Cognición Social: Conceptos y Bases Neurales.

Social Cognition: Concepts and Neural Bases.

Tomás Labbé Atenas^{1,2}, Ethel Ciampi Diaz³, Javiera Venegas Bustos⁴,
Reinaldo Uribe San Martín³, Claudia Cárcamo Rodríguez^{1,3}

The growing interest in the mechanisms determining the social functioning of human beings has raised the challenge of obtaining an accurate concept of social cognition and its related mechanisms, because several neurologic and psychiatric diseases exhibit related impairments since earliest stages. Social Cognition is defined as the integration of mental processes allowing the interaction among subjects and it includes phenomena as Social Perception, Theory of Mind and Empathy (or the affective response to the mental state of other people). In this article, as the primary aim, we expose the main concepts and neural basis in order to make easier the first approach for those who are looking for an application in the research with clinical populations.

Key words: Social Cognition, Theory of Mind, Social Perception, Empathy, Socialization, Cognition.

Rev Chil Neuro-Psiquiat 2019; 57 (4): 365-376

Introducción

Distintas habilidades cognitivas se han relacionado al exitoso desarrollo de la interacción social. Este fenómeno se explica por la existencia de mecanismos para seleccionar elementos ambientales que requieren de ciertas reacciones de los sujetos involucrados⁽¹⁾. Ambas nociones dan cuenta de la

existencia de componentes tanto cognitivos como conductuales de la interacción social. Incluso considerando que la cognición social y la conducta social han estado presentes en eventos relevantes de la historia de la neurología, como el caso de Phineas Gage, su importancia como una fuente independiente de deterioro cognitivo se ha relegado a niveles de atención comparativamente menores.

Aceptado: 07/01/2020

Recibido: 26/06/2019

Los Autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

¹ Centro Interdisciplinario de Neurociencia, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

² Escuela de Medicina, Facultad de Medicina y Ciencia, Universidad San Sebastian, Lota 2465, Providencia, Santiago, 7510157, Chile

³ Departamento de Neurología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

⁴ Residente de Psiquiatría, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile

La importancia de la valoración clínica de la cognición social ha sido recientemente reconocida mediante su inclusión en el Manual Diagnóstico y Estadístico de las Enfermedades Mentales (DSM-V, por sus siglas en inglés) donde este dominio es considerado como uno de los seis dominios neurocognitivos fundamentales ^(2,3). Este énfasis emerge de la experiencia en patologías ampliamente estudiadas. Por ejemplo, pacientes con esquizofrenia se excluyen sostenidamente de las actividades de relevancia social, como el trabajo y la interacción con la familia y los amigos ⁽⁴⁾. Lo anterior ha sido atribuido a un impedimento en la identificación de la inconveniencia de las propias acciones en un entorno social determinado o a una falla en la capacidad de atribuir adecuadamente intencionalidad a los sujetos con los que se interactúa. Estas habilidades están directamente relacionadas con la atrofia de la sustancia gris que corresponde a un fenómeno propio de la anatomía patológica de la enfermedad ⁽⁵⁻⁹⁾. Este ejemplo provee una idea inicial de la interacción y dependencia entre los procesos cognitivos externa o internamente orientados.

Por otro lado, el compromiso del rendimiento social responde a un evento central en la patogenia y clínica del Trastorno del Espectro Autista. Su definición considera la presencia de un déficit persistente en la interacción social, comunicación y reciprocidad emocional, generando importantes dificultades en el desempeño social y laboral ⁽²⁾. La evidencia disponible sugiere que existiría un desacoplamiento entre distintas regiones cerebrales durante el desarrollo ⁽¹⁰⁾. Esto explicaría por qué los pacientes muestran menor rendimiento en pruebas de empatía ⁽¹¹⁾, elemento clínico relevante con estrecha correlación con el compromiso funcional de las redes neuronales involucradas ⁽¹²⁾. Así también, cuadros clínicos específicos muestran un patrón identificado de compromiso de la cognición social relacionado con cambios

estructurales y funcionales propios de cada enfermedad. Esta noción ha sido reforzada por la identificación de redes neuronales que han sido sistemáticamente involucradas en el funcionamiento de subsistemas teóricos de la cognición social ⁽⁴⁾.

