

Las neuronas de espejo y el origen del lenguaje: No representan la solución

Polly O'Rourke LeBlanc
The University of Arizona

1. Introducción

En términos muy sencillos, las neuronas de espejo son un conjunto de neuronas descubierto en el cerebro de los monos que se activan tanto cuando un individuo ejecuta una secuencia motora como cuando el individuo observa a otro ejecutar la misma secuencia. El descubrimiento de las neuronas de espejo representa un paso muy importante en el estudio del origen del lenguaje humano porque la actividad de estas neuronas parece proveer evidencia no sólo de la representación mental de ciertas secuencias motoras importantes, sino de que un individuo se da cuenta de la distinción entre sí mismo y otros individuos (o sea, entre la primera y la tercera persona). Por lo tanto, Rizzolatti y Arbib (1998) proponen que el sistema de las neuronas de espejo es el antecedente de la comunicación intencional (y, por lo tanto, del lenguaje humano moderno). Claro, la cuestión de la evolución del lenguaje humano es muy compleja y tal solución basada en la actividad de las neuronas de espejo es para algunos difícil de aceptar. En este análisis, mostraré que las conclusiones de Rizzolatti y Arbib de que las neuronas de espejo representan el sustrato neuronal subyacente necesario para el desarrollo del lenguaje no son válidas según los datos que tenemos actualmente.

Después de resumir los datos y las conclusiones de Rizzolatti y Arbib, mostraré la evidencia experimental de la existencia del sistema de las neuronas de espejo en los humanos. Después de establecer la presencia de tal sistema en los humanos, discutiré las conclusiones principales de Rizzolatti y Arbib. El estudio tiene tres conclusiones fundamentales: (1) Las neuronas de espejo permiten la distinción entre la primera y la tercera persona. (2) Las neuronas de espejo forman la base de la comunicación intencional. (3) Las neuronas de espejo proveen la base de una gramática “pre-lingüística”. Después de refutar estas propuestas, proveeré observaciones que apoyan la importancia del papel motor de las neuronas de espejo. Ésta es la función crucial de las neuronas de espejo.

2. El estudio clave: Rizzolatti y Arbib (1998)

Rizzolatti y Arbib, mediante sus experimentos con los monos macacos, descubrieron las neuronas de espejo. Lo que sigue es un resumen de su impresionante estudio. Hay neuronas en el área F5 de los monos que se activan durante ciertas acciones motoras. Tales acciones pueden ser acciones de la boca o de la mano. Esta actividad neuronal reacciona a la secuencia entera y no a las acciones discretas que forman la secuencia. Por eso, Rizzolatti y Arbib pudieron clasificar las neuronas en esta área según la secuencia motora que se les activa. Las secuencias más comunes son “agarrar con la mano”, “retener en la mano” y “romper con la mano”. Hay una clase de neuronas en esta área que se activan cuando el mono observa al experimentador ejecutar una de las secuencias mencionadas previamente. Tales neuronas se llaman neuronas de espejo. Esta clase de neuronas se activan cuando el macaco ve los objetos que forman parte de las secuencias motoras. Sólo se activan cuando el mono ve las acciones ejecutadas. Rizzolatti y Arbib notan que hay niveles de reacción neuronal distintos. Por ejemplo, hay neuronas de espejo que se activan cada vez que el macaco ve a alguien agarrar un palo con la mano (sin importar cómo lo agarra) y hay otras que sólo se activan cuando el macaco ve a alguien agarrar un palo entre el dedo índice y el pulgar. Las neuronas de espejo se activan al recibir datos visuales sin importar la distancia entre el mono y el individuo que ejecuta la acción.

Rizzolatti y Arbib proponen que la actividad de las neuronas de espejo representa las acciones y que se puede usar esta representación para imitar y entender la acción. Entender significa tener la capacidad de reconocer que otro ejecuta la acción, poder distinguir la acción observada de otras acciones y utilizar esta información de manera apropiada.

Se cree que el área F5 de los monos es homóloga al área de Broca humano por su localización y estructura. Generalmente se cree que la diferencia es que F5 se usa para los movimientos manuales y Broca se usa para producir el habla, pero resulta que ambos contienen partes dedicadas a los movimientos de los brazos, las manos, la boca y la laringe. ¿Es una casualidad que el área en el cerebro de los monos en que se vinculan el reconocimiento y la producción de las acciones sea homólogo al área de Broca? ¿Ha sido fundamental el sistema de las neuronas de espejo en el desarrollo del habla y otras formas de comunicación intencional? ¿Hay evidencia de tal sistema en los humanos? En su estudio de 1995, que será discutido en más detalle luego en este análisis, Fadiga et al. mostraron evidencia a favor de la existencia de un sistema de paridad motora en los humanos. Por lo tanto, Rizzolatti y Arbib concluyen que, en los primates, hay un mecanismo neuronal fundamental para reconocer acciones. Este mecanismo fue la base del desarrollo del lenguaje humano, según estos autores.

