



NEURONAS ESPEJO Y TEORÍA DE LA MENTE EN LA EXPLICACIÓN DE LA EMPATÍA

Emilio García García, Javier González Marqués y Fernando Maestú Unturbe

Universidad Complutense de Madrid

2011, 17(2-3), 265-279

Resumen: La empatía es la capacidad de una persona para vivenciar los pensamientos y sentimientos de los otros, reaccionando adecuadamente. Diferenciamos en la empatía dos componentes: cognitivo y emocional. El componente cognitivo comprende los pensamientos y sentimientos del otro. El componente afectivo comparte el estado emocional de otra persona. Comentamos dos teorías para explicar la empatía: las neuronas espejo y la Teoría de la Mente. Las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando él observa una acción similar realizada por otro individuo. Para la teoría de la mente atribuir mente a otro es una actividad teórica ya que no podemos observar su mente, pero generamos hipótesis sobre lo que está pensando o sintiendo, e interpretamos así su comportamiento. Argumentamos una continuidad genética entre ambas teorías, que se sitúan a nivel explicativo distinto: las neuronas espejo a nivel neuronal (neurociencia básica) y la teoría de la mente en el nivel cognitivo. Mostramos implicaciones de ambas teorías en la comprensión del autismo.

Palabras clave: empatía, neuronas espejo, teoría de la mente, autismo.

Abstract: Empathy is a person's ability to experiment other people's thoughts and feelings and to react to them in an adequate manner. There are two different components within the concept of empathy: cognitive and emotional. The former implies the ability to understand thoughts and feelings of another person; the latter allows the individual to share the mental state of another person responding to his/her demands. We comment here on two theories that explain empathy: the mirror neurons and the Theory of Mind. Mirror neurons are a particular type of neurons which are activated when an individual performs an action, but also when he/she observes a similar action performed by someone else. For theory of mind, to attribute mind to another person is a theoretical activity because we cannot observe his mind, but we generate hypotheses about what he/she is thinking about or feeling, and, in this way, we interpret his/her behaviour. We deduce a genetic continuity between both theories in a different explanatory level: mirror neurons at a neuronal level (basic neuroscience) and theory of mind at a cognitive level. Implications of both theories in the explanation of autism are discussed.

Key words: empathy, mirror neurons, theory of mind, autism.

Title: *Mirror neurons and theory of mind in explaining empathy*

La empatía es la capacidad de una persona de vivenciar los estados mentales de los demás, sus pensamientos y sentimientos. Supone la identificación mental de un individuo con el estado de ánimo de otro.

Es como leer la mente de otras personas y al mismo tiempo reaccionar adecuadamente a sus intenciones y emociones. Se trata de ponerse en la piel del otro, de captar sus pensamientos y preocuparse por sus sentimientos. La empatía es un rasgo característico de las relaciones humanas que está presente en otros constructos teóricos como Inteligencia Emocional (Extremera & Fernández-Berrocal, 2005; Fernández-Berrocal & Extremera, 2006)

Podemos diferenciar en la empatía dos componentes: cognitivo y afectivo. El

*Dirigir la correspondencia a:
Emilio García García
Dpto. Psicología Básica II. Procesos Cognitivos
Universidad Complutense. Madrid.
Facultad de Filosofía
Universidad Complutense de Madrid
28040 Madrid
Correo: gami@cop.ess
© Copyright 2011: de los Editores de *Ansiedad y Estrés*

componente cognitivo entiende los pensamientos y sentimientos del otro y es capaz de adoptar su perspectiva. Permite atribuir a la otra persona un estado mental, una "actitud", para inferir pensamientos y sentimientos, y predecir así su comportamiento. El componente afectivo de la empatía es la respuesta emocional apropiada de un observador al estado emocional de otra persona. En la respuesta empática compartimos y simpatizamos con las emociones de alguien, sus alegrías y tristezas, sufrimientos y goces.

Se han propuesto dos marcos teóricos generales para explicar cómo leemos la mente de otra persona y explicamos en consecuencia sus comportamientos. Uno es la Teoría de la Simulación y otro la teoría de la mente. Para la Teoría de la Simulación nosotros nos ponemos en lugar de otro, comprendemos sus intenciones y sentimos sus emociones. Entendemos los estados mentales de los otros, simulando estar en la situación del otro. La Teoría de la Simulación presenta distintas versiones dependiendo del carácter más o menos consciente y deliberado que concede a los procesos. Para unos, la simulación es un proceso cognitivo y reflexivo que requiere atención y consciencia, mientras que según otros simulamos inconsciente y automáticamente. Reproducimos e imitamos subliminalmente lo que hace el otro, "como si" nuestro cerebro recreara procesos neurales similares a los que se están dando en la mente del otro. Las neuronas espejo explican los procesos de simulación a nivel pre-reflexivo y automático (Carruthers & Smith, 1996; Gallese & Goldman, 1998; Goldman, 2006; Hurley & Chater, 2005).

Para la teoría de la mente nos servimos de conceptos, conocimientos y razonamientos para entender y predecir la conducta humana. Comprendemos, interpretamos, explicamos y predecimos las acciones de los demás mediante la adscripción de estados mentales (pensamientos, creencias, in-

tenciones, deseos, sentimientos). Captamos las intenciones, creencias, deseos y sentimientos del otro porque nuestro cerebro, dotado de sistemas neurales o módulos más específicos, nos permite construir teorías acerca de las otras personas, como un científico que pone a prueba sus hipótesis sobre el comportamiento de los demás. Esta capacidad de predecir y explicar la conducta tiene éxito y es condición necesaria para que las relaciones interpersonales y el mundo social sean posibles y tengan sentido. La psicología popular se sitúa en este marco de teoría de la mente y atribuye a los términos, conceptos y conocimientos mentales un valor predictivo y explicativo para comprender y explicar a conducta de los otros. Las teorías modulares de la mente han propuesto módulos cerebrales más innatos y específicos para explicar los procesos de mentalización (Carey & Gelman, 1991; Karmiloff-Smith, 1994; Leslie, 1997; Mithen, 1998; Xu, Spelke & Goddard, 2005).

En este trabajo nos proponemos mostrar las relaciones entre ambas teorías, los niveles de análisis en los que se sitúan, así como algunas aportaciones a la explicación de la empatía y sus trastornos, como ocurre en el síndrome del autismo.