Los ejemplos previamente señalados facilitan el establecimiento de una visión más didáctica de los componentes de la interacción social. En primer lugar, distinguimos que de este dominio participan fenómenos conductuales y cognitivos. La figura 1 muestra una representación esquemática de la cognición social, a pesar de que su naturaleza compleja y dinámica es ampliamente aceptada. En este artículo, por la factibilidad de las mediciones y dada la importancia de su compromiso en el funcionamiento de los individuos a nivel de la sociedad, nos enfocamos en los componentes cognitivos de la cognición social como son la Teoría de la Mente, la Percepción Social y la Empatía.

El objetivo del presente artículo es proveer una Mirada introductoria al concepto de la cognición social y sus subsistemas, también revisando evidencia relativa a sus correlatos neurales.

Cognición Social

Entendemos a la cognición social como la integración de procesos que permiten la interacción entre sujetos de la misma especie. Corresponde a una función esencial para la sobrevivencia de los sujetos y las especies. Depende del intercambio de señales sociales que permiten la obtención de información acerca de los otros sujetos involucrados y el aprendizaje acerca del entorno basado en estas señales. Partiendo desde fenómenos básicos como la atribución de intenciones, la cognición social permite la existencia de una realidad compartida entre las personas ^(13, 14).

Figura 1.

Para los modelos actuales, el cerebro humano opera como un Sistema de inferencia probabilística jerárquicamente organizado para anticipar de manera constante los posibles estímulos que recibirá e inferir las posibles causas subyacentes ⁽¹⁵⁾. En esta línea, el principal producto de la cognición social sería la generación de predicciones (top-down) con el objetivo de disminuir la diferencia entre las entradas predichas y las reales ⁽¹⁶⁾. Por ejemplo, una correcta interpretación de la expresión facial debería llevar a una precisa predicción de la respuesta de otros sujetos y a una adecuada preparación para la correcta respuesta.

En los modelos de enfermedad, la cognición social tiende a fallar, apareciendo de forma clínicamente evidente, alteraciones en los siguientes componentes: Deterioro de la Teoría de Mente o mentalización, disminución de la empatía o pobre percepción social ⁽⁴⁾. En los siguientes párrafos, analizaremos estos conceptos.

Teoría de la Mente

Para una socialización exitosa, necesitamos reconocer las experiencias e intenciones de otras personas como un factor independiente. Esta habilidad de representar la perspectiva psicológica de otros sujetos se ha denominado mentalización y requiere que los sujetos teoricen íntimamente respecto sobre los pensamientos de otros. Este fenómeno es conocido como Teoría de la Mente (TdM) ⁽¹⁷⁾. La tabla 1 provee un ejemplo de compromiso clínico de la teoría de la mente y cómo se evalúa este dominio.

Este concepto ha sido frecuentemente definido como la capacidad de inferir los estados mentales de los individuos, sus creencias o intenciones ^(4, 18) y ha sido medido bajo diferentes aproximaciones experimentales como aquellas basadas en figuras, historias cortas y animaciones. Este dominio no debe ser considerado como una habilidad monolítica utilizada en ocasiones específicas, ya

Tabla 1. Medicion Clínica de la Cognición Social**Teoría de la Mente (TdM)**

A nivel clínico, las fallas de TdM se pueden percibir de diferentes formas. Las dificultades para decodificar los estados mentales de otros sujetos y actuar en consecuencia, las fallas en la interpretación del habla y la incapacidad para detectar la mala adecuación propia en el contexto social pueden ser manifestaciones aisladas o el núcleo de una conducta social insuficiente. La TdM puede evaluarse mostrando una viñeta de una interacción o diálogo y esperando que el paciente identifique correctamente las actitudes equivocadas y haga inferencias sobre las intenciones y los sentimientos.

