

Las neuronas espejo: presupuesto fisiológico de la empatía emocional y de las conductas sociales y morales en primates humanos y no humanos*

Mirror Neurons: Physiological Requirement for Emotional Empathy and Social and Moral Behaviour Of Human and Nonhuman Primates

Vicente Claramonte Sanz[†]

Resumen

A partir de la evidencia científica y los análisis debidos a los estudios de investigadores como Rizzolatti, Sinigaglia, Gallese, Goldman, Iacoboni, etc., este artículo argumenta que el vínculo entre neuronas espejo y empatía emocional resulta corroborado por los estudios de Neurociencia sobre la actividad perceptiva y las reacciones emocionales. En particular, con las aportaciones de Damasio realizadas a partir del estudio de ciertas lesiones cerebrales y de su repercusión en la actividad emocional, en las destrezas sociales y en la capacidad de evaluación cognitiva de la realidad por el paciente lesionado antes y después de la lesión. Después repasa algunas inferencias plausibles acerca del papel desempeñado por la actividad neuroespecular y por la experiencia de la empatía intersubjetiva en el desarrollo de las conductas sociales con fuertes implicaciones morales, como es el caso de la cooperación, el altruismo o la solidaridad. El artículo concluye respondiendo a algunas objeciones planteadas sobre la relevancia y función de las neuronas espejo en la experiencia de la empatía emocional y en el desarrollo de conductas sociales.

Palabras clave: filosofía de la biología - epistemología evolucionista - empatía emocional - neuronas espejo

Abstract

Based on scientific evidence and studies achieved by researchers as Rizzolatti, Sinigaglia, Gallese, Goldman, Iacoboni, etc., this paper argues that link between mirror neurons and emotional empathy becomes corroborated by Neuroscience studies about perceptive activity and emotional responses. And in particular by Damasio's contributions about certain brain damages and its effects in emotional activity, in social skills and damaged patient's cognitive evaluation ability before and after damage. Latter, the paper checks some plausible inferences about role accomplished by neuron mirror activity and intersubjective empathy experience in development of social behaviour with strong moral implications, as cooperation, altruism and solidarity. The paper ends considering some objections suggested against function and relevance of mirror neurons in emotional empathy experience and development of social behaviour.

Keywords: philosophy of biology - evolutionist epistemology - emotional empathy - mirror neurons

* Recibido: 8 de Marzo de 2016. Aceptado con revisiones: 5 de Diciembre de 2016.

[†] Área de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Departamento de Filosofía, Universitat de València. Para contactar al autor, por favor, escribir a: vicente.claramonte@uv.es.

Metatheoria 8(2)(2018): 15-22. ISSN 1853-2322.

© Editorial de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Publicado en la República Argentina.

1. Primates, empatía e interacciones sociales

Tanto las formas rudimentarias de empatía como las conductas sociales más complejas presuponen la capacidad de reconocer las emociones ajenas a partir de la lectura del dolor, miedo, asco, alegría, etc., en el rostro o la gestualidad facial y corporal. Las manifestaciones de empatía emocional observadas entre primates humanos y no humanos son demasiadas para citarlas exhaustivamente aquí, bastará con señalar algunas de las más significativas. En todo caso, si la resonancia emocional existe, ¿cuál sería su mecanismo fisiológico subyacente? Desde hace unas dos décadas, la Neurociencia intenta responder a esa pregunta a partir del descubrimiento de las neuronas espejo por Rizzolatti y Sinigaglia (2006). Actualmente, una gran mayoría de seudocientíficos aceptan que desempeñan un papel clave en la empatía emocional, cuyo mecanismo neuroespecular posibilitador suele llamarse “resonancia” o “simulación”. Así, las neuronas espejo constituirían la primera prueba de índole fisiológica sobre el vínculo neural entre observación e imitación.

