuestas de miedo, mientras que la CPFDM se activó sólo durante la observación del distrés en otra persona. Es importante destacar que la magnitud de la respuesta condicionada fue predicha por la actividad de la IA, la CCA y la CPFDM. Esto sugiere que el aprendizaje emocional de otras personas depende en parte de

procesos automáticos y que a su vez se ven favorecidos por la actividad en regiones que sustentan procesos más controlados y reflexivos como la CPFM, y en forma conjunta dan apoyo al aprendizaje socio-emocional. Finalmente, se destaca que los procesos de entendimiento y aprendizaje emocional son congruentes con procesos centrados internamente y presentan actividad cerebral en áreas mediales.

### 3. Capacidad de interacción con otras personas

Gran parte de la vida diaria de las personas está dedicada a navegar el mundo social con otras, y muchos de los procesos ya revisados han evolucionado, en parte, para facilitar la vida social. Las personas coordinan su actividad con los que los rodean, usan la retroalimentación de los demás para entenderse a sí mismos, dan sentido a los demás basándose en sus propias teorías y desarrollan actitudes personales acerca de los grupos sociales. También se preocupan por estar conectados con sus seres queridos, no ser rechazados y de ser tratados de manera justa y digna de confianza en sus interacciones con desconocidos. En conjunto, estos procesos contribuyen a un mundo social coherente en el que los individuos continuamente realizan ajustes para cumplir con las normas de la sociedad en general (Dunbar, 1998).

#### 3.1. Sistema de neuronas espejo

Di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, Gallese y Rizzolatti (1992) descubrieron una clase de neuronas en los primates que se activaban tanto cuando los animales realizaban una acción intencionada (tomar un objeto) como cuando observaban al experimentador realizar la misma acción (tomar el mismo objeto). La presencia de estas neuronas sugirió que se activan las mismas representaciones motoras cuando se realiza como cuando se observa una acción intencional (Di Pellegrino et al., 1992). En los seres humanos, se ha descrito activación en regiones homólogas a las de los primates tanto cuando los participantes observan como cuando imitan una acción intencional (Iacoboni et al., 1999). En particular, las regiones de la CPFL (pars opercularis en el AB 44, y el giro frontal inferior) y la CPAL se observa que siguen este patrón de activación.

Se especula ampliamente que las neuronas espejo representan una base para comprender el comportamiento, las intenciones y las experiencias de los demás, pero esto aún necesita ser demostrado empíricamente (Lieberman, 2007). Una persona puede imitar sin entender, y hasta la fecha, ningún estudio ha evaluado si la actividad en el sistema de neuronas espejo se asocia con la experiencia de comprender la perspectiva o la intención de otra persona. Basándonos

en la distinción entre procesos centrados interna o externamente, se podría decir que si la imitación promueve o sirve como una forma de entendimiento corporeizado de los estados mentales de otros, daría lugar a una mayor actividad en áreas mediales, pero en su lugar, la imitación está asociada con una red frontoparietal lateral coherente con la comprensión de la acción física centrada externamente, pero no con los procesos centrados internamente como la representación de estados mentales o la empatía. De hecho, la investigación sobre la imitación de expresiones faciales emocionales encuentra una menor actividad en la CPFDM durante la imitación que durante la observación (Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta & Lenzi, 2003), un hallazgo que sugiere que la imitación puede exigir una atención centrada externamente a las acciones, en lugar de ser indicadora de los estados internos de otra persona.

Es posible, sin embargo, que las neuronas espejo desempeñen un papel importante en la comunicación no verbal (es decir, gestos, expresiones faciales y postura; DePaulo, 1992). Hay evidencia de un "baile" no verbal recíproco y complejo que se produce durante la interacción de las personas que puede servir como base para sus juicios acerca de una interacción (Chartrand & Bargh, 1999). La dificultad para realizar esta conexión es que mientras una gran parte de la comunicación no verbal se produce sin esfuerzo consciente (Lieberman, 2000), los estudios de imágenes en humanos sobre neuronas espejo han examinado intenciones explícitas de observar e imitar una conducta única presentada focalmente. La conexión entre el funcionamiento de las neuronas espejo y la comunicación no verbal podría reforzarse si el sistema de neuronas espejo igualmente se activara por conductas enmarcadas en un escenario más amplio desplegado en el tiempo, mientras los participantes no están atendiendo a la conducta focal o se encuentren con carga cognitiva (Lieberman, 2007).

#### 3.2. Valoración reflejada y juicio de personas similares

Se cree que la valoración reflejada (es decir, "lo que creo que otra persona piensa de mí") es una fuente importante de autoconocimiento durante todo el desarrollo. Ochsner y colaboradores (2005) han examinado las bases cerebrales de las valoraciones reflejadas encontrando que se asocian a una mayor actividad en la extensión orbitaria de la CPFVL derecha, el lóbulo temporal medial (LTM) y la CPAM. Este patrón de activación es coherente con la idea de que la generación de valoraciones reflejadas es un proceso controlado.

En contraste a la valoración reflejada, que implica consultar nuestra teoría sobre la mente de otra persona

para entendernos a nosotros mismos, bajo ciertas condiciones, las personas pueden consultar sus teorías de sí mismos para comprender a otros individuos; existe evidencia de que esto ocurre cuando se piensa o se observa a un pariente o una persona similar. Cuando los individuos valoran los rasgos y estados psicológicos de sus madres (Ruby & Decety 2004), un amigo cercano (Ochsner et al., 2005) o alguien calificado como similar a ellos mismos (Mitchell, Banaji & Macrae, 2005), se producen activaciones significativas en la CPFM, la región típicamente encontrada en los procesos de autorreflexión (Gusnard, Akbudak, Shulman & Raichle, 2001). Mitchell y colaboradores (2005) también informaron de una interacción entre la actividad de la CPFDM y la CPFM en función de la similitud entre el participante y la persona objetivo, de manera que la actividad de la CPFDM disminuyó y la actividad de la CPFM aumentó mientras la similitud aumentaba. Esto sugiere que la similitud promueve la comprensión de la mente de los demás en términos de la teoría sobre uno mismo. Puede observarse que las activaciones en los procesos de valoración reflejada y juicio de personas similares coinciden con procesos controlados centrados internamente y de mayor complejidad.