Los sistemas de neuronas espejo

En 1991, un equipo de neurobiólogos italianos, dirigidos por G. Rizzolatti, de la universidad de Parma, encontró unos datos inesperados en el transcurso de la investigación. Habían entrenado a unos simios a agarrar objetos concretos, por ejemplo un palo. Con un microelectrodo implantado en el cerebro en la corteza premotora, registraban la actividad eléctrica de ciertas neuronas. En el córtex promotor es sabido que se planean los movimientos. En determinada ocasión sucedió algo desconcertante, al activarse de pronto el aparato de registro sin que el mono realizase ninguna activi-

dad. El efecto se pudo repetir a voluntad comprobándose en numerosas neuronas vecinas el mismo comportamiento inesperado: las neuronas se activaban sin que el mono moviera un solo dedo; bastaba con que viera que otro realizaba tal acción. Los científicos italianos habían identificado un tipo de neuronas desconocidas hasta ese momento, las denominaron neuronas especulares. Estas neuronas no reaccionan, por separado, ni al asir sin objetivo, ni a sólo el objeto que se ha de agarrar. Sólo cuando se ven juntas ambas cosas, la acción y su objetivo, se activan. Sucedió como si las células representaran el propósito ligado al movimiento (Iacoboni, 2008; Rizzolatti, 2005; Rizzolatti & Craighero, 2004).

Las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando él observa una acción similar realizada por otro individuo. Las neuronas espejo forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención-emoción. La simple observación de movimientos de la mano, pie o boca activa las mismas regiones específicas de la corteza motora, como si el observador estuviera realizando esos mismos movimientos. Pero el proceso va más allá de que el movimiento, al ser observado, genere un movimiento similar latente en el observador. El sistema integra en sus circuitos neuronales la atribución/percepción de las intenciones de los otros, la teoría de la mente (Blakemore & Decety, 2001; Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996; Gallese, Keysers & Rizzolatti, 2004; Iacoboni, 2008; Rizzolatti & Sinigaglia, 2006).

La publicación de estos resultados desató un entusiasmo desbordante no exento de polémica entre los especialistas. Ramachandran (2006) llegó a profetizar que tal descubrimiento de neuronas especulares estaba llamado a desempeñar en psicología un papel semejante al que había tenido en

biología la decodificación de la estructura del ADN. Por primera vez se había encontrado una conexión directa entre percepción y acción, que permitía explicar muchos fenómenos en polémica, particularmente la empatía y la intersubjetividad.

Las neuronas especulares posibilitan al hombre comprender las intenciones de otras personas. Le permite ponerse en lugar de otros, leer sus pensamientos, sentimientos y deseos, lo que resulta fundamental en la interacción social. La comprensión y acción interpersonal se basa en que captamos las intenciones y motivos de los comportamientos de los demás. Para lograrlo, los circuitos neuronales simulan subliminalmente las acciones que observamos, lo que nos permite identificarnos con los otros, de modo que actor y observador se encuentran en estados neuronales muy semejantes, como si estuviéramos realizando las mismas acciones, captando las intenciones o sintiendo las mismas emociones. Somos criaturas sociales y nuestra supervivencia depende de entender las intenciones y emociones que traducen las conductas manifiestas de los demás. Las neuronas espejo permiten entender la mente de nuestros semejantes y no a través de razonamiento conceptual, sino directamente, sintiendo y no pensando (Binkofski & Buccino, 2006; Gallese & Goldman, 1998; Rizzolatti, Fogassi & Gallese, 2001).

Cuando una persona realiza acciones en contextos significativos, esas acciones van acompañadas de la captación de las propias intenciones que motivan a hacerlas y de las emociones que acompañan. Se conforman sistemas neuronales que articulan la propia acción asociada a la intención o propósito que la activa y también a la emoción. La intención-emoción queda asociada a acciones específicas que le dan expresión y cada acción evoca las intenciones-emociones asociadas. Formadas estas asambleas neuronales de acción-ejecución-intención-emoción en un individuo, cuando ve a otro realizar

una acción, se provoca en el cerebro del observador la acción equivalente, evocando a su vez la intención-emoción con ella asociada. La persona, así, puede atribuir a otro la intención que tendría tal acción si la realizase él mismo. Se entiende que la lectura que alguien hace de las intenciones del otro es, en gran medida, atribución desde las propias intenciones. Cuando uno ve a alguien realizando una acción, automáticamente simula la acción en su cerebro. Si uno entiende la acción de otra persona es porque tiene en su cerebro una copia para esa acción, basada en sus propias experiencias de tales movimientos. A la inversa, el otro sabe cómo uno siente porque siente lo que uno está sintiendo.

Las neuronas espejo se han localizado en la región F5 del córtex premotor de los primates, área que corresponde al área de Broca en el cerebro humano (Rizzolatti, 2005; Rizzolatti & Craighero, 2004). Tal descubrimiento plantea hipótesis muy interesantes sobre el origen del lenguaje. Los sistemas de neuronas espejo posibilitan el aprendizaje de gestos por imitación, sonreír, caminar, hablar, bailar, jugar al fútbol, etc., pero también sentir que nos caemos cuando vemos por el suelo a otra persona, la pena que sentimos cuando alguien llora, la alegría compartida. El intercambio complejo de ideas y prácticas que llamamos cultura; los trastornos psicopatológicos como síndromes de ecopraxias y ecolalias, autismo, pueden encontrar en las neuronas espejo claves de explicación.

Los sistemas de neuronas espejo están presentes en simios y probablemente en otras especies como elefantes, delfines y perros. En el ser humano se han identificado sistemas de neuronas espejo en la corteza motora primaria, principalmente el área de Broca, el área parietal inferior, la zona superior de la primera circunvolución temporal, el lóbulo de la ínsula, la zona anterior de la corteza cingular. Quizá no sólo unas determinadas áreas cerebrales privile-

giadas disponen de neuronas espejo, sino que el mecanismo de neuronas espejo constituye un principio básico de funcionamiento cerebral (Cattaneo & Rizzolatti, 2009; Iacoboni, 2009; Fabbri-Destroand & Rizzolatti, 2008).