Los gritos de los primates y el lenguaje humano son dos cosas distintas y una diferencia clave entre los dos es la estructura subyacente. Los gritos animales son controlados por la corteza “cingulate”. El habla humana se maneja en las áreas de Broca y Wernicke. El mecanismo de las neuronas de espejo (mecanismo para reconocer las acciones realizadas por otros) fue el requisito neuronal clave para el desarrollo de la comunicación entre individuos y más tarde del

habla. Por supuesto, hay una diferencia enorme entre reconocer acciones y transmitir mensajes con un objetivo comunicativo, sin embargo, el funcionamiento de las neuronas de espejo puede explicar esta diferencia. Si una persona está a punto de ejecutar una acción, u observa a otra persona ejecutarla, las neuronas en las áreas pre-motoras se activan. Hay una serie de mecanismos inhibitorios que evitan que la persona que observa la acción la imite. A veces, cuando la acción observada es muy interesante, el sistema pre-motor permite un prefijo breve de la acción. Este prefijo involuntario será notado por el otro individuo (el actor) y así el actor y el observador se verán afectados por la acción. La habilidad del observador para controlar el sistema de neuronas de espejo es crucial para poder transmitir un signo voluntariamente. Cuando ocurre esto, se inicia un diálogo primitivo. Tal uso del sistema representa el comienzo de la comunicación intencional. ¿Cuáles acciones fueron usadas por los primates como signos? ¿Los gestos? ¿Los movimientos oro-faciales? Antes de discutir esto, es necesario pensar en la posibilidad de que una gramática pre-lingüística sea asignada al control y la observación de las acciones.

Rizzolatti y Arbib proponen que las neuronas del área F5 crean una gramática pre-lingüística que se basa en la gramática del Caso, tal y como Fillmore (1966) la define. Este concepto de Caso se parece más al criterio temático que al Caso gramatical del modelo chomskiano. Las “oraciones” generadas en este sistema no son entidades lingüísticas sino descripciones de acciones que pueden haber sido la base conceptual de las oraciones lingüísticas. Las neuronas canónicas (las neuronas ordinarias que sólo se activan cuando el individuo ejecuta una acción) crean una estructura imperativa basada en la naturaleza de la acción. Por ejemplo, si la acción es agarrar, la oración tendrá un argumento (el objeto que se agarra). Claro, se tiene que elegir el tipo de agarrar apropiado también. Supongamos que para agarrar una pasa, se usa el tipo <<A>> de agarrar. La oración imperativa será la siguiente: Agarrar-A(una pasa). En cambio, las oraciones basadas en las neuronas de espejo tienen un agente y son declarativas. Por ejemplo: Agarrar-A (Luigi, una pasa).

Rizzolatti y Arbib concluyen lo siguiente: (1) la capacidad mimética de F5 y Broca, basada en paridad creada por las neuronas de espejo, fue capaz de crear varios sistemas de comunicación cerrados que utilizaban varios componentes motores (la mano, la boca y la laringe); (2) El primer sistema comunicativo abierto era gestual y utilizaba el sistema de paridad motora descrita en su análisis; y (3) tal sistema comunicativo gestual fue el antecedente del lenguaje humano moderno.

3. Los experimentos humanos

Rizzolatti y Arbib descubrieron la existencia de estas neuronas motoras especiales que se llaman neuronas de espejo en los macacos. Se asume que, puesto que los humanos y los primates comparten un antepasado común, los humanos también poseen tal sistema neuronal, y también que funciona igual. Hay evidencia experimental que sugiere que los humanos también

tienen un sistema de neuronas de espejo que sirve para crear un vínculo entre la percepción y la producción de una secuencia motora.

3.1 Fadiga et al. (1995)

Antes de la publicación de Rizzolatti y Arbib pero después del descubrimiento de las neuronas de espejo, Fadiga et al. (entre ellos estaba Rizzolatti), hicieron un experimento para tratar de determinar si existía un sistema parecido en los humanos (Fadiga et al. 1995). Estimularon la corteza motora de los participantes con estímulos magnéticos transcraniales mientras los participantes observaban a un experimentador agarrar objetos, miraban los objetos, observaban al experimentador dibujar figuras en el aire y notaban un cambio en el nivel de la luz. Fadiga, et al. notaron los potenciales provocados por impulsos motores (*Motor Evoked Potentials* o *MEPs*) de los músculos de la mano. Observaron que los patrones de *MEPs* durante la observación de una secuencia motora reflejaron la misma actividad durante la ejecución de la misma acción. De ahí, concluyen que el sistema que crea una cierta paridad entre la producción de una secuencia motora y la percepción de la misma que descubrieron en los monos está presente también en el cerebro humano.