Aquí ofrecemos un ejemplo de una pregunta de paso en falso según lo evaluado por la Mini-SEA de Bertoux (las frases y preguntas reales incluidas en la prueba no se reproducen aquí):

“John está terminando la primera cena con su futura suegra. Ella ha estado cocinando todo el día y tratando de causar una buena impresión al novio de su hija. Al final de la comida, John sonríe y dice:

Muchas gracias por tan deliciosa cena. El pollo era maravilloso, obviamente no tan bueno como el de mi madre, pero gracias por el esfuerzo”

(Preguntas para el paciente)

- ¿Alguien dijo algo inapropiado?
- ¿Quién lo dijo?
- ¿Por qué fue inapropiado?
- ¿Cómo crees que se sintió la suegra de John?

Percepción Social

A nivel clínico, la disminución de la percepción social se percibe como un fracaso en la clasificación de los signos faciales o kinésicos como expresión de felicidad, tristeza, rechazo, etc. Puede detectarse subjetivamente cuando las respuestas inadecuadas a las pistas sociales se han hecho frecuentes.

Por ejemplo, cuando los pacientes con frecuencia llegan tarde a sus citas con el médico o hacen solicitudes inadecuadas a este y no perciben las expresiones faciales de desaprobación a su comportamiento, podemos sospechar que este dominio cognitivo está fallando.

Aquí mostramos cómo se puede evaluar la correcta identificación de las expresiones emocionales faciales:

“Vea la cara siguiente (o el conjunto de caras) e identifique la expresión facial mostrada por la persona en la imagen como una de las emociones que se muestran en la parte inferior de la imagen”

Felicidad - Miedo - Ira - Tristeza - Sorpresa - Disgusto - Neutral

que la sola presencia de otro sujeto en escena ha mostrado desencadenar procesos neurales para computar sus posibles pensamientos o intenciones ⁽¹⁹⁾. Esta caracterización además reconoce la existencia de niveles primitivos de intersubjetividad que operan incluso a nivel perceptual o atencional ⁽²⁰⁾.

Generalmente, las pruebas de TdM evalúan esta función desde dos diferentes ángulos, como son la “Toma de Perspectiva”, en que se requiere inferir el estado mental de otro sujeto, o bien desde la “Decodificación” en que el estado mental debe ser identificado como una expresión, por ejemplo, de los ojos ⁽²¹⁾.

Desde una perspectiva neuroanatómica, hay pruebas sólidas que respaldan la existencia de una red subyacente a estas funciones. La corteza prefrontal medial (mPFC) se ha asociado con el mecanismo iniciador de atribución de creencias y deseos ⁽²²⁾ así como del procesamiento de información social o emocional relevante sobre otros temas ⁽²³⁾. También participa en reflexiones posteriores y elaboraciones mentales complejas con respecto a estados mentales inferidos ⁽²⁴⁾.

El Surco Temporal Superior (STS) también ha estado involucrado en la representación de acciones de otros ⁽²⁵⁾. Se ha demostrado sistemáticamente por su activación durante la interpretación de acciones y la observación de animaciones sociales ⁽²⁶⁾.

En la misma línea, Temporal-Parietal Junction (TPJ) se ha relacionado con la representación de pensamientos o creencias de otros sujetos pero no con otros estados mentales como sentimientos o sensaciones corporales ^(27, 28). Esta noción ha recibido soporte adicional mediante el uso de tareas basadas en animación social o asociadas con inferencia de intenciones ⁽²⁶⁾. Además, es importante reconocer que las funciones de ToM no pueden reducirse a un nivel de procesamiento único. Por ejemplo, mientras que TPJ se ha relacionado con la detección y el procesamiento explícitos de estados

mentales, STS ha participado en el manejo implícito de esta información, siendo ambos componentes necesarios para las predicciones del comportamiento ⁽²⁹⁾.

Estas distinciones conceptuales precisas, tan comúnmente utilizadas, podrían explicar parcialmente la amplia variabilidad de la evidencia disponible. Además, la superposición entre las funciones regionales debería implicar un mayor potencial del enfoque funcional y neurodinámico en lugar del localismo estructural.

La Figura 2 muestra una simplificación esquemática de cómo las variables cognitivas individuales influyen en la interpretación de la información social durante el proceso de TdM

Empatía

Se refiere a la generación de una respuesta emocional en el observador a situaciones que afectan a otros sujetos. Esto puede corresponder a la misma emoción, en cuyo caso, el fenómeno se conoce como Resonancia afectiva. Si la respuesta corresponde a otro sentimiento diferente, como enojo cuando se ve la humillación pública de una persona ^(4, 30). Es un componente esencial de la experiencia emocional humana y la interacción social porque cuando se comprende un estado mental observado y se generan respuestas afectivas, pueden existir comportamientos prosociales y cooperativos ⁽³¹⁾.