Las neuronas espejo y las emociones

En la interpretación de las emociones se han diferenciado dos marcos explicativos: a) la observación de alguien emocionado provoca en el observador un conjunto de procesos cognitivos, percepciones, memorias, pensamiento, lenguaje, de modo que llega a una creencia o conclusión lógica del estado afectivo del observado (Carey & Gelman, 1991; Lesley, 1997); b) la observación de alguien emocionado provoca una reacción de sistemas neurales especulares, sensoriales-motores, de modo que el observador vivencia en su cerebro similar emoción (Gallese & Goldman, 1998; Rizzolatti & Craighero, 2004). En el primer caso, el observador infiere la emoción sin experimentarla, mientras que en el segundo, el observador siente y experimenta directamente el mismo estado emocional, ya que comparten el mismo mecanismo neural.

Cuando vemos a una persona sonriente inmediatamente sintonizamos con su estado emocional y parece que nos contagiamos de su alegría. Cuando vemos a otra persona en apuros parece que inconscientemente simulamos tales apuros en nuestra mente, como si sintiéramos las sensaciones negativas de la otra persona y ello nos lleva a actuar para aliviar su situación. Respondemos a las emociones, alegría, tristeza, dolor, de los demás con análogos patrones fisiológicos de activación, como si nos ocurriera a nosotros. Literalmente sentimos los estados emocionales de los demás como si fueran propios; activamos las mismas estructuras neuronales cuando realizamos acciones o cuando observamos que las realizan otros.

La alegría, la tristeza, el dolor, el miedo, el asco, etc. son emociones susceptibles de ser compartidas por quien las observa. Esta resonancia emotiva ya aparece en los recién nacidos, capaces de distinguir entre rostros alegres y tristes, y a los tres meses ya sincronizan expresiones faciales o vocalizaciones con sus progenitores. Esta reacción de empatía tiene una base neuronal distinta de los procesos cognitivos más semánticos. Los niños, pocas horas después del nacimiento, imitan la mímica de los adultos. Si la madre le saca la lengua el recién nacido lo imita con notable éxito. Gracias a la imitación, los niños ejercitan no sólo sus propias posibilidades de expresión, sino que empiezan a captarse como agentes. Podríamos decir que el lactante comienza a vivir la coincidencia de lo percibido con su conducta, de acuerdo con la teoría de la copia compartida o simulación incorporada (Meltzoff, 2007; Meltzoff & Moore, 1977).

Una investigación de Pfeifer, Iacoboni, Mazziotta & Dapretto (2008) constata un alto grado de correlación entre la actividad de las neuronas espejo de los niños y su capacidad para tener empatía con otras personas. Se correlacionaron las puntuaciones obtenidas en escalas de conducta de la empatía, con la actividad cerebral medida con RMF. Los resultados fueron concluyentes: cuanta más empatía emocional sentía el niño, más se activaban las áreas con neuronas espejo, mientras el niño observaba a otras personas que expresaban emociones. Además, se constató una alta correlación de las competencias interpersonales de los niños y la actividad de las áreas con neuronas espejo durante la imitación de las expresiones faciales de emociones. La actividad de las neuronas espejo parecen ser una especie de biomarcador de las competencias sociales durante los primeros años de la vida.

En un estudio de Dimberg, Thunberg y Elmehed (2000), se presentó una serie de retratos de caras alegres, tristes y neutras, con la instrucción de que no hicieran

ningún gesto al verlas. A primera impresión parecía que los probandos no hacían ningún gesto. Pero tenían implantados unos sensores para registrar las tensiones de sus músculos faciales, y cada vez que aparecía un rostro alegre saltaba la alarma: los probandos habían sonreído si bien de forma imperceptible. La observación de las fotografías solo duraba unos 40 milisegundos, apenas el tiempo para una percepción consciente. Cabe plantearse por qué nos falla en estos casos el control voluntario. Cuando vemos una persona con gesto alegre, triste, airado, se nos trasmite a través de su mímica la sensación de entender lo que le está pasando, anticipamos lo que está sintiendo y lo que cabe esperar de él. Mientras que el reflejo especular de los sentimientos escapa a nuestro control voluntario, es más fácil suprimir la imitación de los movimientos. Si alguien se inclina para atarse los zapatos no reproducimos automáticamente sus movimientos. Ello sólo ocurre en determinados pacientes con deterioro cerebral grave que imitan los comportamientos de los demás, como la ecopraxia. Esta patología no sólo representa un síntoma de enfermedad cerebral grave, sino también es una prueba de que reproducimos interiormente los movimientos que observamos y que en condiciones normales evitamos su ejecución. Precisamente los mecanismos inhibidores no funcionarían en los afectados de tal patología.

Una de las emociones más estudiadas es la base neural del asco y del rechazo, cuya sede cerebral está situada especialmente en el lóbulo de la ínsula. La visión de expresiones faciales de asco ajeno provoca en el observador la activación de la región anterior de la ínsula, por lo que la activación de esta área cerebral es crítica, no sólo para desencadenar sensaciones y reacciones de asco, sino también para percibir un estado emotivo semejante en la cara de otras personas. Los daños en la ínsula provocan en los que lo padecen incapacidad de sentir

asco, pero también de reconocer expresiones tanto visuales como sonoras de asco en los demás. De esto se deduce que la experimentación de asco y la percepción del asco en los demás tiene un sustrato neuronal común en la región anterior de la ínsula izquierda y en la corteza cingular derecha (Rizzolatti, Fogassi & Gallese, 2006).

La empatía emocional es todavía más evidente en el caso del dolor (Singer et al., 2004; Singer & Kraft, 2005). La ínsula y la corteza cingular anterior se activan, tanto si se experimenta el dolor como si se observa a otro que lo padece. Se estudiaron 16 mujeres, cuyas parejas habían recibido descargas eléctricas. Cuando las participantes creían por error que se estaba causando dolor a sus seres queridos, se activaban sus propias áreas de dolor, registradas mediante RMF. Se activaban especialmente la parte anterior de la ínsula y del cortex cingular anterior. La activación era tanto mayor cuanto más empatía había manifestado la mujer examinada en el cuestionario previo. En la empatía experimentada ante situaciones emotivas influyen factores de tipo cognitivo y social como la proximidad y familiaridad con la persona observada. De otra manera, depende de la educación y de la experiencia. La empatía no es únicamente una reacción instintiva, innata. En el estudio comentado, las mujeres examinadas no podían ver la cara de su pareja, ni las expresiones de dolor, ni oír sus lamentos. Sólo a través de pistas más indirectas podían inferir si su pareja había recibido las descargas. Se requería procesos cognitivos superiores de imaginación e inferencia. Así pues, el uso de la razón no necesariamente suponía una pérdida de la empatía, sino muy al contrario.

