

PÉREZ RUIZ, JAVIER  
WENZAO URSULINE UNIVERSITY OF LANGUAGES, KAOHSIUNG, TAIWÁN  
INTERACCIÓN ORAL Y NEUROCIENCIA SOCIAL EN LA CLASE DE CONVERSACIÓN DE ELE<sup>1</sup>

BIODATA

Javier Pérez Ruiz ([javiertaiwan@yahoo.es](mailto:javiertaiwan@yahoo.es)) es Doctor en Lingüística Aplicada al Español como Lengua Extranjera y premio extraordinario de tesis doctoral (Universidad Nebrija, Madrid), Doctor en Medicina, también premio extraordinario de tesis doctoral (Universidad de Cádiz) y Doctor en Bioética por la Universidad Regina Apostolorum (Roma). Desarrolla su labor docente e investigadora como profesor titular del Departamento de Español en la Universidad de Lenguas Extranjeras Wenzao (Taiwán) y como investigador del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Taiwán. Gracias a su formación lingüística, médica y ética, investiga, publica e imparte clases y conferencias en el campo de la conversación, didáctica y neurolingüística aplicada a la clase de ELE, así como en diferentes áreas de filosofía y bioética.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es proporcionar una aproximación teórica y didáctica a la interacción oral (IO) en las clases de conversación de Español como Lengua Extranjera (ELE) desde la perspectiva de la neurociencia social. Actualmente, debido al desarrollo tecnológico de la espectroscopia funcional del infrarrojo cercano mediante el hiperescáner es posible medir la actividad cerebral simultánea de varios estudiantes mientras realizan tareas de IO. Estos hallazgos pueden redimensionar nuestros conceptos pedagógicos en la clase de conversación. Por eso, venciendo las reticencias de los profesores de lenguas a los tecnicismos científicos, de manera rigurosa, y, a la vez, didáctica, esta investigación expone a los profesores de ELE las bases teóricas de la neurociencia social sobre la IO, y plantea sugerencias pedagógicas, que podrían ser incorporadas en las clases de conversación de ELE.

**PALABRAS CLAVE:** español lengua extranjera, interacción oral, neurociencia social, espectroscopia funcional del infrarrojo cercano, hiperescáner.

ORAL INTERACTION AND SOCIAL NEUROSCIENCE IN THE SPANISH CONVERSATION CLASSES

The objective of this paper is to provide a theoretical and didactic approach to oral interaction (OI) in Spanish as a Foreign Language (SFL) conversation classes from the perspective of social neuroscience. Currently, due to the technological development of functional near-infrared spectroscopy using hyperscanning it is possible to measure the simultaneous brain activity of several students while performing OI tasks. These findings can resize our pedagogical concepts in the conversation classes. Therefore, by overcoming the reluctance of language teachers to scientific technicalities, in a rigorous and, at the same time, didactic way, this research exposes to SFL teachers the theoretical foundations of social neuroscience about OI, and makes pedagogical suggestions, which could be incorporated into SFL conversation classes.

**KEY WORDS:** Spanish as a foreign language, oral interaction, social neuroscience, functional near-infrared spectroscopy (fNIRS), hyperscanning.

<sup>1</sup> Este artículo forma parte de un proyecto anual de investigación titulado: "The teaching of Spanish Conversation based on the contributions of Neurolinguistics", proyecto MOST 108 - 2410 - H - 160 - 005, subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Taiwán.

## 1. INTRODUCCIÓN

Somos seres sociales que, desde el primer hálito de vida, necesitamos interactuar con otras personas para poder alcanzar nuestra madurez psicolingüística y sociocultural. Aunque la filosofía, la psicología y la sociología siempre han reconocido la sociabilidad del ser humano como característica intrínseca y esencial a la naturaleza humana; en el ámbito lingüístico, tuvimos que esperar hasta la década de los años sesenta del siglo XX para dar el salto a una mentalidad sociolingüística-comunicativa y reconocer la función social de la lengua, así como el valor de la interacción oral (IO) en el aprendizaje de lenguas (Gallardo Paúls, 1996: 33). De hecho, es la comunicación oral no solamente la primera forma de interacción social, sino la raíz desde la que se construirá la adquisición lingüística (Levinson, 1983: 284). Poco a poco, se empezó a valorar la conversación como objeto de estudio científico. Este cambio se originó principalmente debido a las aportaciones de la Etnografía de Hymes, la Sociolingüística Interaccional de Gumperz, el Análisis del Discurso de Sinclair y Coulthard, así como las contribuciones del Análisis de la Conversación de Sacks, Schegloff y Jefferson (Pérez Ruiz, 2011: 27).