3.2 Iacoboni et al. (1999)

Iacoboni et al. (que otra vez, incluyen a Rizzolatti) querían investigar los mecanismos corticales de la mimesis humana. La mimesis, o la reproducción de esquemas motores ejecutados originalmente por otros, representa un vínculo claro entre la observación y la producción de secuencias motoras y, por lo tanto, debe de ser reflejada de alguna manera en las neuronas de espejo. Estos autores trataron de encontrar una diferencia en la actividad neuronal entre las acciones miméticas y las no miméticas por utilizar fMRI¹. Para producir las acciones imitativas, los experimentadores les demostraron a los participantes una secuencia motora y les pidieron que la (re)produjeran. Para producir las acciones no imitativas, les dio a los participantes algún tipo de señal para que produjeran la acción. El fMRI mostró que, en el área de Broca, la actividad neuronal asociada con las secuencias miméticas era más profunda que la de las acciones no miméticas. Esto sugiere que el aparato neuronal que transforma una acción observada y el esquema motor para producir tal acción (por lo que hay una paridad entre las acciones observadas y producidas) se localiza en el área de Broca (el homólogo al área F5 de los monos). Por lo tanto, los humanos tienen un sistema que cumple la misma función de las neuronas de espejo descubiertas en los macacos y, por lo tanto, se puede concluir que las neuronas de espejo existen en los humanos.

3.3 Conclusiones

Los dos experimentos destacados arriba ofrecen pruebas de que existe un sistema de neuronas de espejo, parecido al sistema observado en los macacos, en los humanos. De eso no

hay duda. Sin embargo, el papel de las neuronas de espejo en el lenguaje humano es un tema polémico. Rizzolatti y Arbib han declarado que el surgimiento de las neuronas de espejo proveyó a los primates de las herramientas (la conciencia de sí mismo, la capacidad mimética, etc.) necesarias para el desarrollo del lenguaje. La sencillez de esta solución al problema de la evolución del lenguaje es atrayente pero otras investigaciones mostrarán que no es válida o, por lo menos, requiere más comprobación.

En las secciones siguientes se analizarán las tres conclusiones claves que Rizzolatti y Arbib sacan sobre las neuronas de espejo para mostrar que, a lo mejor, éstas representan implicaciones solamente posibles de este aparato neuronal, pero que no son necesariamente certezas. La primera de las conclusiones es que la actividad de las neuronas de espejo significa el reconocimiento de la distinción entre la primera y la tercera persona. La segunda es que la actividad de las neuronas de espejo implica el reconocimiento de la intencionalidad de otros individuos. La tercera y última conclusión es que una gramática "pre-lingüística" puede haber surgido como resultado del funcionamiento de las neuronas de espejo. Sobre estas dos ideas, Rizzolatti y Arbib concluyen que las neuronas de espejo representan el sustrato neuronal necesario para el desarrollo del lenguaje humano.

4. La distinción entre primera y tercera persona

Rizzolatti y Arbib, basándose en sus investigaciones sobre las neuronas de espejo, proponen lo siguiente:

La propuesta que nosotros y otros hemos avanzado es que la actividad [de las neuronas de espejo] "representa" las acciones.² Esta representación puede ser usada para imitar las acciones y entenderlas. Usamos el término "entender" nos referimos a la capacidad que tienen los individuos para reconocer que otro individuo ejecuta una acción, distinguir la acción observada de otras acciones y utilizar esta información para tomar una acción apropiada. (Rizzolatti y Arbib 1998: 189)

Tal reconocimiento tiene dos implicaciones importantes. Obviamente, la primera es que los monos macacos pueden distinguir entre la primera y la tercera persona (un requisito para la comunicación intencional). Segundo, tienen la capacidad de reconocer ciertas acciones independientemente del actor (un requisito posible para el desarrollo del análisis temático y, por lo tanto, de la sintaxis). Lo más importante es que el hecho de que los macacos tengan tales capacidades implica que también las tenía nuestro ancestro común. Aún así, hay dos problemas fundamentales con estas conclusiones. Primero, los primates no son los únicos animales que pueden entender las acciones de otros. Segundo, no se explica el posible papel de las neuronas de espejo en el alto nivel de control cortical sobre las secuencias motoras que tienen los primates.

4.1 La primera y la tercera persona en otros animales

Uno de los requisitos necesarios para la comunicación entre dos individuos es la habilidad

de distinguirse el uno al otro. Rizzolatti y Arbib concluyen que la representación generada por la actividad de las neuronas de espejo proveen una manera de hacer esta distinción y reaccionar de manera apropiada. Sin embargo, hay muchos sistemas de comunicación animal que muestran estos rasgos que Rizzolatti y Arbib suponen que provienen de las neuronas de espejo. Un ejemplo muy claro de esto es el sistema de comunicación de las abejas.

Se sabe por los experimentos de von Frisch (1967) que las abejas tienen un sistema de comunicación desarrollada para que una abeja forrajera pueda comunicar la naturaleza y la ubicación de una fuente de comida a las demás abejas de la colmena. La manera de comunicarse consiste de un baile, cuya rapidez y orientación indican ciertos datos sobre el hallazgo de la abeja forrajera. Las abejas de la colmena, al haber visto el baile y entendido la información, salen a buscar la comida. Así, las abejas reconocen que el forrajero baila (reconocen a otro individuo), entienden la acción como distinta de otras (por lo tanto, no se dirigen a sitios descritos en bailes previos) y reaccionan de manera apropiada. Claramente, cumplen con la descripción de Rizzolatti y Arbib de las habilidades asociadas con la actividad de las neuronas de espejo.