Rizzolatti y Sinigaglia (2006, p. 171) han estudiado la posibilidad de identificar las regiones cerebrales implicadas en las reacciones de una emoción primaria como el asco ante estímulos gustativos y olfativos. Sus conclusiones destacan el papel desempeñado por la corteza insular o ínsula, funcionalmente vinculada a los centros olfativos y gustativos y receptora de la información neuronal responsable de la visión de los rostros y señales relativas a los estados internos del cuerpo (Rizzolatti & Sinigaglia 2006, p. 173). La ínsula está directamente relacionada con la actividad del sistema límbico, formado por varias estructuras cerebrales gestoras de las respuestas fisiológicas del organismo ante estímulos emocionales. Por ello se vincula directamente con la memoria, la atención, los instintos sexuales y las emociones, y así, con la personalidad y la conducta.

La región anterior de la ínsula se activa con la visualización de los gestos faciales ajenos expresivos del asco (Schienle 2002), respondiendo selectivamente a la visión de las caras asqueadas (Krolak-Salmon *et al.* 2003). Varios estudios en pacientes con graves lesiones en la ínsula corroboran que la activación de la ínsula desempeña un papel clave tanto para desencadenar sensaciones y reacciones de asco como para percibirlo en un rostro ajeno. Pese a perder la capacidad de captar el asco ajeno y propio a partir de estímulos visuales y auditivos, un paciente la mantenía intacta respecto del miedo y la rabia propios y ajenos (Calder 2002). Otro, tras recibir estímulos visuales y auditivos con diversas situaciones que suelen asquear, ni se inmutó, y declaró que la comida le parecía deliciosa; en primera persona confirmó dicha incapacidad, pues deglutía cosas absolutamente incomedibles que a cualquier otra persona le repugnaría tan solo contemplar (Adolphs, Tranel & Damasio 2003). En conclusión, experimentar asco en primera y tercera persona tiene un sustrato neural común en el que la ínsula desempeña un papel clave, lo cual sugiere que captar la emoción ajena del asco “no presupone ni se basa en procesos cognitivos de tipo inferencial o asociativo” (Rizzolatti & Sinigaglia 2006, p. 175).

No obstante, afirmar la intervención de un mecanismo tipo espejo requeriría además garantizar la activación de la misma región de la ínsula en primera y en tercera persona. A tal efecto, se organizaron dos sesiones distintas con voluntarios sanos. Una olfativa, con exposición a olores agradables o bien asquerosos; y otra visual, con exposición a vídeos de personas olfateando un vaso relleno con líquido maloliente, oloroso o inodoro, y reaccionando con muecas de asco, placer o una expresión neutral (Wicker *et al.* 2003). La sesión olfativa demostró la activación de la amígdala, por olores agradables y desagradables, y de la ínsula, con regiones distintas para los agradables y desagradables. La sesión visual demostró que la ínsula solo se activa al observar las muecas de asco, no de placer ni neutras. Pero, he aquí la clave, la región anterior de la ínsula izquierda y la región anterior de la corteza del cíngulo del hemisferio derecho, ambas activadas, coinciden y se superponen con las estructuras cerebrales activadas cuando los voluntarios olfateaban los olores desagradables. Por consiguiente, en el reconocimiento del asco en primera y tercera persona se activa la misma región de la ínsula, y con ello puede hablarse ya de evidencia científica sobre la intervención de un mecanismo espejo en el reconocimiento de la emoción del asco.

Igual sucede con el dolor. En la región anterior de la corteza del cíngulo existen neuronas que responden tanto al recibir estímulos dolorosos en la mano como al observar los mismos estímulos aplicados en otros individuos (Hutchison *et al.* 1999). En un experimento se sometió a voluntarios a una descarga eléctrica dolorosa, y en una segunda sesión contemplaron la mano de un ser querido con idénticos electrodos tras decirseles que había recibido la misma descarga recién sentida por ellos. En ambas situaciones se activaron la ínsula anterior y la corteza del cíngulo. Esta coincidencia prueba que la experiencia directa del sufrimiento y *su mera evocación* son activadas por un mecanismo espejo similar al observado con el asco (Singer *et al.* 2004).