### 3.3. Actitudes sociales: implícitas, explícitas, regulación y cambio de las mismas

Las actitudes se refieren a predisposiciones aprendidas para responder positiva o negativamente ante objetos sociales particulares, es decir, tipos de personas, instituciones sociales o situaciones (Aiken, 2003). Las actitudes tienen una función fundamental en la vida social ya que sirven para apoyar y definir la identidad social de una persona. Cuando una persona comparte sus actitudes con los demás, está proporcionando una guía sobre sus inclinaciones conductuales y una referencia sobre sus posibles reacciones ante diferentes situaciones. El trabajo de neuroimagen sobre actitudes se enfoca principalmente en la identificación de los correlatos cerebrales de las actitudes implícitas y explícitas (Lieberman, 2007).

Cuando las personas expresan actitudes explícitas hacia conceptos (Zyset, Huber, Ferstl & Von Cramon, 2002), nombres famosos (Cunningham, Johnson, Gatenby, Gore & Banaji, 2003), formas geométricas (Jacobsen, Schubotz, Hofel & Cramon, 2006) o pinturas (Vartanian & Goel, 2004), la activación tiende a aumentar en la red frontoparietal tanto medial como lateral, en comparación a los juicios no evaluativos hechos sobre los mismos estímulos. Esta red incluye la CPFM, la CPAM, la CPFVL y la CPAL. Estas regiones han sido asociadas con procesos controlados y son coherentes con la idea de que la expresión de actitudes

explícitas depende del procesamiento controlado. Adicionalmente, en un estudio de PER (Cunningham, Espinet, DeYoung, & Zelazo, 2005) se observó que las activaciones de la CPFL asociadas con actitudes explícitas aparecen al menos 400 ms después de la presentación del objeto, también implicando la CPFL en el procesamiento controlado de las actitudes.

Sin embargo, otros estudios han identificado regiones del cerebro asociadas con actitudes implícitas. En estos trabajos son presentados a los individuos objetos que movilizan actitudes negativas y positivas, como rostros de personas afro-americanas y caucásicas, a medida que realizan una tarea de distracción (definir el género de las mismas). Por lo general, se ha encontrado mayor activación en la amígdala frente a los objetos que movilizan actitudes negativas que ante los objetos que movilizan actitudes positivas (Cunningham et al., 2003; Hart et al., 2000; Wheeler & Fiske 2005). Phelps y colaboradores (2000) reconocieron que la activación de la amígdala de los estadounidenses caucásicos a caras afroamericanas se asocia a una medida implícita de las actitudes raciales, pero no a una medida de la actitud explícita. Lieberman, Hariri, Jarcho, Eisenberger y Bookheimer (2005) encontraron que los afroamericanos también muestran una mayor actividad de la amígdala ante rostros afroamericanos que ante rostros caucásicos, en consonancia con hallazgos anteriores que indican que los afroamericanos tienen actitudes implícitas negativas hacia los mismos, en contraste con su actitud explícita positiva hacia ellos (Nosek, Banaji & Greenwald, 2002). Cunningham, Raye y Johnson (2004) hallaron que la activación de la amígdala a los rostros afroamericanos era más intensa en estudios de RMf cuando el rostro objetivo se presentaba subliminalmente y la amígdala fue la única región cerebral que mostró este patrón de actividad. Aparte de la amígdala, la única región del cerebro que se asocia con actitudes implícitas es la CPFVM. Milne y Grafman (2001) realizaron un estudio de pacientes con daño en la CPFVM y observaron que en ellos no existen prejuicios implícitos de género.

La investigación en el área de actitudes sociales también está interesada en conocer cómo las personas pueden controlarlas. En una serie de trabajos de neuroimagen se combinó el estudio de la autorregulación intencional con el estudio de las actitudes raciales con el fin de comprender los mecanismos por los cuales las personas pueden controlar sus prejuicios. Parece que la CCAd puede estar implicada en la detección de que una actitud prepotente y no deseada está a punto de ser experimentada (Amodio et al., 2004), mientras que las

regiones de la CPFL tienden a estar implicadas en ejercer el control y la disminución de la actividad de la amígdala. Múltiples estudios han demostrado que el deseo de regular la expresión de una actitud particular se asocia con una mayor actividad en la CPFL derecha en presencia del objeto que moviliza una actitud y además la magnitud de la activación de la CPFL derecha mientras se regula un prejuicio se asocia con el grado en que las respuestas de la amígdala se ven disminuidas (Cunningham et al., 2004).

La autorregulación involuntaria de actitudes también se demostró en estudios de RMf. Simplemente fue suficiente categorizar a personas afroamericanas en términos de sus preferencias personales alimenticias en lugar de su pertenencia a grupos étnicos para revertir la respuesta de la amígdala en personas afroamericanas y caucásicas (Wheeler & Fiske, 2005). En otro estudio, cuando a los participantes se les indicó nominar el grupo étnico de personas en lugar de procesarlo perceptivamente, la verbalización fue suficiente para eliminar la sensibilidad de la amígdala a la raza, y esta reducción se asoció con aumentos de actividad en la CPFLV derecha (Lieberman et al., 2005). Estos estudios demuestran que la capacidad de regular los prejuicios puede tener base tanto en procesos controlados como automáticos.

La investigación sobre la disonancia cognitiva, otra área de investigación vinculada a las actitudes sociales, establece que cuando los individuos realizan un comportamiento o hacen una elección que entra en conflicto con una actitud previamente establecida, la actitud tiende a cambiar en la dirección en que se resuelve el conflicto con el comportamiento (Lieberman, 2007). Aparentemente, este proceso parece implicar una racionalización, mediante la cual los individuos estratégicamente cambian sus actitudes con el fin de evitar ser incoherentes. Sin embargo, el trabajo neuropsicológico realizado por Lieberman, Ochsner, Gilbert y Schacter (2001) demostró que éste no es siempre un proceso estratégico y consciente. En su estudio, pacientes con amnesia anterógrada, con daño neurológico que afectó el funcionamiento del LTM y que eran incapaces de formar nuevos recuerdos, fueron comparados con controles sanos en una tarea de disonancia. Los amnésicos no tuvieron recuerdo de haber realizado una conducta que entrara en conflicto con sus actitudes previas y por lo tanto no fue probable que hayan emprendido un cambio consciente y estratégico de actitudes. Sin embargo, los amnésicos cambiaron su actitud de la misma medida que los controles. Estos resultados sugieren que, en lugar de una racionalización consciente, la reducción de la

disonancia cognitiva a veces puede depender de procesos implícitos (Read, Vanman & Miller, 1997).