Las abejas representan sólo un ejemplo de un sistema comunicativo animal que contiene los rasgos que, según Rizzolatti y Arbib, provienen de las neuronas de espejo. Parece que todos los sistemas comunicativos suponen la distinción entre la primera y la tercera persona, la comprensión de la acción significativa y una reacción apropiada. Entonces, si en los primates las neuronas de espejo se relacionan con tales rasgos de la comunicación, no se puede decir que representan un sustrato neuronal para el desarrollo del lenguaje humano porque los sistemas de comunicación animal exhiben los mismos rasgos.

Como notan Rizzolatti y Arbib, hay una gran diferencia entre un sistema de comunicación animal y el lenguaje humano. Sin embargo, esta conclusión proporcionada por Rizzolatti y Arbib sobre la distinción entre la primera y la tercera persona no ofrece evidencia en cuanto a los rasgos únicos del lenguaje humano (la sintaxis, la creatividad, etc.). Por lo tanto, hay que tomar en cuenta la posibilidad de que el sistema de neuronas de espejo tenga otra función u otra razón de existir. Puesto que otros animales pueden hacer la distinción entre la primera y la tercera persona para comunicarse, un sistema neuronal específico en los primates para cumplir esta meta sería redundante.

4.2 El control cortical en los primates

Rizzolatti y Arbib hacen una distinción muy importante en cuanto al lenguaje humano y la comunicación animal. Estos autores indican que la diferencia clave es que las llamadas y los gritos animales son controlados primariamente por la corteza “cingulate”. En cambio, el habla humana se maneja en la superficie cortical lateral en las áreas de Broca y Wernicke. Rizzolatti y Arbib no proveen una explicación de cómo esta diferencia influye en los sistemas de comunicación. Sin embargo, la distinción es muy importante. Como ya he mencionado, las neuronas de espejo de los macacos se encuentran en el área F5, un área cortical homólogo al

área de Broca. Dado que los macacos tienen control cortical sobre los movimientos de las manos, y los humanos sobre su habla, se puede especular que la función de las neuronas de espejo se relaciona no tanto con la comunicación sino con el control cortical de secuencias motoras.

Esta especulación se relaciona con la propuesta de Rizzolatti y Arbib de que las neuronas de espejo permiten la distinción entre la primera y la tercera persona de la siguiente manera. Si la función de neuronas tiene que ver con el control cortical de las secuencias motoras, puede ser que no solamente reconozcan las secuencias motoras (sin notar ni importar el actor). Rizzolatti y Arbib notaron que las neuronas de espejo de los macacos sólo reaccionaban al observar ciertas acciones realizadas con las manos (“agarrar con la mano”, “retener en la mano” y “romper con la mano”). El hecho de que puedan reconocer (según la actividad de las neuronas de espejo) una acción específica hecha con la mano independientemente del actor significa que es la acción lo que es importante (aun más porque no forma parte de un sistema comunicativo).

4.3 La actividad sólo es estimulada por las acciones

Una última observación es que en el experimento de Rizzolatti y Arbib, como se ha dicho antes, las neuronas de espejo sólo se activaban cuando el macaco ejecutaba la acción o cuando veía a otro ejecutar la acción. No se activaban cuando al macaco le mostraban el objeto utilizado en la acción. Rizzolatti y Arbib no mencionan esto pero se puede asumir que tampoco se activaban al ver a otros individuos mientras no ejecutaban la secuencia motora. De esta observación se puede derivar que era siempre la acción motora y no los individuos (ni objetos) lo que estimulaba las neuronas de espejo. Su reacción a la acción fue igual, como se ha dicho muchas veces ya, sin importar si el mismo macaco el que la ejecutaba o si era el experimentador. Si de verdad las neuronas de espejo sirvieran para distinguir entre la primera y la tercera persona, tal distinción debería reflejarse en su actividad.

4.4 Conclusión

En esta sección, se reevalúa la validez y la relevancia de la propuesta de Rizzolatti y Arbib de que la actividad de las neuronas de espejo significa que los macacos (y por lo tanto nuestro ancestro común) entienden la diferencia entre la primera y la tercera personas. Se notó que esta habilidad no es única en los primates y, por lo tanto, las neuronas de espejo deben tener otra función. También se presentó el control cortical sobre las secuencias motoras de las manos como un factor posible en el propósito de la actividad de las neuronas de espejo y se implica que las neuronas de espejo no incorporan la información sobre el actor sino la secuencia motora como entidad única. Finalmente, se mencionó que la paridad en la actividad de las neuronas de espejo parece contradecir la propuesta de que éstas proveen la distinción entre la primera y la tercera persona. Esto apoya su vínculo con la acción. Por lo tanto, la propuesta de

Rizzolatti y Arbib de que las neuronas de espejo proveen a los primates de una manera de distinguir entre la primera y la tercera persona no es válida.