A partir de tales resultados, Rizzolatti y Sinigaglia interpretan la comprensión por resonancia de las emociones propias y ajenas de modo básicamente coincidente con la propuesta por Damasio con la expresión “como si”. La experiencia de sentir una emoción propia y la de reconocer dicha emoción en una tercera persona dependen de la implicación de idénticas zonas de la corteza somatosensorial y de la ínsula, y por ello la visión de una cara dolorida o asqueada en otra persona determina en el cerebro del observador una modificación resonante tal en la activación de sus propios mapas corpóreos que percibiría la e-moción ajena *como si* fuera él mismo quien la siente (Damasio 2005). Así, la observación de caras ajenas expresando emociones de dolor o asco activaría las neuronas de la corteza premotora y estas enviarían a las zonas somatosensoriales e ínsula una copia eferente de su patrón de activación muy similar a la enviada cuando el mero observador experimenta idéntica emoción; la activación en las zonas aferentes de dicha copia, análoga a la activada cuando el observador experimenta la misma emoción, constituiría para Damasio el proceso subyacente a la comprensión de las reacciones emotivas de los demás. Rizzolatti y Sinigaglia coinciden en aceptar la resonancia del sistema motor al contemplar los movimientos faciales ajenos, pero como también surge ante gestos sin expresión emotiva –los electrodos en la mano del ser querido–, consideran redundante la intervención de la corteza sensorial y atribuyen el reconocimiento de las emociones ajenas solo a la ínsula. Los estímulos visuales aferentes con datos de gestos expresivos de emociones llegarían a la ínsula, “donde activan un mecanismo espejo autónomo y específico, capaz de codificarlas inmediatamente en sus correspondientes formatos emotivos” (Rizzolatti & Sinigaglia 2006, p. 181). Así, la ínsula constituiría la sede del mecanismo espejo subyacente al reconocimiento de las emociones ajenas, por ser tanto la región donde se representan los estados corporales internos como el centro de integración visceromotora que transforma los estímulos sensoriales aferentes en reacciones viscerales. En otras palabras, no necesitaríamos reproducir íntegramente el comportamiento ajeno para captar su emotividad, como tampoco reproducir la acción ajena mediante un mecanismo neuroespecular requiere su previa comprensión. Nuestra percepción de las acciones y las reacciones emotivas ajenas “parecen ir emparejadas con un mecanismo espejo que permite a nuestro cerebro reconocer inmediatamente todo lo que vemos, sentimos o imaginamos que hacen los demás” (Rizzolatti & Sinigaglia 2006, p. 182). Podemos captar los actos e intenciones de los demás, así como sus emociones, por medios distintos de la resonancia neural –asociación, reflexión o inferencia–, pero en tales casos se observa que la respuesta de la percepción cognitiva en tercera persona resulta mucho menos intensa y deviene carente de coloración auténticamente emotiva.

Esta comprensión directa e inmediata de las emociones ajenas posibilitada por las neuronas espejo constituye el requisito previo del comportamiento empático subyacente a las interacciones individuales implicadas en las especies con una intensa y compleja sociabilidad. No obstante, resonar en la misma sintonía de onda emocional de otro individuo todavía dista mucho de una auténtica implicación empática con él. Pero existe evidencia de que, incluso a escala de una sola neurona, el cerebro refleja de modo especular aspectos de la actividad mental ajena, incluyendo la intención, por lo cual las neuronas espejo parecen trazar la senda hacia “una explicación neurofisiológica plausible de las formas complejas de cognición e interacción sociales” (Iacoboni 2009, p. 15). En un entorno social, para acceder a buena parte de la actividad mental y emocional ajena, y así poder codificar la conducta ajena, no asociamos, inferimos, cotejamos patrones de conducta ni generamos complejos algoritmos electroquímicos. Empleamos las neuronas espejo. Y también las especies de animales no humanos evolutivamente más próximas a la nuestra.