Al estudiar este tipo de comportamiento, se ha demostrado la imitación de la postura corporal y los movimientos (Efecto Camaleón) al realizar una tarea de colaboración con un extraño, mejorando la calidad de la interacción. De hecho, se ha demostrado un efecto camaleón más fuerte en sujetos más empáticos ⁽³²⁾. Se intuyó tempranamente, desde la definición del concepto por Theodore Lipps, que la “imitación interna” de las acciones tiene un papel relevante en la empatía ⁽³³⁾.

Figura 2.

Al buscar los correlatos neuronales de los procesos descritos anteriormente, estudios recientes han demostrado que el desempeño en tareas relacionadas con la conciencia de sentimientos y acciones propias y de otros está relacionado con la actividad de diferentes regiones del cerebro como las cortezas somatosensorial, insular, cingulada y visual⁽³⁴⁾, proporcionando una idea inicial de la amplia diversidad de recursos neuronales involucrados.

Adicionalmente, la amígdala tiene un papel importante en los procesos centrales involucrados en la empatía. Más allá de su relación con las respuestas emotivas, la memoria a largo plazo, la identificación del contenido afectivo de un estímulo y la percepción de la orientación de la mirada⁽³¹⁾, es probable que ejerza una función neuromoduladora sistémica, ya que su activación precede a la participación de otras áreas durante la observación de caras expresivas⁽³⁵⁾. Dada la gran relevancia de esta región en la cognición social y la empatía, se ha estudiado su papel en las condiciones como trastorno del espectro autista, que muestran la

activación compensatoria de áreas corticales no relacionadas durante el procesamiento de imágenes faciales⁽³⁶⁾, mientras que la actividad local de la amígdala durante Este tipo de tarea ha demostrado ser mayor⁽³⁷⁾. Teniendo en cuenta la evidencia, algunos autores han propuesto alteraciones del desarrollo de la amígdala como un sustrato neuroanatómico y funcional del deterioro socio-cognitivo en esos pacientes⁽³⁸⁾.

El Sistema de neuronas espejo (MNS, por sus siglas en inglés) es otro concepto comúnmente utilizado para comprender el mecanismo neural que subyace a la empatía. Este término surgió de la observación de ciertas neuronas en la Corteza Premotora del mono que se descargan al observar una acción realizada por otro animal o por el experimentador, correspondiente a la representación neural del comportamiento observado⁽³⁹⁾. Luego, en la conceptualización inicial, este sistema vincula la observación y la ejecución de actos motores⁽⁴⁰⁾, pero estudios adicionales que utilizan imágenes de resonancia magnética funcional (IRMf) han demostrado que esas propiedades no están

presentes exclusivamente en los sistemas visuales, sino también en las funciones auditivas y de lenguaje ⁽⁴¹⁾. Curiosamente, al observar a otras personas sometidas a dolor, se ha registrado la activación de la corteza insular y cingulada, pero esta activación está modulada por percepciones negativas sobre la persona afectada⁽⁴²⁾. Luego, una compleja combinación de factores determina la empatía como un proceso, y la actividad de

diferentes regiones del cerebro participa en el desempeño de las tareas de empatía ^(43, 44) proporcionando una explicación neurodinámica para la variabilidad del comportamiento.

La Figura 3 esquematiza el flujo de las pistas sociales a la inferencia del estado mental y la generación de una respuesta de emoción relacionada

Figura 3.

Percepción Social

La Percepción Social se ha definido como la capacidad de percibir los estados mentales de otros basándose en señales del comportamiento⁽⁴⁵⁾ y se considera que procede a procesos más complejos que surgen más recientemente en el desarrollo humano ⁽⁴⁶⁾. La percepción de las acciones expresivas de los movimientos es un elemento importante para la comprensión del entorno social ⁽⁴⁷⁾ y modula el comportamiento humano. De hecho, la mera observación de una acción en otra persona desencadena una acción anticipada en el observador basada en la inferencia del deseo y las intenciones ⁽⁴⁸⁾. La Tabla 1 proporciona un ejemplo de situaciones en las que se puede sospechar un compromiso de Percepción Social y un enfoque para su medición.