#### 3.4. *Conexión y rechazo social*

Se ha demostrado que el aislamiento social es un factor de riesgo que puede contribuir a un pobre rendimiento cognitivo y ejecutivo, una rápida debilitación cognitiva, aumento de cogniciones negativas y depresivas, alta sensibilidad a amenazas sociales y baja autoestima, entre otras dificultades (Cacioppo & Hawkley, 2009). Las consecuencias negativas del aislamiento hacen de la necesidad de conexión y la aceptación social importantes motivaciones que guían las interacciones humanas con pares, parejas románticas y familias. Los estudios de neuroimagen se han centrado principalmente en la actividad cerebral asociada con las respuestas a personas cercanas. En estos trabajos, a los individuos se les muestran imágenes de sus parejas románticas o su propio hijo junto a imágenes de control. Muy a menudo, cuando las personas observan a alguien que aman, muestran una mayor actividad en los ganglios basales (Aron et al., 2005). Otros estudios también encontraron que la red de áreas implicadas en la TDM (CPFDm, STSp, CTL) estuvieron menos activas durante la presentación de un ser querido que la de un control (Bartels & Zeki, 2004), sin embargo, otra investigación encontró un patrón de actividad opuesto (Leibenluft, Gobbi, Harrison, & Haxby, 2004). Estas diferencias pueden atribuirse al hecho de que en los estudios que muestran una disminución de la actividad en estas regiones, las imágenes fueron presentadas por 15 segundos, mientras que en el estudio que encontró un aumento en estas regiones, las imágenes fueron presentadas durante 1,5 segundos. Por lo tanto, puede haber diferencias en las respuestas inmediatas y a largo plazo ante la presentación de imágenes de seres queridos.

Los mamíferos, a diferencia de los reptiles, forman enlaces parentales a largo plazo con sus crías y la separación de los cuidadores generalmente termina con la muerte de los mamíferos jóvenes. La actividad de la CCAd se asocia con el estrés de perder conexiones sociales. Los primates con lesiones en esta región muestran una reducción en la frecuencia de las vocalizaciones de angustia (MacLean & Newman, 1988), mientras que la estimulación de esta región induce de forma espontánea vocalizaciones de angustia (Robinson, 1967). Además, los roedores hembras con la corteza cingulada lesionada no proveen el cuidado materno, resultando en una tasa de supervivencia del 12% de su descendencia en comparación a un 95% para la descendencia de los roedores con operación o lesión



simulada (Stamm, 1955).

En humanos, los estudios de neuroimagen sobre exclusión social han encontrado que las medidas de autoinforme de distrés social están fuertemente relacionadas con la actividad de la CCAd durante la exclusión, mientras que la CPFVL derecha se asoció de manera inversa a la actividad de la CCAd como a las medidas de auto-informe de distrés social. La ansiedad de separación también se relaciona con actividad en la CCAd (Gillath, Bunge, Shaver, Wendelken & Mikulincer, 2005). En un trabajo relacionado, el sonido de los llantos infantiles activó la CCAd (Lorberbaum et al., 2002) y la activación fue mayor para los padres que para otras personas (Seifritz et al., 2003). En un estudio sobre sufrimiento encontraron que la actividad en la CCAd junto a un número de regiones de la TDM (CPFDM, STSp, CTL), fue mayor cuando los individuos afligidos observaron las fotos de una persona recientemente fallecida en comparación con las imágenes de control (Gundel, O'Connor, Littrell, Fort & Lane, 2003).

Se cree que el dolor social en mamíferos puede haber evolucionado del sistema de dolor físico (Eisenberger & Lieberman 2004; MacDonald & Leary 2005), con la CCAd jugando un papel clave en la angustia emocional del dolor físico (Rainville, Duncan, Price, Carrier & Bushnell, 1997). La evidencia proviene, en parte, de datos de laboratorio donde sentirse socialmente rechazado aumenta la sensibilidad al dolor físico, mientras que el apoyo social reduce la sensibilidad al mismo (Brown, Sheffield, Leary & Robinson, 2003).

Durante un episodio de rechazo social escaneado mediante RMf se observó mayor actividad en la CCAd, la amígdala y la sustancia gris periacueductal (otro componente de la matriz del dolor; Peyron, Laurent & Garcia-Larrea, 2000) y estuvo también asociada a un mayor reporte de desconexión social día a día evaluado mediante la metodología de muestreo de experiencias (Lieberman, 2007). Finalmente, se ha propuesto un modelo para explicar cómo el estrés producto del rechazo social promueve un serie de cambios cognitivos, emocionales y biológicos que de manera integrada provocan depresión (Slavich, O'Donovan, Epel & Kemeny, 2010).

### 3.5. Toma de decisiones sociales, razonamiento social y moral, equidad y confianza en las interacciones

La investigación conductual demuestra que el rendimiento en tareas de razonamiento condicional es sustancialmente mejorado si las reglas que determinan las condiciones sobre las que se debe reflexionar son formuladas a partir de normas sociales reales y no de

contenido abstracto (Cheng & Holyoak, 1985). Los estudios de neuroimagen han encontrado mayor actividad en las áreas frontoparietales laterales durante el razonamiento condicional social que durante el razonamiento condicional abstracto (Fiddick, Spampinato & Grafman, 2005), encontrándose también una mayor actividad en la CPFDM durante razonamiento social (Fiddick et al., 2005). Es importante señalar que las normas sociales utilizadas en estas tareas no requieren atribución de estados mentales, y por lo tanto el predominio de la actividad frontoparietal lateral es coherente con los procesos centrados externamente descritos en esta revisión.

Al estudio del razonamiento moral se le ha prestado mayor atención. El hallazgo más común entre estos estudios es que el razonamiento moral activa en mayor medida la CPFM que durante las tareas de control correspondientes, también se ha encontrado una mayor activación en el STSp y los polos temporales (Heekeren, Wartenburger, Schmidt, Schwintowski & Villringer, 2003). En el primer estudio de neuroimagen sobre razonamiento moral, Greene, Sommerville, Nystrom, Darley y Cohen (2001) compararon el razonamiento moral personal e impersonal. En la condición personal, los individuos fueron inducidos a centrarse en su implicación personal en el logro de un resultado útil pero desagradable; en la condición impersonal, los individuos fueron inducidos a centrarse principalmente en la utilidad del resultado. En la condición personal, la red frontoparietal medial junto con la CPAL se activó en mayor grado que en la condición impersonal, en consonancia con la idea de que la condición personal promueve a la autorreflexión sobre las consecuencias de implicarse uno mismo en los resultados. La condición impersonal, por el contrario, dio lugar a una mayor actividad en las regiones frontoparietales laterales, en consonancia con los procesos centrados externamente. Un estudio (Mendez, Anderson & Shapira, 2005) de pacientes con daño en la CPFM confirmó estos resultados: Las personas estaban imposibilitadas para hacer juicios morales personales, pero no juicios morales impersonales.