Posteriormente, a estos logros filosóficos, antropológicos y sociolingüísticos, se unieron las investigaciones procedentes de la neurociencia, gracias al desarrollo de las técnicas de neuroimagen, principalmente la resonancia magnética funcional (fMRI en sus siglas inglesas). La neurolingüística empezó a interesarse por describir las bases neurológicas del lenguaje. Desafortunadamente, en sus principios las investigaciones quedaban circunscritas a describir qué sucedía cuando un cerebro, solo, aislado e inmóvil, en un contexto artificial y ruidoso, como era la sala de la resonancia magnética,

desempeñaba ciertas tareas cognitivas lingüísticas. Toda esta artificialidad originó ciertas reticencias sobre las insalvables dificultades de poder acercar realmente los hallazgos de la neurociencia a la educación (Bruer, 1997: 13). A pesar de estos problemas, no faltaron autores que siguieron defendiendo la incorporación de los descubrimientos neurolingüísticos en las clases de ELE, incluso proporcionaron propuestas didácticas (Pérez Ruiz, 2013: 3).

Este entusiasmo por incorporar la neurociencia social a la educación necesitaba ser avalado científicamente. Era necesario hallar nuevas técnicas, modelos y fórmulas para poder profundizar en el estudio de las áreas neuronales implicadas durante la dimensión social del ser humano y la IO en contextos más naturales, antes de extraer conclusiones precipitadas para las clases de lenguas extranjeras. Estas expectativas empiezan a cumplirse gracias al descubrimiento y desarrollo de las nuevas técnicas de neuroimagen, las cuales están permitiendo elaborar nuevos paradigmas neuro-sociales o socio-cerebrales. Concretamente, nos referimos a las técnicas de la espectroscopia funcional del infrarrojo cercano (fNIRS en sus siglas inglesas) y el hiperescáner. Gracias a estas técnicas, a diferencia de la fMRI, es posible analizar dos o más cerebros, de manera simultánea, mientras realizan tareas cognitivas en ambientes más naturales y reales, donde los interlocutores pueden moverse e interactuar.

Desde de la publicación de nuestro anterior trabajo sobre la neurolingüística en la clase de ELE (Pérez Ruiz, 2013), la trascendencia cualitativa de los avances técnicos producidos en esta última década ha hecho necesario seguir profundizando en este binomio apasionante, que es la relación entre la neurociencia social y la IO en la clase de ELE. Por ello, ante la nueva situación científica, académica

y didáctica creada, el objetivo principal de esta investigación es dar a conocer, de manera rigurosa y, a la vez, divulgativa, algunos de los recientes logros científicos de los últimos años, procedentes de las nuevas técnicas de neuroimagen -fNIRS mediante hiperescáner-, en el estudio de la IO. En segundo lugar, se reflexionará sobre cómo podrían ser incorporados dichos avances en nuestras clases de conversación de ELE.

Esta investigación asume, como premisa fundamental, el valor de los conocimientos neurofisiológicos proporcionados por los estudios sobre el cerebro social, gracias a las nuevas técnicas de neuroimagen. A lo largo de estas páginas, se demostrará que estamos asistiendo a un salto cualitativo en los trabajos cerebrales sobre la IO. Su desconocimiento, por parte de los profesores de lenguas extranjeras, podría perpetuar ciertas pautas pedagógicas contraproducentes a la hora de lograr una adecuada competencia comunicativa entre los aprendientes de lenguas extranjeras. A su vez, dichas aportaciones científicas pueden ser la base de futuras sugerencias didácticas para la clase de conversación, más acordes con el modo en el que realmente funcionan nuestros cerebros durante la IO en el mundo real.