5. La intencionalidad

Rizzolatti y Arbib proponen que el sistema de las neuronas de espejo proveen la base para la comunicación intencional. Describen su propuesta de la siguiente manera:

Quando un individuo está al punto de ejecutar una acción, se activan las áreas pre-motoras. Normalmente, una serie de mecanismos evitan que el observador ejecute una acción que mime la acción observada y que el <<actor>> inicie la acción prematuramente. . . . A veces, cuando la acción es especialmente interesante, el área pre-motora permitirá un prefijo breve del movimiento que será exhibido. Este prefijo será observado por el otro individuo [el actor]. Esto afectará a los dos (el actor y el observador). El actor reconocerá una intención en el observador y el observador notará que su respuesta involuntaria afecta el comportamiento del actor. El desarrollo de la capacidad del observador de controlar su sistema de espejo es crucial para producir un signo voluntario. Cuando esto ocurre, un diálogo primitivo se establece. Este diálogo es el núcleo del lenguaje. (Rizzolatti y Arbib 1998: 190-191)

Claro, la existencia de intencionalidad implica la existencia de teoría de la mente. Después de evaluar el proceso descrito por Rizzolatti y Arbib, se hablará de la posible relevancia de las neuronas de espejo en el surgimiento de la teoría de la mente. Otra vez, se ilustrará la falta de evidencia del papel lingüístico de las neuronas de espejo y que es más probable que esta función sea motora.

5.1 Los prefijos involuntarios

Rizzolatti y Arbib describen un prefijo motor involuntario, provocado por la actividad de las neuronas de espejo, que a veces ocurre como resultado de la observación de una secuencia motora que es particularmente llamativa. El actor original ve esta reacción y, por lo tanto, él reacciona. Así se inicia un diálogo primitivo. Un problema obvio con esta propuesta es que no se puede controlar una acción involuntaria y, por lo tanto, el observador no participa activamente en el diálogo. Rizzolatti y Arbib sugieren que el observador entiende que su prefijo involuntario influye en el actor pero la verdad es que es muy difícil basar una propuesta en lo que pensamos que piensa un mono. Además, si una acción involuntaria (o sea, fuera del control cortical) forma parte de un diálogo, volvemos al mismo problema de distinguir entre tal diálogo y un sistema de comunicación animal. Volveremos a esta cuestión después de evaluar el papel de las neuronas de espejo en la teoría de la mente.

5.2 La teoría de la mente

Una de las cuestiones más interesantes en cuanto a las neuronas de espejo es su relación

con el surgimiento de la teoría de la mente. La teoría de la mente es el sistema conceptual humano necesario para el entendimiento social (Barresi y Moore 1996). Tiene dos características cruciales. (1) El sistema tiene que representar las actividades de los agentes que se dirigen a objetos (o sea, las relaciones intencionales, en la terminología de Barresi y Moore) (2) El sistema conceptual sirve para entender las actividades de uno mismo y de otros). Así, con la teoría de la mente, los humanos pueden representar las relaciones intencionales tanto de sí mismos como de los otros individuos.

Barresi y Moore también proponen que la mayoría de los animales entienden la intencionalidad, pero de manera distinta a los primates. La diferencia crucial es que en los no primates las representaciones de las intenciones basadas en la información de primera persona son distintas a las que se basan en la tercera persona. No hay ninguna comprensión de la semejanza entre las relaciones intencionales entre uno mismo y otro (Barresi y Moore).

Podemos asumir que Rizzolatti y Arbib dirían que las neuronas de espejo proveen el puente entre tales animales y los primates en cuanto a la paridad intencional. Si existe una representación mental de una acción, sin importar el actor, se supone que un observador entiende la intención del actor cuando ejecuta la acción. Sin embargo, no se sabe que las neuronas de espejo se involucren en tal nivel conceptual. Tampoco es cierto, como se argumentó en la sección 3.0, que las neuronas de espejo computen la información sobre el actor. Como ya se ha mostrado, es muy difícil defender tal conclusión basándose en los datos que existen actualmente.

Desde otro punto de vista, las neuronas de espejo parecen proveer evidencia física que apoya la existencia del sistema conceptual descrito en este trabajo. El hecho de que las neuronas de espejo se activen por medio de la observación y la producción indica que existe en el cerebro una representación de la actividad sin importar la identidad del agente. Por lo tanto, el individuo puede reconocer la acción y tener la conciencia de que el actor puede ser él mismo u otro individuo. La actividad de las neuronas de espejo, entonces, apoya la existencia de un sistema conceptual especializado para distinguir entre las acciones de uno mismo y las de otros (la teoría de la mente). Sin embargo, la implicación clara de esta conclusión es que el ancestro común de los humanos y los macacos tenía teoría de la mente (y, por lo tanto, todos los primates que comparten este ancestro también la tienen).