Desde una perspectiva evolucionista, parece que lo importante es no tanto la empatía ante el dolor ajeno, como el hecho de que la comprensión de lo que le ocurre al otro sea fundamental para la supervivencia. La capacidad de simular lo observado tiene

una especial relevancia para la comprensión e interacción social, creando un espacio de acción compartido, necesario para las conductas prosociales y las relaciones interindividuales. El mecanismo de las neuronas espejo encarna en el plano neural la modalidad del comprender desde una perspectiva pragmática y procedimental, antes de la mediación conceptual y lingüística, más propia de la teoría de la mente

La teoría de la mente

La psicología popular, el homo *psychologicus* asume que las personas tienen mente. Y la mente es el conjunto de pensamientos, intenciones, y emociones. Y el comportamiento de las personas se debe a lo que tienen en su mente. La mente, entendida como un sistema de conocimientos e inferencias que permite interpretar y predecir la conducta de los demás, merece el calificativo de “teoría”, puesto que no es directamente observable y sirve para predecir y modificar el comportamiento. En cierta medida se puede comparar con los conceptos y teorías que emplean los científicos para explicar, predecir y modificar el campo de realidad que estudian. Las teorías de los científicos tampoco son observables. Atribuir mente a otro es una actividad teórica, pues no se puede observar la mente, pero a partir de esa atribución se interpretan los comportamientos y se actúa más o menos adecuadamente. Esa actividad puede ser más o menos explícita, verbalizada y consciente (García-García, 2001).

Tradicionalmente, se ha hecho hincapié en determinados factores, como posición bípeda, conformación de la mano, fabricación de herramientas y útiles, como las fuerzas impulsoras en el proceso de hominización. Se ha destacado la importancia de lo que podemos llamar inteligencia técnica o capacidad para fabricar instrumentos y medios con objeto de satisfacer necesidades de supervivencia, caza, defensa, cobijo.

Pero más importante y decisivo en la historia evolutiva del hombre ha sido la capacidad para resolver los problemas de orden social, la inteligencia social. N. Humphrey (1976, 2002) y Barkow, Cosmides y Tooby (1992) reivindican el papel y la especificidad de la inteligencia social como motor del proceso de hominización y desarrollo de la mente.

La inteligencia social sería la fuerza determinante en la conquista de superiores niveles de inteligencia y desarrollo de la mente. La vida en grupo de nuestros antepasados, como constatamos en los primates actuales, planteaba problemas muy complejos que requerían alto grado de cooperación, colaboración y organización para la caza, defensa y ataque frente a otros, la división del trabajo, jerarquía y orden social, relaciones sexuales y pautas de crianza. Enfrentarse con estas demandas sociales requería capacidades mentales complejas. La mente habría evolucionado ante la presión, precisamente, de la exigencia de la vida en grupo. Esas conquistas mentales podrían aplicarse, después, a otras situaciones problemáticas del mundo físico.

La hipótesis de la existencia de dos grandes tipos o dominios de inteligencia, la física y la social, ha recibido confirmación desde diferentes ámbitos. Premack y Woodruff (1978) publicaron un trabajo clave sobre la "teoría de la mente" de los chimpancés. La cuestión se planteaba así: ¿tiene el chimpancé una teoría de la mente? Los antropoides superiores no hablan sobre la mente, ni elaboran teorías sobre la mente, ni expresan verbalmente sus pensamientos, deseos o sentimientos; pero puede que sí atribuyan mente a otros individuos de su misma especie o próximos, como el hombre. Al fin y al cabo, tampoco los seres humanos, a determinadas edades tempranas, hablan sobre la mente ni son conscientes de que tienen mente y sin embargo sí atribuyen mente a los demás, como veremos seguidamente. Para estudiar las atribu-

ciones o inferencia de estados mentales que los chimpancés pueden hacer, Premack y Woodruff realizaron ingeniosos experimentos, que se han seguido desarrollando en investigaciones posteriores con primates (Goodall, 1990).

Así como operar y manipular adecuadamente con objetos en un ambiente físico es una manifestación de capacidades mentales o inteligencia física; interpretar y manipular otras mentes en propio beneficio es indicador de la inteligencia social o teoría de la mente. En el engaño, un individuo sabe que otro tiene una representación errónea de la realidad o llega a provocar en el otro un conocimiento o representación equivocada, para aprovecharse y sacar partido en propio interés y beneficio, al predecir el comportamiento del otro a partir del conocimiento erróneo que éste tiene.

D. Byrne y A. Whiten (1988), psicólogo y primatólogo, editaron una antología de textos con el título de *Inteligencia maquiavélica*. Se recogían diversos trabajos que desarrollaban la tesis central de una inteligencia social o maquiavélica en primates y humanos. El término maquiavélico parecía oportuno para resaltar la capacidad de engañar, mentir, simular en las interacciones sociales de los individuos y también de establecer alianzas y estrategias de cara a determinados objetivos.

El ser humano pasa por una serie de etapas en el desarrollo y conformación de su teoría de la mente. Desde los primeros días de vida, el bebé sabe muchas cosas sobre el mundo, los objetos y sus propiedades, las personas, los acontecimientos y relaciones. El ser humano nace con pautas o disposiciones para procesar la información relevante del medio; tiene una mente física, una mente social y una mente lingüística, que lo capacita para responder eficaz y adaptativamente a las exigencias en los respectivos dominios. Véanse las publicaciones de Carey y Gelman (1991), Gómez

(2007), Karmiloff-Smith (1994), Karmiloff y Karmiloff-Smith (2005), Mehler y Dupoux (1994), Pinker (2002), y Xu, Spelke y Goddard (2005).