Durante mucho tiempo, el estudio de este concepto ha sido impulsado por el siguiente

axioma: no podemos percibir directamente los estados mentales de otras personas y debemos ejecutar varias habilidades mentales para inferirlos (lectura de la mente). Pero recientemente, esta noción ha sido cuestionada por la teoría de la percepción social directa, que ha sido respaldada por modelos como la codificación predictiva bayesiana, lo que sugiere una inferencia probabilística que involucra diferentes niveles^(15, 16).

El papel de la amígdala ha despertado un interés particular dada su participación en la representación neuronal discreta de ciertas emociones⁽⁴⁹⁾. Cuando se requiere un procesamiento rápido⁽⁵⁰⁾, la vista está orientada a puntos faciales con relevancia social, como ojos ^(51, 52). Entonces, esta región codifica la prominencia emocional de la información social⁽⁵³⁾. En la misma línea se ha demostrado que la corteza orbitofrontal participa en la percepción de recompensas asociada con pistas ambientales, participando en aspectos

relevantes de la planificación y modulación del comportamiento en humanos y primates⁽⁵⁴⁾.

Por otro lado, el giro fusiforme incluye varias áreas involucradas particularmente en los aspectos visuales de la percepción social⁽⁵⁵⁾. Ciertas regiones están relacionadas con una respuesta selectiva a los estímulos corporales o faciales⁽⁵⁶⁾ que participan en procesos complejos como reconocimiento de identidad o intenciones⁽⁵⁷⁾. Sin embargo, la codificación de la información social no debe entenderse como un fenómeno estático y anatómicamente circunscrito. STS ha demostrado recibir aferencias auditivas y visuales para extraer y representar información socialmente relevante y dinámica^(58, 59).

En la misma línea, la perspectiva de las redes neuronales ha proporcionado información adicional sobre el papel del lóbulo límbico y otras estructuras subcorticales en las interpretaciones de las expresiones faciales. Un metaanálisis que consideró 105 artículos originales y 1600 sujetos concluyó que el procesamiento de caras con expresiones emocionales está relacionado con la activación de las cortezas visuales, límbicas, temporoparietales y prefrontales, y también con

el putamen y la actividad cerebelosa. Mientras que el cerebelo y la corteza visual están involucrados en el procesamiento de todas las expresiones, la felicidad, el miedo y la tristeza reclutan a la amígdala y las expresiones de enojo y disgusto reclutan a la ínsula selectivamente⁽⁶⁰⁾. Una vez más, los datos mencionados proporcionan evidencia sobre la diversidad y complejidad de los recursos neuronales involucrados en la Percepción Social.

Desde la perspectiva de la enfermedad, la demencia frontal-temporal constituye un ejemplo bien estudiado. En esos pacientes, la detección y la categorización de las emociones se han relacionado con el volumen de materia gris en el lóbulo temporal anterior y el giro frontal frontal. Además, cuando se comparan con controles sanos, los pacientes muestran una conectividad funcional más alta entre las regiones de interés mencionadas⁽⁶¹⁾, sugiriendo la existencia de cambios compensatorios funcionales.

La Figura 4 muestra la selección y categorización de la información ambiental como pasos críticos en la Percepción Social

Figura 4.

Conclusiones

El estudio de la cognición social implica un desafío a nivel conceptual. En este artículo, hemos propuesto la cognición social como una integración de los procesos por los cuales los sujetos perciben señales sociales (Percepción social), inferen estados psicológicos de otras personas (Teoría de la mente) y finalmente generan respuestas emocionales para motivar y modular el comportamiento (empatía). Incluso si esta esquematización puede ser mejorada conceptualmente, lo proponemos como un punto de partida para evaluar estas funciones cognitivas en poblaciones clínicas.