Finalmente, se han encontrado diferencias de género en las áreas implicadas en el razonamiento moral; los hombres presentan una mayor actividad de la CPAL inferior y las mujeres en la ínsula y la corteza cingulada posterior, indicando que a diferencia de los hombres, las mujeres pueden implicarse empáticamente en sus juicios morales (Harenski, Antonenko, Shane & Kiehl, 2008).

Una nueva área de investigación, la neuroeconomía (Camerer, Loewenstein, & Prelec, 2005), combina el

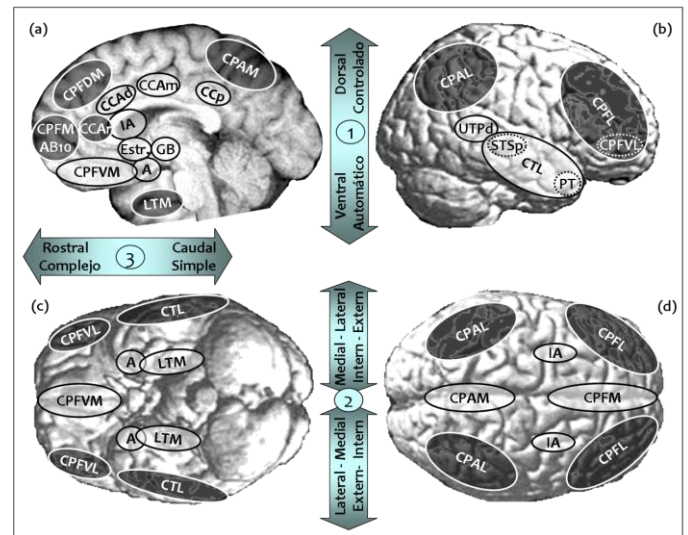
estudio de la conducta económica y la neurociencia cognitiva. Los estudios que involucran el intercambio económico con la dinámica social son particularmente pertinentes a la NSCA. Estos estudios utilizan paradigmas como el juego del ultimátum (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003), el dilema del prisionero (Rilling et al., 2002), y el juego de la confianza (de Quervain et al., 2004) con el fin de examinar las respuestas cerebrales relacionadas a la cooperación, la competencia, la equidad y la confianza. En estos estudios, la cooperación, la confianza y el juego limpio suelen activar la CPFVM, la CPFM y la CPAM (Rilling et al., 2002), mientras que las respuestas desleales y poco fiables activan la ínsula (Sanfey et al., 2003), el caudado en los ganglios basales (de Quervain et al., 2004) o la CPFDM (Decety et al., 2004). El hallazgo de que la cooperación, en relación a la competencia, promueve la actividad en la CPFM en lugar de la CPFDM es coherente con el trabajo previamente descrito por Mitchell y colaboradores (2005), de manera que la cooperación puede estar asociada con la visión de los demás jugadores como más similares a uno mismo (Decety et al., 2004), de hecho, la cooperación ha sido estudiada como una técnica para superar las diferencias entre grupos y fomentar un sentimiento de identidad compartida (Sherif, Harvey, White, Hood & Sherif, 1961).

A través de estos estudios, la equidad en el proceso de toma de decisiones a menudo ha sido confundida con el valor material de los resultados. Es decir, las respuestas justas de un compañero están típicamente asociadas con mejores resultados financieros para el sujeto. En otra investigación se manipularon las ganancias materiales y la equidad en la conducta de la pareja de forma independiente. Después de controlar las ganancias materiales, la equidad sigue activando las regiones relacionadas a la motivación y recompensa, incluyendo la CPFVM, el estriado ventral en los ganglios basales y la amígdala, lo que sugiere que la equidad está valorada hedónicamente en las interacciones sociales (Lieberman, 2007).

**4. Un marco integrador para los procesos implicados en la comprensión e interacción social**

Los procesos estudiados por la NSCA, en particular los implicados en el conocimiento e interacción con otras personas, pueden ser entendidos en función de cómo están distribuidos a lo largo de los ejes en el cerebro (Ver Figura 1). Si bien existen revisiones previas que han formulado modelos anatómicos funcionales tratando de capturar la amplia gama de los fenómenos cognitivos y socio-emocionales, a menudo

lo han hecho a lo largo de dos dimensiones (Amodio & Frith, 2006; Lieberman, 2007). El presente marco debe ser visto como complementario de los anteriores y concuerda con trabajos donde los procesos son entendidos dentro de tres dimensiones de organización anatómica y funcional (Olsson & Ochsner, 2008).



**Nota:** En la cara medial (a) tanto como lateral (b) se destacan a las áreas que sustentan los procesos automáticos (óvalos blancos) en las regiones principalmente ventrales, y los controlados (óvalos negros) en las regiones principalmente dorsales (1). En la cara ventral (c) y dorsal (d) se observa a los procesos centrados internamente (óvalos blancos) en áreas mediales y los procesos centrados externamente (óvalos negros) en áreas laterales (2). Finalmente, puede distinguirse en la cara medial (a) y ventral (c) que las regiones caudales son la base del procesamiento de aspectos sensoriales de primer orden, mientras que las regiones anteriores son la base del procesamiento y representación de información más compleja (3). Los óvalos son una aproximación simplificada de cada área y no indican la localización o extensión exacta de las mismas. Los ganglios basales, la amígdala y la ínsula anterior son regiones no visibles que han sido señaladas en la superficie para una más fácil presentación. Ver abreviaturas en Tabla 1.