Tanto los primates humanos como los no humanos no pueden mirar una fruta sin invocar a la vez, mediante la activación automática de las neuronas canónicas, los planes motores requeridos para tomarla (Iacoboni 2009, p. 15). Tampoco pueden ni siquiera observar que alguien tome una fruta sin invocar a la vez, mediante la activación automática de las neuronas espejo, los planes motores requeridos para tomarla ellos mismos. Esto sucede, según expone Iacoboni, porque nuestra mera cognición de la fruta involucra los planes motores necesarios para obtenerla, como lo demuestra el patrón de activación simultánea de las neuronas canónicas y espejo en el área F5 del cerebro. La percepción y la acción son “dos caras de la misma moneda, inextricablemente ligadas entre sí” (Iacoboni 2009, p. 20). Así sucede igualmente cuando primates humanos y no humanos contemplan las acciones de sus congéneres, pues sus neuronas canónicas se activan ante la percepción de las acciones realizadas por terceros sin mediar ningún movimiento. En nuestro caso, adicionalmente, las neuronas espejo se activan cuando alguien patea una pelota, ve u oye a alguien patearla e incluso cuando solo pronuncia u oye la palabra “patear”. Más aún, durante la lectura, las neuronas espejo simulan en el cerebro del lector las acciones leídas tal como si estuviera realizándolas (Aziz-Zadeh *et al.* 2006), circunstancia consistente con la coincidencia, ya indicada, entre los circuitos neurales espejo activados tanto ante el sufrimiento del dolor o del asco como por la mera evocación de ambos y sin necesidad de estímulo visual u olfativo. En cualquier modo, la amplitud y diversidad de la simulación o resonancia posibilitada por las neuronas espejo parece desempeñar un papel clave en nuestras interacciones sociales.

2. Empatía y neuronas espejo: ¿cómo funciona la simulación?

Al efecto, Gallese y Goldman (1998) indagaron la hipótesis de si las neuronas espejo pudieran estar implicadas en la *mindreading ability* o teoría de la mente, en la capacidad para inferir con acierto los estados mentales ajenos. Para ello, Fogassi diseñó un experimento que demostró cómo el patrón de activación neuronal durante la observación de la intención del movimiento prensil del experimentador reflejaba estrechamente el patrón de la activación neuronal producido cuando el mono ejecutaba las acciones prensiles. Si una célula producía una descarga cuando el mono tomaba el alimento para comerlo y colocarlo en un recipiente, esa misma célula producía la misma descarga cuando el mono observaba al experimentador humano (Fogassiet *et al.* 2005). Posteriormente otro experimento, consistente en capturar imágenes del cerebro humano, respaldó tal afirmación. Permitió identificar las neuronas espejo del área F5 midiendo su respuesta mientras los monos realizaban movimientos orientados por objetivos, y después mientras observaban a los experimentadores realizar idénticos movimientos (Kohler *et al.* 2002). Tras verificarse en condiciones visuales y auditivas, solo visuales y solo auditivas, los resultados fueron contundentes: las neuronas espejo producen descargas en las tres condiciones experimentales. Así, los primates humanos y no humanos, al percibir el crujir de un cacahuete, también activan en su cerebro el plan motor necesario para abrirlo, como si solo pudieran reconocer tal sonido simulando por imitación interna en su cerebro la acción que lo produce (Iacoboni 2009, p. 43).

Tanto el estudio de Fogassi como el experimento de captura de imágenes respaldan la hipótesis de que las neuronas espejo nos permiten comprender los estados mentales ajenos con su resonancia o simulación en el cerebro, puesto que codifican de modo diferente el mismo movimiento prensil asociado con distintas intenciones y tanto cuando actualizamos efectivamente el movimiento como cuando solo lo observamos. Los circuitos de neuronas espejo activados en el cerebro del agente al implementar sus propias intenciones se activan también al distinguir las diversas intenciones asociadas a las acciones ajenas, mediante un tipo de simulación automática que requiere el mínimo esfuerzo. Al ubicarse en la zona gestora del comportamiento motor y enviar las señales directamente a los músculos, la resonancia producida por las neuronas espejo procede de modo radicalmente distinto a la “pantomima deliberada, laboriosa y cognitiva de ponerse en la situación de otra persona” (Iacoboni 2009, p. 80), a la simulación consciente o a cualquier otro tipo imaginable de transposición psíquica deliberada. El

reconocimiento premeditado y explícito no tiene por qué necesariamente preceder a la imitación, pues las neuronas espejo ofrecen una simulación irreflexiva y automática, a menudo llamada “imitación interna”. En palabras de Gallese (2006), “es como si el otro se transformara en otro yo”. En definitiva, las neuronas espejo nos permiten simular en el cerebro las intenciones ajenas, aptitud cuyo ejercicio en última instancia nos atribuye “una amplia comprensión de sus estados mentales” (Iacoboni 2009, p. 81), y por ello contamos con tantas constataciones de una elevada correlación entre algunas formas generales de reflejo especular neuronal y la empatía.