Desde el nacimiento, los niños procesan de manera distinta la información procedente del entorno humano o del entorno físico. Al nacer, los niños disponen de algún tipo de conocimiento estructural sobre los rostros humanos, a modo de predisposición innata. Los bebés diferencian y prefieren los estímulos sociales a los no sociales. Bebés de unos días pueden discriminar entre el rostro de su madre y el de un extraño. También un recién nacido distingue la voz de su madre de otros sonidos. Al bebé le sobresaltan ruidos repentinos y bruscos. Le tranquiliza la música rítmica. Pero a lo que más atiende es a las voces humanas. Puede dejar de llorar al escuchar la voz de su madre. Mueve las piernas con excitación cuando le habla.

En torno al año, por tanto antes del lenguaje, los niños realizan interacciones comunicativas con clara intencionalidad. A esta edad el niño puede resolver un problema: alcanzar un juguete que está fuera de su alcance valiéndose de un rastrillo, por ejemplo; pero también puede indicar a otra persona que le acerque el juguete. En el primer caso, realiza una acción inteligente utilizando un instrumento para conseguir un resultado; se trata de una inteligencia sensomotriz que con tanta finura y profundidad estudió Piaget, y ya lo podía hacer el niño a edades anteriores, a los 8 meses. Pero al requerir a otras personas para que le solucionen un problema, el niño de un año realiza una acción inteligente distinta: sigue utilizando la estructura medios-fines para resolver un problema, pero las acciones que ahora realiza suponen un conocimiento, no como antes sobre objetos físicos y sus relaciones mecánico-causales, sino un conocimiento sobre las personas y cómo influir en ellas para conseguir algo. Utilizar un rastrillo o utilizar un gesto son cosas muy distin-

tas. Los gestos suponen una comprensión práctica de cómo funcionan las personas en las interacciones sociales: indican en la mente del niño una competencia en psicología intuitiva para predecir y manipular el comportamiento de los demás; una teoría de la mente en el infante que todavía no habla.

Hacia el año y medio, los niños desarrollan la capacidad simbólica y los juegos de ficción. Según la teoría piagetiana, la función simbólica es una capacidad cognitiva de dominio general que engloba el lenguaje, las imágenes mentales, la imitación, el juego y supone un avance sobre la inteligencia sensomotriz, propia del primer año y medio de vida (Piaget, 1936, 1947). Sin embargo, para otros autores, los juegos de ficción son la primera manifestación conductual de que el niño tiene una teoría de la mente. Tal teoría estaría codificada genéticamente y se desplegaría en un momento dado del desarrollo cerebral, de modo similar a lo que ocurre con el módulo lingüístico (Leslie, 1997; Leslie & Roth, 1993). Entre el año y medio y los cinco años, los niños comienzan a comprender su propia mente y las de los otros. Atribuyen a la mente pensamientos, deseos, sentimientos, que son la causa de los comportamientos de las personas. Diferencian entre los pensamientos y representaciones en la mente y las cosas en el mundo.

En la investigación de la mente infantil se ha utilizado, y con gran éxito, el paradigma de la falsa creencia. En un estudio clásico de Wimmer & Perner (1983), un niño contempla una situación en la que el experimentador y otro niño, Juan, están juntos en una habitación. El experimentador esconde un trozo de chocolate bajo una caja que se encuentra delante de Juan. Entonces Juan sale un momento de la habitación y, mientras está ausente, el experimentador cambia el chocolate a otro escondite. Se le pregunta al niño dónde está realmente el chocolate y dónde lo buscará Juan cuando

do entre a la habitación. El niño tiene que distinguir entre lo que sabe que es cierto, o sea dónde está realmente ahora el chocolate, y lo que sabe del estado mental de Juan, de lo que piensa o cree Juan. Además, tiene que inferir que el comportamiento de búsqueda del chocolate por parte de Juan dependerá de las representaciones mentales de Juan y no de la realidad. A la edad de tres años los niños no resuelven correctamente el problema y responden en función de la situación real que ellos conocen. No comprenden que el protagonista se comportará según su creencia falsa. A los cuatro años los niños ya no tienen dificultad para resolver la tarea.

La teoría de la mente como sistema de conocimientos e inferencias que atribuye intenciones y sentimientos como causa de los comportamientos humanos, no sólo es capaz de comprender el engaño, la mentira o la creencia equivocada, sino que también sirve para engañar y manipular o para comunicarse y cooperar con otros. La capacidad de engañar, de inducir creencias falsas en la mente de otros para aprovecharse en beneficio propio de sus actos, es un buen indicador de la existencia de una teoría de la mente.

Teoría de la mente, neuronas espejo y Autismo

Los estudios realizados con personas autistas han proporcionado claves muy reveladoras sobre el desarrollo, la organización y la funcionalidad de la teoría de la mente, así como el papel clave que desempeñan los Sistemas de neuronas espejo en el síndrome del autismo y en los procesos de empatía. Los síntomas determinantes del diagnóstico de autismo son de cuatro tipos: a) Ausencia de empatía, aislamiento social, anormalidad en las relaciones con otras personas, que les lleva a la soledad. b) Deficiencia en el desarrollo del lenguaje y en la capacidad para comunicarse. c) Ausencia

de juegos de ficción espontáneos. d) Obsesión en movimientos, rutinas o intereses estereotipados. Estos síntomas no se pueden manifestar en el primer año de vida del niño, de ahí que en ese período el autismo pase desapercibido. Algunos bebés que parecen normales a esa edad se diagnostican después como autistas (Frith, 2003).

Podemos preguntarnos cómo sería un niño si no descubriera la mente, la propia y las demás; o cómo se comportarían los seres humanos si no dispusieran de una teoría de la mente, que nos permite comunicarnos e interactuar con los demás. La teoría de la mente nos posibilita entendernos y colaborar, también competir y engañar; expresar y hablar de nuestros estados mentales, pensamientos, deseos y sentimientos; atribuir a los demás estados mentales para anticipar, entender y responder adecuadamente a sus comportamientos y demandas; interactuar eficazmente, compartir experiencias, hablar sobre nosotros mismos y sobre el mundo. Sin una teoría de la mente el comportamiento de los otros resultaría caótico, sin orden ni concierto, imprevisible, sin sentido.