**Figura 1.** Esquema de organización funcional y anatómica de los procesos revisados

La primera dimensión se corresponde al eje ventral-dorsal. A medida que el procesamiento se mueve de las regiones ventrales a las dorsales, los procesos se vuelven menos automáticos, permitiendo a las personas hacer juicios explícitos y ser conscientes de las situaciones sociales y emocionales. Hasta el momento, esta división es quizás la más especulativa y representa un intento de distinguir a la amígdala, el estriado, la CPFVM y la CTL, las cuales son la base de los procesos automáticos, de la CPFL, la CPAL, la CPFM, la CPAM y el LTM, los cuales son la base de los procesos controlados. La imagen que surge es consistente con trabajos previos sobre los sistemas neuronales que dan soporte a la cognición social refleja y reflexiva (sistema X y sistema Y; Satpute & Lieberman 2006) y los procesos controlados que están

implicados en la regulación socio-afectiva son coherentes con el concepto de control coactivo o voluntario (i.e., “effortful control”, Rothbart & Rueda, 2005). No existen suficientes estudios sobre cognición social automática y controlada que hayan implicado a los ganglios basales o la CCA rostral para permitir una evaluación precisa. Además, los estudios con respecto a la contribución de la CCA son variados. Basándonos en los resultados existentes, la CCA podría estar implicada en el procesamiento controlado o responder automáticamente a conflictos en relación a objetivos y luego, como resultado, desencadenar otros procesos controlados. Cualquiera de las alternativas produce actividad en la CCA durante tareas que implican procesos controlados en respuesta a conflictos. Aunque estos resultados deben considerarse preliminares, sugieren que las diferencias entre los procesos automáticos y controlados pueden constituir una distinción básica en el estudio de la NSCA. Dada la importancia que ha tenido en los últimos 20 años en el campo de la cognición social (Chaiken & Trope 1999, Wegner & Bargh 1998), resulta valioso identificar las regiones cerebrales que apoyan esta diferenciación en los procesos.

La segunda dimensión se corresponde con el eje medial-lateral. Las regiones mediales se encuentran interconectadas con los centros viscerales y emocionales, tales como la amígdala, la ínsula y el estriado, y son importantes para la representación de estados mentales internos de otras personas y de uno mismo. Esta red frontoparietal medial resulta más activa por las tareas que focalizan la atención en el interior, en las características mentales, emocionales y experienciales de otras personas y de uno mismo, tales como la mentalización de la teoría de la mente, la atribución de disposiciones, la empatía, la comprensión de emociones, el razonamiento moral personalizado, entre otros. Por su parte las regiones laterales, que están interconectadas con los centros viso-espaciales, procesan preferentemente información proveniente de entradas externas. Esta red frontotemporoparietal lateral resulta más activa por tareas cognitivo-sociales que focalizan la atención a las características externas, físicas y visuales de otras personas, uno mismo, o la interacción de ambos, tales como las tareas que no implican mentalización de teoría de la mente, la atribución de disposiciones asociadas a aspectos externos, la observación y la imitación de la acción, el razonamiento moral y social impersonal, entre otros. A diferencia de los procesos automáticos y controlados, la distinción entre la cognición social centrada interna y externamente no tiene un claro precursor teórico en la

psicología social, siendo este un hallazgo que surgió de la investigación en NSCA (Lieberman, 2007; Ochsner et al., 2004).

La tercera dimensión se corresponde al eje rostro-caudal y está vinculado al grado de complejidad de la información procesada y de las representaciones generadas. Las regiones posteriores proveen el sustrato perceptual de primer orden de los procesos socio-emocionales que pueden ser re-representados en las áreas anteriores con una complejidad mayor. A lo largo de la IA, las regiones mediales posteriores como la CCA representan la información del estado del cuerpo la cual incrementa la complejidad a medida que es procesada por el polo frontal y el AB 10 (Amodio & Frith, 2006) la cual tiene un rol clave en la integración de la información del estado interno del cuerpo con procesos mentales de nivel superior necesarios para categorizar los estados socio-emocionales. Esto se observa en la TDM y la empatía donde en las áreas posteriores se produce el procesamiento de aspectos sensoriales más simples y en las áreas anteriores se presenta un incremento en la complejidad de las representaciones generadas. Esta dimensión concuerda con modelos jerárquicos de organización rostro-caudal desarrollados recientemente (Badre, 2008; Koechlin & Summerfield, 2007) donde se entiende que los lóbulos frontales siguen un patrón de evolución cortical progresivo que ha permitido un procesamiento más complejo y representaciones más abstractas a medida que se avanza hacia la región fronto-polar.

## 5. Discusión

El presente trabajo tiene como objetivo proveer de un marco integrador de los procesos básicos estudiados por la NSCA para la comprensión e interacción social que pueda ser de utilidad para investigadores y clínicos que se inicien en el estudio de los mecanismos implicados en la conducta y cognición social. Si bien son examinados los principales hallazgos en el área, se destaca también cuánto aún falta por ser esclarecido. Dada la temprana etapa de investigación en la que se encuentra esta disciplina, las distinciones funcionales propuestas entre las regiones ventrales-dorsales, mediales-laterales y rostro-caudales son por necesidad altamente simplificadas, poseen un fin heurístico y se considera que la investigación futura será crucial para una mayor especificación las mismas.

En este sentido, numerosos trabajos en NSCA están basados en el estudio de cómo una persona promedio responde ante estímulos sociales estáticos, pero proveen poca información de cómo otras variables pueden influir en los procesos de comprensión, aprendizaje y

regulación durante una interacción social en tiempo real, en la cual las claves sociales se presentan de manera multimodal, dinámica y enmarcadas en un contexto. Por ello, es relevante el desarrollo de métodos o aproximaciones que permitan evaluar con mayor validez ecológica (Marino, 2010) a los procesos sociales, tales como los nuevos paradigmas de la cognición social naturalista (Zaki & Ochsner, 2009).

Otro aspecto de relevancia es poder conocer cómo los diferentes procesos trabajan juntos durante una tarea social. Por ejemplo, los procesos más simples pueden ser complementados por los más complejos o los procesos automáticos ser regulados por procesos controlados; por ello el estudio de las conexiones funcionales entre las áreas cerebrales que sustentan tales procesos resulta de importancia. Una metodología útil para estos fines es el análisis de interacciones psicofisiológicas (Friston et al., 1997) que permite establecer cómo se relacionan las diferentes áreas cerebrales donde se asientan los procesos durante una tarea específica (Berkman, Burklund & Lieberman, 2009).

Por otra parte, las comparaciones con modelos animales han permitido comprender qué procesos comparten o cuáles son únicos para cada especie, pero presentan limitaciones. Si bien, existen áreas en que las homologías entre especies son fuertes, principalmente en procesos simples como el aprendizaje del miedo por observación, en otras áreas como la TDM resulta complicado realizar comparaciones debido a que los seres humanos son capaces de atribuciones mentales complejas que pueden ser difíciles de capturar por modelos animales (Call & Tomasello, 2008). Por ello el estudio con estos modelos puede reducirse a la exploración de los procesos sociales más básicos que son compartidos por otros mamíferos sociales.