Según esta “hipótesis de la empatía a través de las neuronas espejo” (Iacoboni 2009, p. 122), estas se activan al ver u oír a los demás expresar sus emociones tal como si nosotros estuviéramos gestualizando las expresiones faciales percibidas. Mediante dicha activación, además, las neuronas espejo envían señales aferentes a los centros emocionales del sistema límbico, cuya respuesta nos permite sentir las emociones asociadas con los gestos faciales observados; la felicidad asociada a la sonrisa o la tristeza asociada al llanto. Tras ello, suele producirse la retroalimentación facial, cuyo mecanismo especular subyacente deriva de resonar o simular internamente como propias las expresiones observadas en otros. Si esta exposición de cómo la imitación especular respalda el reconocimiento de las emociones ajenas es cierta, entonces la aptitud para imitar debería ser directamente proporcional a la aptitud para reconocer las emociones ajenas, y con ello, las personas más aptas para imitar y reconocer también estarían dotadas de mayor empatía hacia los demás (Iacoboni 2009, p. 115). Es decir, debería observarse una correlación entre la tendencia a imitar internamente al otro y la capacidad para empatizar con él. Hipótesis demostrada con tres experimentos distintos por Chartrand y Bargh (1999), quienes llamaron “efecto camaleón” al vínculo percepción-conducta subyacente a las interacciones sociales y posibilitador de la empatía.

Pero además existe un proceso del desarrollo neurofisiológico del cerebro infantil por cuya virtud las neuronas espejo parecen desempeñar un papel clave en la empatía. Mucho antes de adquirir conciencia de nosotros mismos, sin siquiera darnos cuenta, aprendemos a sonreír mediante un instintivo bucle de sintonización empática (Iacoboni 2009, p. 134). Siendo básicamente correcta esta descripción sobre el funcionamiento de los circuitos neuroespeculares en el cerebro, podría afirmarse que la conceptualización dialéctica de las nociones “yo” y “otro” se entreteteje en las neuronas espejo hasta diluir los límites de la alteridad, pues en el cerebro infantil son formadas por las interacciones entre el yo y el otro. Si ya en estados tan tempranos de desarrollo cerebral se configuran a partir de las interacciones yo-otro, parece verosímil que después en la vida adulta esas mismas células cerebrales sean empleadas para comprender el significado de la actividad mental ajena. El autoreconocimiento y la simulación caminan parejos porque las neuronas espejo surgen ya en una fase muy temprana del desarrollo cerebral y precisamente mediante un mecanismo con el cual el “yo” simula por resonancia al “otro”: “son la consecuencia neuronal de esta sincronía motora temprana entre el yo y el otro” (Iacoboni 2009, p. 134), y así devienen los elementos neuronales codificadores del “yo” y el “otro” como los actores de esta sincronía. Ello nos facilita vernos en los demás, y en última instancia constituye las bases de la empatía social. Es reveladora la importancia del contexto social en el desarrollo de la capacidad de autoreconocimiento en primates no humanos, pues el aislamiento la inhibe, mientras una socialización rica la facilita. La diferencia viene dada por las interacciones y relaciones mantenidas cotidianamente con los otros, pues constituyen un continuo estímulo de activación para las neuronas espejo. Así, en primates no humanos y humanos, cuando interactuamos con los otros, “nos encontramos tanto con ellos como con nosotros” (Iacoboni 2009, p. 135), fenómeno por el cual se establece un estrecho vínculo entre el yo y el otro, entre el sentido del yo y el entorno social. La intersubjetividad y la empatía social tienen profundas raíces biológico-evolutivas.