En esta revisión, hemos omitido intencionalmente una caracterización más profunda del comportamiento social para centrar la atención en aquellos dominios cuya evaluación clínica es más práctica, incluso reconociendo se debe realizar un esfuerzo adicional para proporcionar una descripción operativa del dominio conductual.

El creciente interés en establecer este dominio como un foco de investigación abre una gran cantidad de oportunidades para generar evidencia con respecto a patrones de enfermedades específicas tanto en relación con la historia natural como con la terapéutica.

Resumen

El creciente interés en los mecanismos que determinan el funcionamiento social de los seres humanos ha emergido como un desafío a la hora de obtener un concepto adecuado de cognición social y sus mecanismos relacionados, debido a que diversas patologías neurológicas y psiquiátricas se relacionan con deterioros de estas funciones desde etapas tempranas. Cognición Social se define como la integración de procesos mentales que permiten la interacción entre sujetos, incluyendo fenómenos como el de la Percepción Social, la Teoría de la Mente y la Empatía (o respuesta afectiva a los estados mentales de otros sujetos). En este artículo, como objetivo principal, exponemos los principales conceptos y las bases neurales para facilitar una primera aproximación de quienes busquen una aplicación con poblaciones clínicas.

Palabras Clave: Cognición Social, Teoría de la Mente, Percepción Social, Empatía, Socialización, Cognición.

Referencias Bibliográficas

1. Preston SD, de Waal FB. Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behav Brain Sci.* 2002;25(1):1-20; discussion -71.
2. Battle DE. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM). *Codas.* 2013;25(2):191-2.
3. Sachdev PS, Blacker D, Blazer DG, Ganguli M, Jeste DV, Paulsen JS, et al. Classifying neurocognitive disorders: the DSM-5 approach. *Nat Rev Neurol.* 2014;10(11):634-42.
4. Henry JD, von Hippel W, Molenberghs P, Lee T, Sachdev PS. Clinical assessment of social cognitive function in neurological disorders. *Nat Rev Neurol.* 2016;12(1):28-39.
5. Aboulafia-Brakha T, Christe B, Martory MD, Annoni JM. Theory of Mind tasks and executive functions: a sys-

- tematic review of group studies in neurology. *J Neuropsychol.* 2011;5(Pt 1):39-55.
6. Bertoux M, Delavest M, de Souza LC, Funkiewiez A, Lepine JP, Fos-sati P, et al. Social Cognition and Emotional Assessment differentiates frontotemporal dementia from depression. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2012;83(4):411-6.
 7. Bertoux M, Volle E, Funkiewiez A, de Souza LC, Leclercq D, Dubois B. Social Cognition and Emotional Assessment (SEA) is a marker of medial and orbital frontal functions: a voxel-based morphometry study in behavioral variant of frontotemporal degeneration. *J Int Neuropsychol Soc.* 2012;18(6):972-85.
 8. Hooker CI, Bruce L, Lincoln SH, Fisher M, Vinogradov S. Theory of Mind skills are related to gray matter volume in the ventromedial prefrontal cortex in schizophrenia. *Biol Psychiatry.* 2011;70(12):1169-78.
 9. Pinkham AE, Penn DL, Green MF, Harvey PD. Social Cognition Psychometric Evaluation: Results of the Initial Psychometric Study. *Schizophr Bull.* 2016;42(2):494-504.
 10. Muller RA, Shih P, Keehn B, Deyoe JR, Leyden KM, Shukla DK. Underconnected, but how? A survey of functional connectivity MRI studies in autism spectrum disorders. *Cereb Cortex.* 2011;21(10):2233-43.
 11. Kok FM, Groen Y, Becke M, Fuermaier AB, Tucha O. Self-Reported Empathy in Adult Women with Autism Spectrum Disorders - A Systematic Mini Review. *PLoS One.* 2016;11(3):e0151568.
 12. Dapretto M, Davies MS, Pfeifer JH, Scott AA, Sigman M, Bookheimer SY, et al. Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nat Neurosci.* 2006;9(1):28-30.
 13. Frith CD, Frith U. Social cognition in humans. *Curr Biol.* 2007;17(16):R724-32.
 14. Frith CD. The social brain? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2007;362(1480):671-8.
 15. Clark A, Lappin S. Complexity in language acquisition. *Top Cogn Sci.* 2013;5(1):89-110.
 16. de Bruin L, Strijbos D. Direct Social Perception, mindreading and Bayesian predictive coding. *Conscious Cogn.* 2015;36:565-70.
 17. Baron-Cohen S. "Without a Theory of Mind one cannot participate in a conversation". *Cognition.* 1988;29(1):83-4.
 18. Schaafsma SM, Pfaff DW, Spunt RP, Adolphs R. Deconstructing and reconstructing Theory of Mind. *Trends Cogn Sci.* 2015;19(2):65-72.
 19. Kovacs AM, Teglase E, Endress AD. The social sense: susceptibility to others' beliefs in human infants and adults. *Science.* 2010;330(6012):1830-4.
 20. Gallagher HL, Frith CD. Dissociable neural pathways for the perception and recognition of expressive and instrumental gestures. *Neuropsychologia.* 2004;42(13):1725-36.
 21. Lee L, Harkness KL, Sabbagh MA, Jacobson JA. Mental state decoding abilities in clinical depression. *J Affect Disord.* 2005;86(2-3):247-58.
 22. Leslie AM, Friedman O, German TP. Core mechanisms in "Theory of Mind". *Trends Cogn Sci.* 2004;8(12):528-33.
 23. Saxe R. Uniquely human social cognition. *Curr Opin Neurobiol.* 2006;16(2):235-9.
 24. Amodio DM, Frith CD. Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2006;7(4):268-77.
 - 25.