Sin una teoría de la mente, las personas nos parecerían extremadamente ingenuas, sin malicia, pero a la vez "egoístas involuntarios". Serían incapaces de colaborar y ser altruistas pero también de engañar estratégicamente y de captar los engaños y simulaciones. Sin una teoría de la mente, sus serias deficiencias sociales y comunicativas proclamarían, con más elocuencia que cientos de experimentos, la enorme importancia y el valor social de la competencia ausente. La teoría de la mente funciona de una forma tan eficaz y fácil y ubicua en las interacciones humanas, que tiende a pasar desapercibida. Su funcionamiento normalmente se sitúa por debajo del umbral de la conciencia. Pero está ahí, funcionando sin que nos demos cuenta (Rivière & Núñez, 1997).

Los investigadores se han preguntado si los niños autistas desarrollan una teoría de la mente, o de otra manera si el autismo pueda deberse a una incapacidad para desarrollar una teoría de la mente. Baron-Cohen, Leslie y Frith (1985) titularon una investigación ya clásica del modo siguiente: ¿tiene el niño autista una teoría de la mente?, recordando el trabajo de Premack y Woodruff (1978) con primates, comentado anteriormente. Para responder a esta pregunta, diseñaron el siguiente experimento. Se pedía a los niños que ordenaran cuatro dibujos en una secuencia y contarán la historia que se reflejaba. Había tres tipos de secuencias. El primero, las historias mecánicas: describían interacciones físicas entre objetos y personas; por ejemplo, un hombre da una patada a una piedra, ésta rueda montaña abajo y cae en el agua. El segundo tipo reflejaba interacciones conductuales entre las personas; por ejemplo, una niña quita un helado a un niño y se lo come. El tercer tipo de historias se describe mejor en un nivel mental; por ejemplo, una niña deja su muñeca en el suelo, detrás de ella, mientras corta una flor, alguien aparece y se la lleva; la niña se vuelve y se sorprende al ver que no está su muñeca.

Se comparó la capacidad de niños y jóvenes autistas de 6 a 17 años para hacer esta tarea, con la de niños con síndrome de Down, y niños normales de 4 años. La edad mental verbal y no verbal media de los niños autistas era superior a la de los otros dos grupos. A pesar de esta ventaja, los niños autistas rindieron peor que los otros dos grupos en las historias mentalistas, aunque lo hicieron mejor en la historia mecánica y de conducta. Por ejemplo, en las historias mentalistas, los autistas no atribuían el estado mental de sorpresa al personaje para dar sentido a la secuencia. Compararon las respuestas de autistas con niños normales de 4 años y con retraso mental. Constataron que la mayoría de niños de 4 años y los niños con síndrome de

Down podían predecir correctamente que una persona que no veía cómo alguien que había trasladado un objeto a un sitio distinto, lo buscaba en el lugar original, aunque realmente se encontraba en otra parte. Sin embargo, los niños autistas no atribuían creencia falsa o equivocada para explicar el comportamiento de búsqueda.

Las personas autistas no desarrollan una teoría de la mente como las personas normales, o incluso otro tipo de personas con retraso mental como el síndrome de Down. Ello explicaría sus dificultades para la comunicación e interacción social. Si los autistas no atribuyen mente a otras personas, no es sorprendente que las traten como objetos y que vivan aislados socialmente. Si no atribuyen creencias, intenciones, sentimientos a otras personas, la comunicación no es posible. Si no atribuyen creencias a los otros tampoco pueden intentar cambiarlas, engañarles, mentirles. Si no son conscientes de sus propios estados mentales no pueden diferenciar entre apariencia y realidad, entre pensamiento y realidad, cuando han descubierto que lo que tiene apariencia de un huevo es realmente una piedra, dicen que parece un huevo y realmente es un huevo o que parece una piedra y es realmente una piedra.

Los niños autistas, ya en los primeros meses de vida, parece que no muestran preferencia a la información y estimulación procedente de las personas, como ocurre en niños normales. Ni estimulaciones visuales como los rostros, ni auditivas como las voces les llaman la atención más que otros objetos o sonidos. No es que tengan problemas de percepción y reconocimiento, sino que no muestran preferencias. Les merece la misma atención que otros objetos físicos. En la etapa prelingüística, los niños autistas no responden ni usan actos comunicativos con función protodeclarativa para influir en estados mentales de otros, como llamar la atención, comunicar algo sobre algo. Sólo señalan y gesticulan con función

protoimperativa con el fin de conseguir algo.

Los niños autistas no son insensibles, lloran, ríen, aunque algunas expresiones faciales son atípicas y no fáciles de interpretar, pero en tareas experimentales, por ejemplo, no pueden emparejar un rostro sonriente con una voz feliz, un gesto de alegría y una situación agradable. Parece que no llegan a captar el significado de las emociones y no muestran empatía emocional con otras personas (Astington, 1993; Baron-Cohen, 1998; Frith, 2003). Para algunos autores esta deficiencia emocional es previa y determinante de las limitaciones cognitivas propias del autismo. La incapacidad para percibir las emociones de los otros y sintonizar con ellos en contextos pragmáticos, estaría presente ya desde el nacimiento y sería la limitación básica. Se plantea así la cuestión de si las deficiencias más básicas en el autismo son de carácter más emocional o más cognitivo.

Las neuronas espejo proporcionan claves muy interesantes para responder a estas preguntas. Si el sistema de neuronas espejo está relacionado con la capacidad de empatía y comunicación interpersonal, las personas que tienen problemas en estos ámbitos deberían presentar las alteraciones neurológicas correspondientes. Tal podría ser el caso de la esquizofrenia y el autismo. Investigaciones de M. Dapretto y otros autores (Dapretto, Davies & Pfeifer, 2006; Iacoboni & Dapretto, 2006) han estudiado la forma en que los adolescentes autistas reconocen la expresión facial de sus interlocutores. Los jóvenes examinaban 80 rostros, alegres y tristes, temerosos, irritados y neutros. A diferencia del grupo control, los autistas no manifestaban actividad en su corteza premotora. Pero las áreas de la corteza visual derecha y el lóbulo parietal anterior izquierdo mostraban intensa actividad. A la hora de imitar los semblantes, los resultados de ambos grupos no mostraron diferencias. Una posible explicación es

que, mientras las personas no autistas imitan y sienten las emociones observadas a través de su sistema especular, los autistas tienen que elaborar estrategias conscientes. Cuando una persona normal ve a alguien con una expresión facial triste, su cerebro simula la actividad neural que les lleva a ellos a poner una cara triste. Las motoneuronas se comunican con los centros emocionales y enseguida se percibe la tristeza. Las personas con autismo no logran vivenciar el significado emocional de la mímica reproducida a través de su estrategia alternativa. En los autistas el sistema especular estaría dañado.