Esta mutua dependencia intersubjetiva yo-otro posibilitada por las neuronas espejo se desarrolla progresivamente después en más complejos vínculos asociativos de individuos, de tipo yo-nosotros o nosotros-vosotros, hasta configurar las relaciones sociales. Al estar funcionalmente especializadas para dotar de sintonía, valencia y significado emocional a las interacciones de los individuos en un entorno social, las neuronas espejo establecen las bases psicosociales del compromiso y de la convivencia gregaria. Y por ello constituyen la evidencia fisiológica de cómo la evolución ha configurado al ser

humano interconectado de modo interno y recíproco. Al permitir comprendernos entre nosotros mediante simulación interna o resonancia emocional y conectarnos por empatía, las neuronas espejo demuestran cómo la evolución ha dotado a nuestra neurobiología para el compromiso yo-otro constituyente de la sociedad. Estos mecanismos neurobiológicos de reflejo especular permiten generar y asimilar el vínculo yo-otro mediante valencias emocionales positivas o negativas y después, por vía de transmisión intergeneracional y categorización cultural, en última instancia atributivas de significación moral normativa, aprobatoria o reprobatoria de las interacciones sociales. Por ello, los códigos sociales que condensan la moralidad normativa imprescindible para implementar una organización armoniosa y pacífica de toda sociedad humana se hallan en buena medida inspirados por nuestra biología.

3. Algunas objeciones a la teoría de la simulación

Esta tesis de la *Simulation Theory* (ST) viene confrontada, como es sabido, con la *Theory Theory* (TT). Spaulding (2012) se halla entre los recientes detractores de la ST, y afirma expresamente que las neuronas espejo no constituyen evidencia científica para apoyarla. Su posición nos parece excesivamente dependiente del estudio de Brass *et al.* (2007) y entendemos que Spaulding se limita a especular a partir del mismo. Argumenta que los patrones de activación de las neuronas espejo al observar una conducta, comparando los cerebros de agente y observador, presentan notables diferencias que no involucran a las neuronas espejo (Spaulding 2012, p. 527): en clara asimetría comparativa, el cerebro del actor procesa información propioceptiva y perceptual relativa a la ejecución de la acción pero el del observador no, mientras en el cerebro del observador –este sería el núcleo relevante de su objeción– se activan diversas respuestas inhibitorias no activadas en el del agente.

Afortunadamente, cabría añadir. De lo contrario actuaríamos como loros de repetición, si al observar la conducta ajena nos viéramos inevitablemente compelidos a imitarla. Con su afirmación, Spaulding omite parte de la literatura publicada entre el citado artículo de Brass *et al.* (2007) y el suyo propio (2012), en la cual este fenómeno se explica con las superneuronas espejo. Algunas muestran un patrón de activación interesante, pues se cierran completamente mientras el observador contempla la acción, circunstancia que sugiere puedan desempeñar una función inhibitoria durante la observación de la conducta, indicando a las neuronas espejo ortodoxas, y también a otras neuronas motoras, que la acción observada no debe imitarse (Iacoboni 2009, p. 198). Al excluir tal elemento, para explicar este fenómeno Spaulding recurre a literatura incluso anterior a la citada, y emplea la distinción *online/offline*, acuñada por Nichols y Stich (2003), para aludir al estado de activación o desactivación de las neuronas espejo según se hallen en modo de ejecución o de observación, concluyendo en que la distinción *online/offline* no se basa tanto en las neuronas espejo como en el *sistema* neuroespecular, y por ello la activación de las neuronas espejo no es en sí misma simuladora, lo es el sistema de neuronas espejo (Spaulding 2012, p. 528). Análogamente, las neuronas canónicas no serían en sí mismas cognitivas o motoras, solo lo sería el sistema neurocanónico o, por extensión, el cerebro. Y derivando este argumento hasta sus últimas consecuencias, tampoco un ladrillo gozaría de eficacia constructiva, solo la tendría el muro donde se integra. Sin comentarios.