- Frith CD, Frith U. Interacting minds--a biological basis. *Science*. 1999;286(5445):1692-5.
26. Schurz M, Perner J. An evaluation of neurocognitive models of Theory of Mind. *Front Psychol*. 2015;6:1610.
27. Saxe R, Kanwisher N. People thinking about thinking people. The role of the temporo-parietal junction in "Theory of Mind". *Neuroimage*. 2003;19(4):1835-42.
28. Kanwisher N. Functional specificity in the human brain: a window into the functional architecture of the mind. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010;107(25):11163-70.
29. Gobbini MI, Koralek AC, Bryan RE, Montgomery KJ, Haxby JV. Two takes on the social brain: a comparison of Theory of Mind tasks. *J Cogn Neurosci*. 2007;19(11):1803-14.
30. Singer T, Lamm C. The social neuroscience of Empathy. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1156:81-96.
31. Ruggieri VL. [Empathy, social cognition and autism spectrum disorders]. *Rev Neurol*. 2013;56 Suppl 1:S13-21.
32. Chartrand TL, Bargh JA. The chameleon effect: the perception-behavior link and social interaction. *J Pers Soc Psychol*. 1999;76(6):893-910.
33. Moya-Albiol L, Herrero N, Bernal MC. The neural bases of Empathy. *Rev Neurol*. 2010;50(2):89-100.
34. Williams JH, Cameron IM, Ross E, Braadbaart L, Waiter GD. Perceiving and expressing feelings through actions in relation to individual differences in empathic traits: the Action and Feelings Questionnaire (AFQ). *Cogn Affect Behav Neurosci*. 2016;16(2):248-60.
35. Morris JS, Friston KJ, Buchel C, Frith CD, Young AW, Calder AJ, et al. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. *Brain*. 1998;121 (Pt 1):47-57.
36. Pierce K, Muller RA, Ambrose J, Allen G, Courchesne E. Face processing occurs outside the fusiform 'face area' in autism: evidence from functional MRI. *Brain*. 2001;124(Pt 10):2059-73.
37. Monk CS, Weng SJ, Wiggins JL, Kurapati N, Louro HM, Carrasco M, et al. Neural circuitry of emotional face processing in autism spectrum disorders. *J Psychiatry Neurosci*. 2010;35(2):105-14.
38. Howard MA, Cowell PE, Boucher J, Brooks P, Mayes A, Farrant A, et al. Convergent neuroanatomical and behavioural evidence of an amygdala hypothesis of autism. *Neuroreport*. 2000;11(13):2931-5.
39. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res*. 1996;3(2):131-41.
40. Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain*. 1996;119 (Pt 2):593-609.
41. Aziz-Zadeh L, Wilson SM, Rizzolatti G, Iacoboni M. Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. *Curr Biol*. 2006;16(18):1818-23.
42. Singer T, Seymour B, O'Doherty JP, Stephan KE, Dolan RJ, Frith CD. Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*. 2006;439(7075):466-9.
43. Singer T, Seymour B, O'Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*. 2004;303(5661):1157-62.
44. Lebreton M, Kawa S, Forgeot d'Arc B, Daunizeau J, Pessiglione M. Your goal is mine: unraveling mimetic desi-