Para sintetizar las dos perspectivas, es posible que la actividad de las neuronas de espejo refleje la existencia de la teoría de la mente en los humanos pero esto no significa que la teoría de la mente provino de las neuronas de espejo. Primero, no se puede decir que sea cierto que incorporen la información sobre el actor (y por lo tanto su intención), y, segundo, esto significaría que todos los primates provenientes del ancestro común de los macacos y los humanos tienen teoría de la mente.

5.3 Conclusión

En esta sección se ha evaluado el proceso propuesto por Rizzolatti y Arbib como la

manera probable por la cual se desarrolló la comunicación intencional. Además, se ha discutido el papel de las neuronas de espejo en cuanto a la teoría de la mente y la comunicación intencional. La actividad de las neuronas de espejo parece proveer evidencia de la existencia de teoría de la mente (como Barresi y Moore la definen) pero tiene implicaciones muy amplias y difíciles de comprobar. En conclusión, no se puede justificar la intencionalidad por medio de las neuronas de espejo.

6. La gramática “pre-lingüística”

La tercera conclusión que hacen Rizzolatti y Arbib es que las neuronas de espejo formaron una base en que se podían desarrollar estructuras gramaticales basadas en una gramática de Caso (Fillmore 1966). Antes de evaluar esta propuesta es necesario hacer una distinción importante. Las estructuras que Rizzolatti y Arbib incluyen en su análisis no parecen representar la información sobre el papel gramatical que ocupa los “NNPP” en la oración (o sea, el Caso) sino la información temática de los argumentos. En (1) se ve la estructura argumental del verbo <<agarrar-A>> (el predicado en las oraciones propuestas por Rizzolatti y Arbib).

- (1) a. Agarrar-A(objeto)
- b. Agarrar-A(agente, objeto)

La presencia del papel de agente más que todo indica que aunque Rizzolatti y Arbib se refieran al Caso, de verdad están manipulando la información semántica (temática) en vez del papel gramatical que ocupa el argumento en la oración. Estos autores indican que las estructuras en (1) codifican la información sobre los tipos de objetos según sus propiedades físicas que pueden saciar la posición del predicado. Obviamente tal información tiene más que ver con la interpretación semántica que con el Caso gramatical.

(1a) representa una oración de primera persona que, según Rizzolatti y Arbib tiene un carácter imperativo. (1b) es una oración declarativa y representa una acción observada (o sea, de tercera persona). Esta estructura argumental básica forma la base del análisis temático. Ellos insisten en que tal representación no sería lingüística sino una “descripción de la acción” que provee la base conceptual para el análisis temático y, por lo tanto, la gramática. Sin embargo, Rizzolatti y Arbib no pueden ofrecer pruebas claras de que el análisis temático tenga su origen en las representaciones motoras asociadas con las neuronas de espejo.

Esta propuesta es muy atractiva porque parece proveer el paso clave para el desarrollo del análisis temático y, por lo tanto, la gramática (y el lenguaje humano). Sin embargo, no se puede aceptar sin evaluar ciertas dudas. Primero, ya se ha notado que no se puede concluir que las neuronas de espejo incorporen la información del agente de una acción observada, y también que la actividad de las neuronas de espejo no significa el reconocimiento de la diferencia entre la primera y la tercera persona. Además, se ha argumentado que no se puede probar que las neuronas de espejo hacen más que reconocer o reaccionar a ciertas acciones. Dadas estas

restricciones en la capacidad de las neuronas de espejo, es muy difícil defender la propuesta de Rizzolatti y Arbib de que forman la base de una gramática primitiva.

Otra crítica a esta propuesta es que si las neuronas de espejo ayudan a crear una paridad entre la representación de las acciones ejecutadas por un individuo y las que observa, la estructura argumental en los dos contextos debe de ser igual. Si las neuronas de espejo supusieran la habilidad de distinguir entre la primera y la tercera persona, debería aparecer un agente de primera persona en (1a). En conclusión, esta propuesta es muy interesante pero no es posible aceptarla sin entender mejor el papel de las neuronas de espejo.

7. Las capacidades motoras de las neuronas de espejo

En las secciones anteriores se ha argumentado que, con los datos que tenemos ahora, no se puede atribuir a las neuronas de espejo más que un papel motor. Sin embargo, esta función es muy importante en el lenguaje. Para entender mejor el papel de las neuronas de espejo, vamos a discutir la teoría motora de la percepción del habla (Lieberman y Mattingly 1985), las implicaciones de las afasias de Broca y Wernicke, y, por último, el posible origen de las neuronas de espejo.

7.1 La teoría motora

El descubrimiento de las neuronas de espejo ofrece la comprobación física de la teoría motora de la percepción del habla (Lieberman y Mattingly). La teoría motora tiene dos propuestas fundamentales. La primera es que las entradas de la percepción del habla son los gestos fonéticos del hablante, los cuales se representan en el cerebro como mandatos motores invariables que ordenan que los articuladores formen ciertas configuraciones lingüísticas. La segunda está relacionada con la primera. Si la percepción y la producción del habla comparten el mismo conjunto de esquemas motores invariables, los dos módulos tiene que estar vinculados íntimamente. En otras palabras, los signos fonéticos percibidos se transforman a esquemas motores para la producción de tal sonido del habla. Estos esquemas son la representación mental del dato fonético (en vez de un signo auditivo).