Spaulding afirma además que unos mofletes sonrojados pueden indicar vergüenza, enfado o incluso un golpe de calor, al igual que una manifestación conductual puede indicar la intención de comer, dar, lanzar, etc. A partir de ahí concluye en que la heurística de la simulación no ofrece la información requerida para atribuir una intención al objetivo observado, lo cual demostraría que las neuronas espejo no proporcionan evidencia consistente para preferir la ST a la TT, y que la ST continúa requiriendo mecanismos de TT para que las neuronas espejo desempeñen alguna función en la *mindreading ability* (Spaulding 2012, p. 531). De nuevo, sospechamos, su argumento solo puede construirse ignorando la literatura disponible, pues los citados experimentos de Rizzolatti, Sinigaglia y Iacoboni sobre las expresiones observadas, tanto en primera como en tercera persona, ante situaciones de asco y dolor, así como ante las acciones de beber en una taza, patear, quebrar un cacahuete, etc., demuestran la lectura por el observador de las emociones, intenciones o acciones del agente a partir de procesos de resonancia y

coparticipación empática asociados siempre a la actividad de las neuronas espejo. Experimentos donde la manifestación fisiológica observada en tercera persona, sean los mofletes enrojecidos de Spaulding o las muecas de asco y dolor de Rizzolatti y Sinigaglia, viene asociada a la experiencia del asco o el dolor vivida por la primera persona; donde la tercera persona observadora realiza algún tipo de lectura exitosa, en el sentido de acertadamente predictiva, de la emoción, intención o acción implicada en la mente de la primera persona actora; y donde, por último, las neuronas espejo están siempre activas desempeñando una función capital en todo el proceso cognitivo.

Adicionalmente, alguna literatura científica parece cuestionar que las neuronas espejo contribuyan a explicar ciertos aspectos de la cognición y las emociones. Así, para Oztóp, Kawato y Arbib (2013, p. 46), aun siendo cierto que la actividad de las neuronas espejo en el área F5 está vinculada a la observación de la acción, dicha activación es insuficiente por sí misma para comprender el movimiento, pues F5 contiene también neuronas canónicas que solo funcionan en el contexto más amplio proporcionado por otras regiones cerebrales al comprender y planificar acciones. Sin olvidar la posibilidad, en vías de verificación, de que las regiones parietales donde se subordina el área F5 sean las responsables finales de la comprensión de la acción (Oztóp, Kawato y Arbib 2013, p. 47). Lo mismo afirma Casile (2013), para quien las neuronas espejo no deben confinarse al córtex premotor o al lóbulo parietal inferior. No obstante, en nuestra opinión, tales hallazgos no niegan la función e importancia de las neuronas espejo en la *mindreading ability*, más bien sugieren precisar su ajuste. De hecho, los modelos computacionales propuestos para representar la comprensión de la acción, tanto el de Gallese y Goldman (1998) como en su variante sofisticada por Oztóp, Kawato y Arbib (2013), involucran la actividad de las neuronas espejo como presupuesto. En otras palabras, incluso aceptando que la comprensión de las intenciones ajenas no descansa exclusivamente en ellas, y que la actividad cognitiva subyacente a la *mindreading ability* remita a circuitos de redes neurales más amplios, según el estado actual de la investigación, en cualquier explicación sobre la destreza observada en primates humanos y no humanos para captar y predecir las intenciones ajenas, las neuronas espejo están presentes y desempeñan una función clave, aunque todavía por precisar. Este es el sentido, en nuestra opinión, y no otro, de la conclusión alcanzada por Oztóp, Kawato y Arbib (2013, p. 47), al afirmar sobre las neuronas espejo que “their (possible) role in an understanding network must be the target for research, for which the current anatomical and behavioral data falls short of giving a full picture”. Así se confirma en la discusión sugerida por los autores, pues para completar las piezas de dicho rompecabezas afirman que la información más directa puede obtenerse mediante la focalización de la Neurofisiología “on the population level temporal activation of MNs” (Oztóp, Kawato & Arbib 2013, p. 57, énfasis en el original). En definitiva, su estudio reevaluaría el alcance y la precisión del papel atribuido hasta la fecha a las neuronas espejo en el marco de redes neurales más amplias y a partir de los datos disponibles, pero en ningún caso su necesidad y relevancia a la hora de explicar plausiblemente la *mindreading ability*.