45. res in the human brain. *J Neurosci*. 2012;32(21):7146-57.
46. Yang DY, Rosenblau G, Keifer C, Pelphrey KA. An integrative neural model of Social Perception, action observation, and Theory of Mind. *Neurosci Biobehav Rev*. 2015;51:263-75.
47. Low J, Perner J. Implicit and explicit Theory of Mind: state of the art. *Br J Dev Psychol*. 2012;30(Pt 1):1-13.
48. Gallagher S. Direct perception in the intersubjective context. *Conscious Cogn*. 2008;17(2):535-43.
49. Genschow O, Brass M. The predictive chameleon: evidence for anticipated social action. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2015;41(2):265-8.
50. Calder AJ, Lawrence AD, Young AW. Neuropsychology of fear and loathing. *Nat Rev Neurosci*. 2001;2(5):352-63.
51. Adolphs R. The social brain: neural basis of social knowledge. *Annu Rev Psychol*. 2009;60:693-716.
52. Adolphs R, Gosselin F, Buchanan TW, Tranel D, Schyns P, Damasio AR. A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature*. 2005;433(7021):68-72.
53. Adolphs R. Fear, faces, and the human amygdala. *Curr Opin Neurobiol*. 2008;18(2):166-72.
54. Costafreda SG, Brammer MJ, David AS, Fu CH. Predictors of amygdala activation during the processing of emotional stimuli: a meta-analysis of 385 PET and fMRI studies. *Brain Res Rev*. 2008;58(1):57-70.
55. Watson KK, Platt ML. Social signals in primate orbitofrontal cortex. *Curr Biol*. 2012;22(23):2268-73.
56. Pitcher D, Dilks DD, Saxe RR, Triantafyllou C, Kanwisher N. Differential selectivity for dynamic versus static information in face-selective cortical regions. *Neuroimage*. 2011;56(4):2356-63.
57. Schwarzlose RF, Baker CI, Kanwisher N. Separate face and body selectivity on the fusiform gyrus. *J Neurosci*. 2005;25(47):11055-9.
58. Shultz S, McCarthy G. Goal-directed actions activate the face-sensitive posterior superior temporal sulcus and fusiform gyrus in the absence of human-like perceptual cues. *Cereb Cortex*. 2012;22(5):1098-106.
59. Jastorff J, Popivanov ID, Vogels R, Vanduffel W, Orban GA. Integration of shape and motion cues in biological motion processing in the monkey STS. *Neuroimage*. 2012;60(2):911-21.
60. Kreifelts B, Ethofer T, Shiozawa T, Grodd W, Wildgruber D. Cerebral representation of non-verbal emotional perception: fMRI reveals audiovisual integration area between voice- and face-sensitive regions in the superior temporal sulcus. *Neuropsychologia*. 2009;47(14):3059-66.
61. Fusar-Poli P, Placentino A, Carletti F, Allen P, Landi P, Abbamonte M, et al. Laterality effect on emotional faces processing: ALE meta-analysis of evidence. *Neurosci Lett*. 2009;452(3):262-7.
62. Jastorff J, De Winter FL, Van den Stock J, Vandenberghe R, Giese MA, Vandenbulcke M. Functional dissociation between anterior temporal lobe and inferior frontal gyrus in the processing of dynamic body expressions: Insights from behavioral variant frontotemporal dementia. *Hum Brain Mapp*. 2016;37(12):4472-86.

Correspondencia:

Dr. Tomás Labbé Atenas, MD, PhD
 Escuela de Medicina, Facultad de Medicina y Ciencia, Universidad San Sebastian.
 Lota 2465, Providencia, Santiago, 7510157, Chile
 e-mail: tplabbe@uc.cl