Finalmente, los hallazgos de la NSCA pueden extenderse al estudio de numerosos trastornos psicológicos que se caracterizan por deterioros en la capacidad de comprensión e interacción social, tales como la esquizofrenia, el autismo, la fobia social, los trastornos de la personalidad, entre otros. El estudio de posibles déficits en los sistemas cerebrales que soportan los procesos socio-emocionales puede ser crucial para la comprensión en profundidad sobre la etiología y tratamiento de los mismos.

## Referencias

- Aiken, A. (2003). *Tests psicológicos y evaluación*. México: Prentice Hall.
- Allison T., Puce A. & McCarthy G. (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends in Cognitive Science*, 4, 67-78.
- Amodio D.M., Harmon-Jones E., Devine P.G., Curtin J.J., Hartley S.L. & Covert A.E. (2004). Neural signals for the detection of unintentional race bias. *Psychological Science*, 15, 88-93.
- Amodio, D.M. & Frith, C.D. (2006) Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 7, 268-277
- Aron A., Fisher H., Mashek D.J., Strong G., Li H. & Brown L.L. (2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *J. Neurophysiology*, 94, 327-337.
- Badre, D. (2008). Cognitive control, hierarchy, and the rostro-caudal axis of the prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Science*, 12, 193-200.
- Bandura, A. (1977) *Social Learning Theory*. General Learning Press
- Baron-Cohen, S., Ring, H., Moriarty, J., Shmitz, P., Costa, D. & Ell, P., (1994). Recognition of mental state terms: a clinical study of autism, and a functional imaging study of normal adults. *British Journal of Psychiatry*, 165, 640-649.
- Bartels, A. & Zeki S. (2004). The neural basis of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21, 1156-1166.
- Batson, C.D. (1991). *The Altruism Question: Toward a Social-Psychological Answer*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Batson, C.D., Thompson, E.R. & Chen, H. (2002) Moral hypocrisy: addressing some alternatives. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83, 330-339.
- Berkman, E.T., Burklund, L. & Lieberman, M.D. (2009) Inhibitory spillover: Intentional motor inhibition produces incidental limbic inhibition via right inferior frontal cortex. *Neuroimage*, 47, 705-712.
- Botvinick M., Jha A.P., Bylsma L.M., Fabian S.A., Solomon P.E. & Prkachin K.M. (2005). Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain. *Neuroimage*, 25, 312-319.
- Brown J.L., Sheffield D., Leary M.R. & Robinson M.E. (2003). Social support and experimental pain. *Psychosomatic Medicine*, 65, 276-283.
- Cacioppo J.T. & Hawkey L.C. (2009) Perceived social isolation and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 447-454.
- Call J. & Tomasello M. (2008). Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Sciences* 12, 187-192.
- Camerer C., Loewenstein G. & Prelec D. (2005). Neuroeconomics: how neuroscience can inform economics. *J. Econ. Lit.*, 43, 9-64.
- Carlson S.M. & Moses L.J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72, 1032-1053.
- Carr L., Iacoboni M., Dubeau M.C., Mazziotta J.C. & Lenzi G.L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: a relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 5497-5502.

- Chaiken S. & Trope Y., (1999). *Dual-Process Theories in Social Psychology*. New York: Guilford
- Chartrand T.L. & Bargh J.A. (1999). The chameleon effect: the perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personal and Social Psychology*, 76, 893-910.
- Cheng P.W. & Holyoak K.J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Craig, A.D. (2002) How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nat. Rev. Neurosci.* 3, 655-666.
- Cunningham W.A., Espinet S.D., DeYoung C.G. & Zelazo P.D. (2005). Attitudes to the right- and left: frontal ERP asymmetries associated with stimulus valence and processing goals. *Neuroimage*, 28, 827-834.
- Cunningham W.A., Johnson M.K., Gatenby J.C., Gore J.C. & Banaji M.R. (2003). Neural components of social evaluation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 639-649.
- Cunningham W.A., Raye C.L. & Johnson M.K. (2004). Implicit and explicit evaluation: fMRI correlates of valence, emotional intensity, and control in the processing of attitudes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1717-1729.
- De Quervain, D.J., Fischbacher, U., Treyer, V., Schellhammer, M., Schnyder, U., Buck, A. & Fehr, E., (2004). The neural basis of altruistic punishment. *Science* 305, 1254-1258.
- Decety J., Jackson P.L., Sommerville J.A., Chaminade T. & Meltzoff A.N. (2004). The neural basis of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Neuron*, 23, 744-751.
- Den Ouden H.E., Frith U., Frith C. & Blakemore S.J. (2005). Thinking about intentions. *Neuroimage*, 28, 787-796.
- DePaulo B.M. (1992). Nonverbal behavior and self-presentation. *Psychological Bulletin*, 111, 203-243.
- Derntl B., Finkelmeyer A., Eickhoff S., Kellermann T., Falkenberg D.I., Schneider F. & Habel U., (2010). Multidimensional assessment of empathic abilities: Neural correlates and gender differences. *Psychoneuroendocrinology*, 35, 67-82.
- Di Pellegrino G., Fadiga L., Fogassi L., Gallese V. & Rizzolatti G. (1992). Understanding motor events: a neurophysiology study. *Experimental Brain Research*, 91, 176-180.
- Dunbar R.I.M. (1998). The social brain hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 6, 178-190.
- Eisenberger N.I. & Lieberman M.D. (2004). Why rejection hurts: a common neural alarm system for physical and social pain. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 294-300.
- Eisenberger, N.I., Lieberman M.D. & Williams K.D. (2003) Does rejection hurt? An FMRI study of social exclusion. *Science* 302, 290-292.
- Farrow T.F., Zheng Y., Wilkinson I.D., Spence S.A., Deakin J.F., Tarrar N., Griffiths P.D. & Woodruff P.W. (2001). Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness. *Neuroreport*, 12, 2849-2853.
- Fiddick L., Spampinato M.V. & Grafman J. (2005). Social contracts and precautions activate different neurological systems: an fMRI investigation of deontic reasoning. *Neuroimage*, 28, 778-786.
- Friston, K.J., Buechel, C., Fink, G.R., Morris, J., Rolls, E. & Dolan, R.J., (1997). Psychophysiological and modulatory interactions in neuroimaging. *Neuroimage* 6, 218-229.
- Frith U. & Frith C.D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, 358, 459-473.
- Gilbert D.T. & Malone P.S. (1995). The correspondence bias. *Psychological Bulletin*, 117, 21-38.
- Gilbert S.J., Spengler S., Simons J.S., Steele J.D., Lawrie S.M., Frith C.D. & Burgess P.W., (2006). Functional specialization within rostral prefrontal cortex (area 10): a meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 932-948.
- Gillath O., Bunge S.A., Shaver P.R., Wendelken C. & Mikulincer M. (2005). Attachment-style differences in the ability to suppress negative thoughts: exploring the neural correlates. *Neuroimage*, 28, 835-847.
- Greene J.D., Sommerville R.B., Nystrom L.E., Darley J.M. & Cohen J.D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293, 2105-2108.
- Gundel H., O'Connor M.F., Littrell L., Fort C. & Lane R.D. (2003). Functional neuroanatomy of grief: an FMRI study. *Am. J. Psychiatry*, 160, 1946-1953.
- Gusnard D.A., Akbudak E., Shulman G.L. & Raichle M.E. (2001). Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation of a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 4259-4264.
- Harenski C.L., Antonenko O., Shane M.S. & Kiehl K.A. (2008) Gender differences in neural mechanisms underlying moral sensitivity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3, 313-321.
- Harris L.T., Todorov A., & Fiske S.T. (2005). Attributions on the brain: neuro-imaging dispositional inferences, beyond theory of mind. *Neuroimage*, 28, 763-769.
- Hart, A.J., Whalen, P.J., Shin, L.M., McInerney, S.C., Fischer, H. & Rauch, S.L. (2000). Differential response in the human amygdala to racial outgroup vs. ingroup face stimuli. *NeuroReport*, 11, 2351-2355.
- Heekeren H.R., Wartenburger I., Schmidt H., Schwintowski H.P. & Villringer A. (2003). An fMRI study of simple ethical decision-making. *Neuroreport*, 14, 1215-1219.
- Iacoboni M., Woods R.P., Brass M., Bekkering H., Mazziotta J.C. & Rizzolatti G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286, 2526-2528.
- Jacobsen T., Schubotz R.I., Hofel L. & Cramon D.Y. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *Neuroimage*, 29, 276-285.
- Kelley W.M., Macrae, C.N., Wyland, C.L., Caglar, S., Inati, S. & Heatherton, T.F. (2002). Finding the self? An event-related fMRI study. *Journal of Cognitive*