Bibliografía

- Adolphs, R., Tranel, D. y A. Damasio (2003), “Dissociable Neural Systems for Recognizing Emotions”, *Brain Cognition* 52: 61-69.
- Aziz-Zadeh, L., Wilson, S., Rizzolatti, G. y M. Iacoboni (2006), “Congruent Embodied Representations for Visually Presented Actions and Linguistic Phrases Describing Actions”, *Current Biology* 16: 1818-1823.
- Brass, M., Schmitt, R., Spengler, S. y G. Gergely (2007), “Investigating Action Understanding: Inferential Processes versus Action Simulation”, *Current Biology* 17(24): 2117-2121.
- Chartrand, T. y J. Bargh (1999), “The Chameleon Effect: The Perception-Behavior Link and Social Interaction”, *Journal of Personality and Social Psychology* 76(6): 893-910.
- Calder, A., Lawrence, A. y A. Young (2002), “Impaired Recognition and Experience of Disgust Following Brain Injury”, *Nature Neuroscience* 3: 1077-1078.

- Casile, A. (2013), "Mirror Neurons (and Beyond) in the Macaque Brain: An Overview of 20 Years of Research", *Neuroscience Letters* 540: 3-14.
- Damasio, A. (2005), *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y de los sentimientos*, Barcelona: Crítica.
- Fogassi, L., Ferrari, F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F. y G. Rizzolatti (2005), "Parietal Lobe: From Action Organization to Intention Understanding", *Science* 308: 662-667.
- Gallese, V. (2006), "Intentional Attunement: A Neurophysiological Perspective on Social Cognition and its Disruption in Autism", *Brain Research* 1079(1): 15-24.
- Gallese, V. y A. Goldman (1998), "Mirror Neurons and the Simulation Theory of Mind-Reading", *Trends in Cognitive Sciences* 2: 493-501.
- Hutchison, W., Davis, K., Lozano, A., Tasker, R. y J. Dostrovsky (1999), "Pain-Related Neurons in the Human Cingulate Cortex", *Nature Neuroscience* 2: 403-405.
- Iacoboni, M. (2009), *Las neuronas espejo. Empatía, neuropolítica, autismo, imitación o de cómo entendemos a los otros*, Madrid: Tecnos.
- Kohler, E., Keysers, Ch., Umiltà, A., Fogassi, L., Gallese, V. y G. Rizzolatti (2002), "Hearing Sounds, Understanding Actions: Action Representation in Mirror Neurons", *Science* 297(5582): 846-848.
- Krolak-Salmon, P., Hénaff, M., Isnard, J., Tallon-Baudry, C., Guénot, M., Vighetto, A., Bertrand, O. y F. Mauguière (2003), "An Attention Modulate Response to Disgust in Human Ventral Anterior Insula", *Annals of Neurology* 53: 446-453.
- Nichols, S. y S. Stich (2003), *Mindreading: An Integrated Account of Pretence, Self-Awareness, and Understanding Other Minds*, Clarendon Press: Oxford University Press.
- Oztop, E., Kawato, M. y M. Arbib (2013), "Mirror Neurons: Functions, Mechanisms and Models", *Neuroscience Letters* 540: 43-55.
- Rizzolatti, G. y C. Sinigaglia (2006), *Las neuronas espejo. Los mecanismos de la empatía emocional*, Barcelona: Paidós.
- Schienle, C., Stark, R., Walter, B., Blecker, C., Ott, U., Kirsch, P., Sammer, G. y D. Vaitl (2002), "The Insula is Not Specifically Involved in Disgust Processing: An fMRI Study", *Neuroreport* 13: 2023-2036.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. y Ch. Frith (2004), "Empathy for Pain Involves the Affective but Not Sensory Components of Pains", *Science* 303: 1157-1162.
- Spaulding, S. (2012), "Mirror Neurons are not Evidence for the Simulation Theory", *Synthese* 189: 515-534.
- Wicker, B., Keysers, Ch., Plailly, J., Royet, J., Gallese, V. y G. Rizzolatti (2003), "Both of Us Disgusted in My Insula: The Common Neural Basis of Seeing and Feeling Disgust", *Neuron* 40: 655-664.