En el Center for Brain and Cognition de la Universidad de California, San Diego, el equipo de V. Ramachandran viene investigando sobre las neuronas espejo en el autismo. Han constatado que las personas afectadas de autismo muestran una menor actividad de sus neuronas espejo en determinadas áreas cerebrales como el giro frontal inferior, corteza premotora, corteza cingulada anterior, lóbulo de la ínsula. Se valieron de estudios con EEG de la onda MU, que se producen en la gama de 8 a 13 Hertz. Este tipo de onda, componente del EEG, se bloquea cuando una persona mueve deliberadamente un músculo, por ejemplo abrir y cerrar la mano. Curiosamente tal componente se bloquea también cuando un sujeto ve a otro realizar la misma acción. Esta característica sugirió la utilización de la onda MU para registrar la actividad neuronal especular, de una forma sencilla y nada invasiva. Comprobaron que en el cerebro del autista se observaba una onda MU que se suprimía cuando ejecutaba un movimiento voluntario sencillo, pero cuando veía realizar esa misma acción a otro no se producía tal supresión, como sí ocurría en cerebros de probandos normales. Este hecho sugería que el sistema de control motor estaba normal, mientras era deficiente el sistema neural especular (Hirstein, Iversen & Ramachandran, 2001; Oberman

et al., 2005; Oberman & Ramachandran, 2005; Ramachandran & Oberman, 2006).

Son ya numerosas las investigaciones que parecen confirmar una disfunción en los sistemas neurales especulares en el cerebro de las personas con autismo. Pero todavía no conocemos los factores de riesgo, bien genéticos o ambientales, que causan tal déficit en las neuronas espejo, alterando su normal funcionamiento y que posteriormente obstaculizan el normal desarrollo de la teoría de la mente.

Discusión

La empatía es la capacidad de una persona para vivenciar los estados mentales de otros individuos, comprendiendo y comparando sus pensamientos y sentimientos. Hemos analizado dos marcos teóricos que se han propuesto para su explicación: las neuronas espejo y la teoría de la mente. Desde nuestro estudio las dos teorías no aparecen incompatibles, sino complementarias e integrables filogenética y ontogenéticamente. Las neuronas espejo sitúan la explicación a nivel de la neurociencia básica, mientras que la teoría de la mente propone una explicación más molar y mentalista propia de la psicología cognitiva.

La investigación en neuronas espejo evidencia que la empatía, y más general la cognición social no es sólo ni básicamente metacognición social, es decir conocimiento explícito y elaborado sobre los contenidos mentales de otras personas. Ciertamente podemos explicar el comportamiento de los demás sirviéndonos de los procesos mentales más complejos y nuestra capacidad de mentalizar, pero en la mayoría de las situaciones de interacción social tenemos un acceso más directo a la mente del otro y sus contenidos experienciales gracias a las neuronas espejo.

Los procesos de simulación que realizan las neuronas espejo tampoco explican adecuadamente toda la cognición social. La

capacidad de mentalizar y leer la mente de los otros requiere la activación de extensas regiones de nuestro cerebro, que para muchos investigadores irían incluso más allá de un Módulo de teoría de la mente, específico de dominio. Los mecanismos y procesos, más implícitos, directos y procedimentales de simulación propios de las neuronas espejo, así como los procesos más explícitos, elaborados y declarativos propios de mentalización y la teoría de la mente no son mutuamente excluyentes.

Nuestro cerebro parece estar diseñado para establecer analogías estructurales-funcionales entre nuestro estado neural-mental y el estado de otra persona. Esta capacidad forma parte de nuestra herencia evolutiva y memoria filética como primates sociales. Nuestro código genético nos posibilita construir teorías sobre otras mentes, porque nuestro cerebro evolucionó en entornos sociales complejos, en los que la colaboración con nuestros semejantes resultaba capacidad crítica para la supervivencia como individuo y como especie.

Los sistemas especulares congénitos con los que nace un niño se van cableando y desarrollando gracias a las interacciones sociales. Las redes neurales se van conformando con el desarrollo y la experiencia y a la vez las conexiones nerviosas que no se utilizan se perderían. El recién nacido puede imitar la mímica de sus padres; a los 12 meses puede anticipar y entender las intenciones de los actos que observa; a los 18 meses es capaz de seguir las acciones e imitarlas de manera consciente; a los 4-5 años ha elaborado una compleja teoría de la mente. La persona va madurando en empatía, control, ajuste personal y social, a la vez que sus sistemas neurales se vuelven más complejos.

Los sistemas neurales se van reestructurando y configurando a partir de las experiencias, hasta conseguir integrar unos sistemas neurales que posibilitan no sólo las

percepciones-acciones sino las intenciones-emociones, cada vez más complejas y diferenciadas, lo que desde otro marco explicativo se ha teorizado como teoría de la mente. En las primeras etapas de desarrollo los sistemas especulares permiten una comprensión e interacción con el otro desde una modalidad que podemos calificar de procedimental, implícita y pragmática. Con los aprendizajes y experiencias de socialización los sistemas neurales incorporan nuevos formatos de representación más explícitos, semánticos y conscientes, posibilitando la lectura de la mente del otro y la propia autoconciencia, la comprensión e interacción social, la teoría de la mente.

La aptitud para la empatía se va desarrollando a lo largo de la vida, a partir de los sistemas neurales, que van almacenando informaciones y experiencias sobre nuestros propios estados de ánimo. Las experiencias propias son básicas para comprender lo que sienten los otros. Sólo podemos comprender los estados mentales de alguien, sus pensamientos, intenciones, sentimientos, y anticipar sus comportamientos,

si antes hemos vivido experiencias similares en nuestro propio cuerpo. Nuestra propia vida emocional es la base para comprender y compartir las emociones de los otros. La empatía tiene componente innato pero también es susceptible de socialización y educación.

La investigación en neurociencia está modificando significativamente los conocimientos disponibles sobre el ser humano, sobre nosotros mismos y nuestra especie. El estudio de las estructuras y mecanismos neuropsicológicos que explican el comportamiento humano, ofrece en nuestro tiempo posibilidades y recursos para optimizar los procesos más humanos de comunicación interpersonal, intersubjetividad y empatía y no sólo a nivel interpersonal sino también intercultural. Las investigaciones en neuronas espejo y teoría de la mente ofrecen caminos prometedores para avanzar en el conocimiento, diagnóstico y tratamientos de determinados síndromes, como el autismo.