- Neuroscience*, 14, 785-794.
- Koechlin, E. & Summerfield, C. (2007). An information theoretical approach to prefrontal executive function, *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 229-235.
- Lamm, C., Batson, C.D. & Decety, J. (2007). The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 42-58.
- Lanzetta, J.T. & Englis, B.G. (1989) Expectations of cooperation and competition and their effects on observers' vicarious emotional responses. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 543-554
- LeDoux, J.E. (2000) Emotion circuits in the brain. *Annu. Rev. Neurosci.* 23, 155-184.
- Leibenluft E., Gobbin M.I., Harrison T. & Haxby J.V. (2004). Mothers' neural activation in response to pictures of their children and other children. *Biol. Psychiatry*, 56, 225-232.
- Lieberman M.D., Hariri A., Jarcho J.M., Eisenberger N.I. & Bookheimer S.Y. (2005). An fMRI investigation of race-related amygdala activity in African-American and Caucasian-American individuals. *Natural Neuroscience*, 8, 720-722.
- Lieberman M.D., Ochsner K.N., Gilbert D.T. & Schacter D.L. (2001). Do amnesics exhibit cognitive dissonance reduction? The role of explicit memory and attention in attitude change. *Psychol. Sci.*, 12, 135-140.
- Lieberman M.D. (2000). Intuition: a social cognitive neuroscience approach. *Psychological Bulletin*, 126, 109-137.
- Lieberman, M.D. (2005). Principles, processes, and puzzles of social cognition: an introduction for the special issue on social cognitive neuroscience. *Neuroimage*, 28, 745-756.
- Lieberman, M.D. (2007) Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes. *Annual Review of Psychology*, 58, 259-289.
- Lorberbaum J.P., Newman J.D., Horwitz A.R., Dubno J.R., Lydiard R.B., Hamner M.B., Bohning D.E. & George M.S. (2002). A potential role for thalamocingulate circuitry in human maternal behavior. *Biol. Psychiatry*, 51, 431-445.
- MacDonald G. & Leary M.R. (2005). Why does social exclusion hurt? The relationship between social and physical pain. *Psychological Bulletin*, 131, 202-223.
- MacLean P.D. & Newman J.D. (1988). Role of midline frontolimbic cortex in production of the isolation call of squirrel monkeys. *Brain Research*, 450, 111-123.
- Mason M.F., Banfield J.F. & Macrae C.N. (2004). Thinking about actions: the neural substrates of person knowledge. *Cerebral Cortex*, 14, 209-214.
- Mathur V.A., Harada T., Lipke T. & Chiao J.Y., (2010) Neural basis of extraordinary empathy and altruistic motivation. *NeuroImage*, 51, 1468-1475.
- Marino D. J.C., (2010) Actualización en Tests Neuropsicológicos de Funciones Ejecutivas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2, 34-45.
- Mendez M.F., Anderson E. & Shapira J.S. (2005). An investigation of moral judgement in frontotemporal dementia. *Cogn. Behav. Neurol.*, 18, 193-208.
- Milne E. & Grafman J. (2001). Ventromedial prefrontal cortex lesions in humans eliminate implicit gender stereotyping. *J. Neurosci.*, 21, RC150.
- Mineka, S. & Cook, M. (1993) Mechanisms involved in the observational conditioning of fear. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 23-38.
- Mitchell J.P., Banaji M.R. & Macrae C.N. (2005). The link between social cognition and self-referential thought in the medial prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1306-1315.
- Mitchell J.P., Macrae C.N. & Banaji M.R. (2004). Encoding-specific effects of social cognition on the neural correlates of subsequent memory. *Journal of Neuroscience*, 26, 4912-4917.
- Nosek B.A., Banaji M.R. & Greenwald A.G. (2002). Harvesting implicit group attitudes and beliefs from a demonstration web site. *Group Dyn.*, 6, 101-115.
- Ochsner K.N. (2004). Current directions in social cognitive neuroscience. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 254-258
- Ochsner K.N. & Lieberman M.D. (2001). The emergence of social cognitive neuroscience. *American Psychologist*, 56, 717-734
- Ochsner K.N., Beer J.S., Robertson E.R., Cooper J.C., Gabrieli J.D., Kiehl J.F. & D'Esposito M. (2005). The neural correlates of direct and reflected self-knowledge. *Neuroimage*, 28, 797-814
- Ochsner, K.N., Knierim, K., Ludlow, D., Hanelin, J., Ramachandran, T. & Mackey, S. (2004). Reflecting upon feelings: An fMRI study of neural systems supporting the attribution of emotion to self and other. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1746-1772.
- Olsson A. & Ochsner K.N. (2008). The role of social cognition in emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 65-71.
- Olsson, A. & Phelps, E.A. (2007) Social learning of fear. *Natural Neuroscience*, 10, 1095-1102.
- Olsson, A., Nearing, K. I. & Phelps, E. A. (2007). Learning Fears by Observing Others: The Neural Systems of Social Fear Transmission. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 3-11.
- Perner J. & Wimmer H. (1985). "John thinks that Mary thinks that...": attribution of second-order beliefs by 5- to 10-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, 437-71.
- Peyron R., Laurent B. & Garcia-Larrea L. (2000). Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis. *Neurophysiol. Clin.*, 30, 263-288.
- Phelps, E.A., O'Connor, K.J., Cunningham, W.A., Funayama, E.S., Gatenby, J.C., Gore, J.C. & Banaji, M. (2000). Performance on indirect measures of race evaluation predicts amygdala activation. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12, 729-738.
- Pronin E., Gilovich T. & Ross L. (2004). Objectivity in the