El funcionamiento de las neuronas de espejo en las secuencias motoras manuales tiene implicaciones claras para la teoría motora. Primero, el hecho de que se activen al ejecutar o observar una acción implica que tal acción tiene una representación común o compartida en el cerebro (independientemente del actor). Esto significa que el esquema motor que el individuo utiliza para producir la acción tiene una representación ajena, o sea, no es específica al individuo. Por eso, se puede proponer que una acción motora observada se transforma en y se guarda como un esquema motor (no como una entrada visual única, por ejemplo). La evidencia que proveen Rizzolatti y Arbib implica que, en los macacos, hay un número limitado de acciones que provoca una reacción de las neuronas de espejo pero que se puede aumentar por repetición. Se puede aplicar esta observación al ambiente fonético. En cada lengua hay un número fijo de

esquemas fonéticos (los cuales se combinan para formar símbolos lingüísticos vinculados a un significado)³ y la repetición facilita la adquisición de los sonidos del habla (esquemas fonéticos).

Como Hurford ha notado, la conexión entre la producción de una secuencia motora (el agarrar una pasa, por ejemplo) y la percepción (ver a Luigi agarrar una pasa) implica la validez de la segunda propuesta de Liberman y Mattingly . Si las neuronas de espejo se incorporan en la percepción y la producción del habla, pueden ser el vínculo entre los dos procesos motores. De aquí es muy fácil concluir que tienen un papel mucho más profundo en el lenguaje porque la manera en que se vinculan los procesos de percepción y producción del lenguaje es uno de los misterios del lenguaje humano, pero, por falta de pruebas, sólo se puede concluir con certeza que juegan un papel importante en la representación de los esquemas motores que se relacionan con la producción del habla.

7.2 Las afasias de Broca y Wernicke

Las afasias de Broca y Wernicke (provocadas por lesiones en estas áreas) representan dos disfunciones lingüísticas muy diferentes pero tienen en común un rasgo muy importante para este análisis. Las dos parecen representar una falta de paridad entre la producción y la percepción. Después de resumir brevemente los rasgos de las afasias, se analizará el lo que esto significa en cuanto a las neuronas de espejo.

La afasia de Broca (o la afasia expresiva) se caracteriza por la “incapacidad de iniciar los mandatos motores verbales como respuesta al impulso interno” de producir el habla (Kingsley 1996). No pueden producir lenguaje escrito tampoco. Bhatnagar (1999) nota que los pacientes que exhiben afasia de Broca tienen muchos problemas con la repetición de oraciones (una actividad parecida a las actividades miméticas empleadas por Iacoboni 1999). Los pacientes que exhiben la afasia de Broca no tienen ninguna pérdida de control sobre los músculos de la cara y la boca. Además, no manifiestan problemas para entender el lenguaje. Perciben perfectamente bien el lenguaje pero no lo pueden producir muy bien.

En cambio, la afasia de Wernicke (o la afasia receptiva) parece ser lo opuesto. La afasia de Wernicke interfiere en la habilidad de entender el lenguaje externo (Kingsley). Esta clase de afásicos, aunque no pueden comprender el lenguaje producido por otros, producen lenguaje sin problema. No tienen ninguna incapacidad productiva (en la producción original y la repetición⁴) aunque el habla que producen, si bien es comprensible en cuanto a que se puede reconocer la mayoría de las palabras que utilizan, no tiene significado semántico (Kingsley). Los afásicos de Wernicke manifiestan problemas al leer también.

Por lo tanto, en la afasia de Broca está impedida la producción, y en la afasia de Wernicke es la comprensión del lenguaje la que está inhibida. El hecho de que una lesión en el área de Broca (donde se asume que residen las neuronas de espejo) impida la capacidad de producir el lenguaje (o sea, de ejecutar los esquemas motores asociados con el habla) apoya la idea de que las neuronas de espejo tienen un papel motor en el lenguaje. El hecho de que una lesión en el

área de Wernicke no provoque ningún problema con la producción también provee evidencia de la importancia de las neuronas de espejo en la producción de las secuencias motoras.

Sin embargo, al estudiar las afasias, también se puede aprender de las limitaciones de las neuronas de espejo. Hemos dicho que las neuronas de espejo representan el vínculo entre la percepción del habla y la producción del punto de vista motor. Este vínculo sería el esquema motor. Por lo tanto, las neuronas de espejo crean o reflejan la paridad motora entre la percepción y la producción. Las dos afasias manifiestan una falta de tal paridad. Sin embargo, sólo la afasia de Broca (por la ubicación de la lesión) muestra la falta de capacidad de las neuronas de espejo. Entonces, según esta observación, es posible que existan otros sistemas en el cerebro que tengan que ver con la creación y el mantenimiento de la paridad motora asociada con el lenguaje (y, claro, la paridad conceptual que, según este análisis, no incorpora las neuronas de espejo). Esta observación también ofrece apoyo de la teoría de la modularidad del lenguaje en el cerebro (Chomsky, 1957, 1965 y 1988).