Artículo recibido: 01-07-2007
aceptado: 31-08-2011

Referencias

- Astington, J. W. (1993). *The child's discovery of the mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Barkow, J., Cosmides, L., & Tooby, J. (1992). *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. New York: Oxford University Press.
- Baron-Cohen, S. (1998). ¿Son los niños autistas mejores físicos que psicólogos? *Infancia y Aprendizaje*, 84, 33-43.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "Theory of Mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
- Binkofski, F., & Buccino, G. (2006). The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *Journal of Physiology*, 99, 396-405.
- Blakemore, S., & Decety, J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews: Neuroscience*, 2, 561-568.
- Byrne, R., & Whiten, A. (1988). *Machiavellian intelligence: Social expertise and the evolution of intellect in monkeys, apes and humans*. Oxford: Oxford University Press.
- Carey, S., & Gelman, R. (1991). *Epigenesis of the mind. Essays in psychology and knowledge*. New York: LEA.
- Carruthers, P., & Smith, P. (1996). *Theories of theories of mind*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cattaneo, L., & Rizzolatti, G. (2009). The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 66, 557-560.
- Dapretto, M., Davies, M.S., & Pfeifer, J. H. (2006). Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with

- autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 9, 28-30.
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, 11, 86-89.
- Extremera, N., & Fernández-Berrocal, P. (2005). Inteligencia emocional percibida y diferencias individuales en el meta-conocimiento de los estados emocionales; una revisión de los estudios con el TMMS. *Ansiedad y Estrés*, 11, 101-122.
- Fabbri-Destroand, M., & Rizzolatti, G. (2008). Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology*, 23, 171-179.
- Fernández-Berrocal, P., & Extremera, N. (2006). La investigación de la inteligencia emocional en España. *Ansiedad y Estrés*, 12, 139-153.
- Frith, U. (2003). *Autism: explaining the enigma*. Malden MA: Wiley-Blackwell.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593-609.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 493-501.
- Gallese, V., Keysers C., & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 396-403.
- García-García, E. (2001). *Mente y cerebro*. Madrid: Síntesis.
- Golman, A. (2006). *Simulating minds: The philosophy, psychology and neuroscience of mindreading*. New York: Oxford University Press.
- Gómez, J.C. (2007). *El desarrollo de la mente en los simios, los monos y los niños*. Madrid: Morata.
- Goodall, J. (1990). *Through a window: Thirty years with the chimpanzees of Gombe*. London: Weindenfeld-Nicholson.
- Hirstein, W., Iversen, P., & Ramachandran, V. (2001). Autonomic responses of autistic children to people and objects. *Proceedings of the Royal Society of London*, 268, 1883-1888.
- Humphrey, N. (1976). The social function of intellect. In P. Bateson & R. Hinde (Eds.): *Growing points in Ethology*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Humphrey, N. (2002). *The inner eye*. New York: Oxford University Press.
- Hurley, S., & Chater, N. (2005). *Perspectives on imitation: From neuroscience to social science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Iacoboni, M. (2008). *Mirroring people: The new science of how we connect with others*. New York: Farrar, Straus & Giroux.
- Iacoboni, M. (2009): Imitation, empathy, and mirror neurons. Annual Review of Psychology, 60, 653-670.
- Iacoboni, M., & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 942-951.
- Karmiloff, K., & Karmiloff-Smith, A. (2005). *Hacia el lenguaje*. Madrid: Morata.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Leslie, A. (1997). The origins of theory of mind. *Psychological Review*, 94, 84-106.
- Leslie, A., & Roth, D. (1993). What autism teaches us about metarepresentation. In S. Baron-Cohen, H. Tager-Flusberg, & D. J. Cohen (Eds.): *Understanding other minds: perspectives from autism*. Oxford: Oxford University Press.
- Mehler, J., & Dupoux, E. (1994). *Nacer sabiendo*. Madrid: Alianza.
- Meltzoff, A. N. (2007). The 'like me' framework for recognizing and becoming an intentional agent. *Acta Psychologica*, 124, 26-43.
- Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1977). Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates. *Science*, 198, 75-78.
- Mithen, S. (1998). *The prehistory of the mind: A search for the origins of art, religion and science*. London: Thames and Hudson.
- Oberman, L. M., Hubbard, E., McCleery, J., Altschuler, E., Pineda, J., & Ramachandran, V.S. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24, 190-198.
- Oberman, L.M., & Ramachandran, V.S. (2005). The simulating social mind: The role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. *Psychological Bulletin*, 133, 310-327.
- Perner, J. (1993). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pfeifer, J., Iacoboni, M., Mazziotta, C., & Dapretto, M. (2008). Mirroring others' emotion relates to empathy and interpersonal competence in children. *Neuroimage*, 39, 2076-2085.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchatel: Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1947). *La psychologie de l'intelligence*. Paris: Colin.
- Pinker, S. (2002). *The blank slate*. New York: Viking.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind?

- Behavioral and Brain Sciences*, 4, 515-526.
- Ramachandran, V. (2006): Mirror neurons and the brain in the vat. *Edge*, 176. Extraído el 19 de septiembre del 2011 desde www.edge.org/3rdculture/ramachandran06/Ramachandran06index.html+jam.
- Ramachandran, V., & Oberman, L. (2006). Broken mirrors: A theory of autism. *Scientific American*, 5, 62-69.
- Rivière, A., & Núñez, M. (1997). *La mirada mental*. Buenos Aires: Aique.
- Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and imitation. In S. Hurley & N. Chatter (Eds.). *Perspectives on imitation: From neuroscience to social science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 661-670.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2006). Mirrors in the mind. *Scientific American*, 295, 54-61.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2006). *Las neuronas espejo*. Barcelona: Paidós
- Singer, T., & Kraft, U. (2005). Empatía. *Mente y Cerebro*, 11, 60-65.
- 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.
- Whiten, A. (1991). *Natural theories of mind*. Oxford: Blackwell.
- Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128.
- Xu, F., Spelke, E., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, 8, 88-101.