- eye of the beholder: divergent perceptions of bias in self versus others. *Psychological Review*, 111, 781-799.
- Rainville P., Duncan G.H., Price D.D., Carrier B. & Bushnell M.C. (1997). Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex. *Science*, 277, 968-971.
- Read S.J., Vanman E.J. & Miller L.C. (1997). Connectionism, parallel constraint satisfaction processes, and gestalt principles: (re)introducing cognitive dynamics to social psychology. *Personal. Soc. Psychol. Rev.*, 1, 26-53.
- Rilling J.K., Gutman D.A., Zeh T.R., Pagnoni G., Berns G.S. & Kilts C.D. (2002). A neural basis for social cooperation. *Neuron*, 35, 395-405.
- Robinson B.W. (1967). Vocalization evoked from forebrain in Macaca mulatta. *Physiol. Behav.*, 2, 345-354.
- Rothbart, M. K. & Rueda, M. R. (2005). The development of effortful control. In U. Mayr, E. Awh, & S. Keele (Eds.), *Developing individuality in the human brain: A tribute to Michael I. Posner* (pp. 167-188). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Ruby P. & Decety J. (2004). How would you feel versus how do you think she would feel? A neuroimaging study of perspective-taking with social emotions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 988-999
- Samson D., Apperly I.A., Kathirgamanathan U. & Humphreys G.W. (2005). Seeing it my way: a case of selective deficit in inhibiting self-perspective. *Brain*, 128, 1102-1111.
- Sanfey A.G., Rilling J.K., Aronson J.A., Nystrom L.E. & Cohen J.D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the Ultimatum Game. *Science*, 300, 1755-1758.
- Satpute A.B. & Lieberman M.D. (2006). Integrating automatic and controlled processing into neurocognitive models of social cognition. *Brain Research*, 1079, 86-97.
- Saxe R., Carey S. & Kanwisher N. (2004). Understanding other minds: linking developmental psychology and functional neuroimaging. *Annu. Rev. Psychol.*, 55, 87-124.
- Seifritz E., Esposito F., Neuhoff J.G., Lüthi A., Mustovic H., Dammann G., von Bardeleben U., Radue E.W., Cirillo S., Tedeschi G. & Di Salle F. (2003). Differential sex-independent amygdala response to infant crying and laughing in parents versus nonparents. *Biol. Psychiatry*, 54, 1367-1375.
- Shamay-Tsoory S.G., Tomer R, Berger B.D. & Aharon-Peretz J. (2003). Characterization of empathy deficits following prefrontal brain damage: the role of the right ventromedial prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 324-327.
- Sherif M., Harvey O.J., White B.J., Hood W.R. & Sherif C.W. (1961). *Intergroup Conflict and Cooperation: The Robber's Cave Experiment*. Norman: Univ. Oklahoma Press
- Singer T., Seymour B., O'Doherty J., Kaube H., Dolan R.J. & Frith C.D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303, 1157-1162.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J.P., Stephan, K.E., Dolan, R.J. & Frith, C.D. (2006) Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439, 466-469.
- Slavich G.M., O'Donovan A., Epel S.E. & Kemeny M.E. (en prensa) Black sheep get the blues: A psychobiological model of social rejection and depression. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.
- Stamm J.S. (1955). The function of the medial cerebral cortex in maternal behavior of rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 47, 21-27.
- Sugiura M., Kawashima R., Nakamura K., Sato N., Nakamura A., Kato T., Hatano K., Schormann T., Zilles K., Sato K., Ito K. & Fukuda H. (2001). Activation reduction in anterior temporal cortices during repeated recognition of faces of personal acquaintances. *Neuroimage*, 13, 877-890.
- Vartanian O. & Goel V. (2004). Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. *Neuroreport*, 15, 893-897.
- Vogeley K., Bussfeld P., Newen A., Herrmann S., Happé F., Falkai P., Maier W., Shah N.J., Fink G.R., & Zilles K. (2001). Mind reading: neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *Neuroimage*, 14, 170-181
- Wegner D.M. & Bargh J.A. (1998). Control and automaticity in social life. En Editores DT Gilbert, ST Fiske, G Lindzey(Eds.), *The Handbook of Social Psychology*, (pp. 446-496). New York: McGraw-Hill
- Wheeler M.E. & Fiske S.T. (2005). Controlling racial prejudice: social-cognitive goals affect amygdala and stereotype activation. *Psychol. Sci.*, 16, 56-63.
- Wicker B., Keysers C., Plailly J., Royet J., Gallese V. & Rizzolatti G. (2003). Both of us disgusted in my insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40, 655-664.
- Woodward A.L. (1998). Infants selectively encode the goal object of an actor's reach. *Cognition*, 69, 1-34.
- Zaki J., & Ochsner K.N. (2009). The Need for a Cognitive Neuroscience of Naturalistic Social Cognition. *Ann. New York Academy of Sciences*, 1167, 16-30.
- Zaki J., Ochsner K.N., Hanelin J., Wager T.D. & Mackey S.C. (2007) Different circuits for different pain: patterns of functional connectivity reveal distinct networks for processing pain in self and others. *Social Neuroscience*, 2, 276-291.
- Zysset S., Huber O., Ferstl E. & Von Cramon D.Y. (2002). The anterior frontomedial cortex and evaluative judgment: an fMRI study. *Neuroimage*, 15, 983-991.