7.3 El origen de las neuronas de espejo

Una cuestión muy importante que Rizzolatti y Arbib no discuten es el origen de las neuronas de espejo. Hay dos posibilidades: aparecieron como un accidente genético y como resultado se desarrollaron otras capacidades, o aparecieron como el resultado de ciertas capacidades o ciertos rasgos que existían en el cerebro del ancestro común de los humanos y los macacos. Es una pregunta imposible de contestar pero al intentarlo se revelan ideas muy interesantes sobre la función de las neuronas de espejo.

Ya se ha mencionado que, si la actividad de las neuronas de espejo implica teoría de la mente, nuestro ancestro común con los macacos tiene que haberla tenido. Obviamente esta conclusión es muy difícil de defender pero de aquí surge la pregunta clave. Para entender la función original de las neuronas de espejo hay que saber cuáles son los rasgos relevantes que sí compartimos con los macacos (y, por consiguiente, con nuestro ancestro común). La respuesta es la organización cortical de los movimientos de las manos (MacNeilage 1990, Rizzolatti 1990). Es muy difícil determinar cuál surgió primero, el control cortical de las manos o las neuronas de espejo. Sin embargo, el hecho de que las neuronas de espejo se relacionen con las secuencias motoras hechas con las manos que son controladas corticalmente (en los macacos y los humanos) apoya la propuesta de que están vinculados íntimamente y quizás evolutivamente.

8. Conclusión

En este análisis, he mostrado que las conclusiones de Rizzolatti y Arbib (1998) sobre la relevancia de las neuronas de espejo en la evolución del lenguaje son inválidas, y que la importancia verdadera de las neuronas de espejo es su papel motor. Por supuesto, juegan un papel crucial en la percepción y la producción de los signos lingüísticos (los sonidos del habla),

pero de los datos que tenemos no podemos concluir que tiene un papel más profundo que el de participar en la creación de la paridad motora necesaria para la ejecución de secuencias motoras controladas corticalmente. Desafortunadamente, las neuronas de espejo no representan el paso clave entre nosotros y nuestros ancestros en cuanto al desarrollo del lenguaje.

Notas

¹fMRI es una manera de crear imágenes del cerebro, por medir los pulsos electromagnéticos de los átomos de hidrógeno en un campo magnético, que puede mostrar el nivel de actividad neuronal en las estructuras del cerebro.

²No voy a debatir la existencia de una representación mental creada por las neuronas de espejo (o asociada con ellas) sino la naturaleza y los usos de tal representación.

³No ha habido muchos experimentos hechos con humanos pero sería muy interesante saber si las neuronas de espejo de los humanos reaccionan cuando perciben segmentos fonéticos que no forman parte del inventario fonético del/de los lenguaje(s) que hablan. Yo predigo que no habría ninguna reacción.

⁴Bhatnagar (1999), p. 306.

Obras citadas

Barresi, J. y C. Moore (1996). Intentional relations and social understanding. *Behavioral and Brain Sciences*. 19, 107-154.

Bhatnagar, S. C. (1999). *Neuroscience for the study of communicative disorders*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. The Hague: Mouton.

— (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge: MIT Press.

— (1988). *Language and problems of knowledge*. Cambridge: MIT Press.

Fadiga, L., L. Fogassi, G. Pavesi and G. Rizzolatti (1995). Motor facilitation during action observation: A magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*. 73, 2608-11.

Fillmore, C.J. (1966). In *Universals in Linguistic Theory*. Bach E. and Harms, R.T., (eds.), New York: Holt Rinehart.

Hurford, J. (forthcoming). Language beyond our grasp: what mirror neurons can, and cannot, do for language evolution. In Kimbrough Oller, Ulrike Griebel and Kim Plunkett, editors, *Evolution of Communication Systems: A Comparative Approach*. Cambridge, MA.: MIT Press.

Iacoboni, M., R. P. Woods, M. Brass, H. Bekering, J. C. Mazziotta, and G. Rizzolatti (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*. 286, 2526-28.

Kingsley, R. E. (1996). *Concise Text of Neuroscience*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Liberman, A. M. y I. G. Mattingly (1985) The motor theory of speech perception revised*. *Cognition*. 21, 1-36.

MacNeilage, P. F. (1990). Grasping in Modern Primates: The evolutionary context. In *Vision and Action: The control of grasping*. Goodale, Melvin (ed.). 1-13. Norwood: Ablex.

Rizzolatti, G. (1990). Cortical Motor Control. In *Vision and Action: The control of grasping*. Goodale, Melvin (ed.). 147-162. Norwood: Ablex.

Rizzolatti, G. y M. A. Arbib (1998). Language within our grasp. *Trends in Neuroscience*, 21, 188-194.

Von Frisch, Karl. (1967). *The Dance Language and Orientation of Bee*. Cambridge: Harvard University Press.