La estructura del artículo se divide en los siguientes apartados: en primer lugar, se darán unas pinceladas sobre la importancia de la interacción social y oral en el aprendizaje de segundas lenguas. Posteriormente, se expondrán las bases de la neurociencia social, así como el nuevo paradigma denominado *neurociencia de dos cerebros*, que ha sido posible gracias al desarrollo de las nuevas técnicas de neuroimagen. Por lo que será necesario detenernos en dichas técnicas -fNIRS con hiperescáner-, analizando sus ventajas y limitaciones sobre la fMRI. Esto nos permitirá tomar conciencia de la novedad cualitativa de los nuevos estudios y nos llevará a repasar algunos de los actuales modelos teóricos, propuestos en el ámbito de

la neurociencia social. Específicamente, se hablará del modelo del alineamiento cerebral y la hipótesis del cerebro interactivo, entre otros. Más adelante, se enumerarán algunos de los hallazgos más significativos de la neurociencia social en los estudios sobre la IO en la última década. El artículo finalizará sugiriendo algunas aplicaciones pedagógicas para la clase de conversación de ELE, derivadas de los recientes logros de la neurociencia social.

## 2. INTERACCIÓN SOCIAL Y ORAL

La dilatada consideración sociocultural, filosófica y antropológica de la interacción social viene avalada recientemente por diferentes estudios neurocientíficos. Baste citar solamente dos ejemplos. Por un lado, el descubrimiento de las neuronas espejo ha mostrado la interconexión cerebral, que se produce en las áreas implicadas durante las tareas de acción y la percepción de dichas actividades entre dos sujetos, permitiendo describir mejor las bases fisiológicas de la empatía social (Rizzolatti, Cattaneo, Fabbri-Destro y Rozzi, 2014: 703). Otro trabajo ha mostrado que la apertura innata a la sociabilidad empezaba ya en nuestro periodo prenatal. Concretamente, se ha observado que, a partir de la 14ª semana de gestación gemelar, los movimientos de los fetos se dirigen predominantemente hacia el hermano y buscan la región ocular, y, en menor medida, hacia la pared uterina, confirmando la tendencia innata hacia la sociabilidad (Castiello *et al.*, 2010: 9).

Dentro de las múltiples facetas en las que se desarrolla la interacción social, la IO juega un papel preponderante en la socialización de los seres humanos. Se suele contar que, cuando Miguel Ángel finalizó su Moisés, asombrado, delante de la escultura, en un ímpetu de pasión artística, le arrojó el martillo, gritándole: ¡habla! (Dezza, 1993: 135). Esta anécdota, sea verdadera o falsa, denota una intuición y una

comprensión esencial del ser humano como un ente comunicativo oral.

Para el *Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas* (MCER), los aprendientes debían «aprender a interactuar» (Consejo de Europa, 2002: 14). Este marco institucional consideraba que la IO iba más allá de la comprensión y de la producción de habla, a la vez que se reconocía su papel fundamental en el uso y aprendizaje de la lengua. El mismo MCER asumía que utilizar estrategias comunicativas suponía «la aplicación de los principios metacognitivos: planificación, ejecución, control y reparación de los distintos tipos de actividad comunicativa: comprensión, expresión, interacción y mediación» (Consejo de Europa, 2002: 61). La IO es una cooperación conjunta de significado, que se produce gracias a que los interlocutores comparten una serie de esquemas mentales, «un contexto mental común» (Consejo de Europa, 2002: 83). Además, las interacciones cara a cara resultan esenciales porque proporcionan un conjunto de señales lingüísticas y paralingüísticas. Finalmente, la IO presupone, junto a las estrategias de la comprensión y de la producción de habla, otras propias derivadas del propio proceso interactivo.

Todo lo anterior nos muestra que ya, en el MCER, se consideraba que las estrategias comunicativas se apoyaban en determinados esquemas mentales y funciones cognitivas. Desafortunadamente, las bases neurocognitivas del aprendizaje de lenguas extranjeras suelen pasar desapercibidas para muchos profesores. Por eso, resulta esencial detenerse a analizar los mecanismos neuronales implicados en la IO, a la luz de los hallazgos de la neurociencia social en esta última década.

Por un lado, Sassa y sus colaboradores observaron que el procesamiento del habla había sido muy estudiado por la neurolingüística cognitiva; sin embargo, se sabía poco sobre los

mecanismos cerebrales implicados en los aspectos comportamentales durante la comunicación oral. Incluso se había sugerido que los aspectos comunicativos de la producción de habla podrían ser procesados de manera independiente a los mecanismos lingüísticos en el caso de ciertas enfermedades, como el autismo o el síndrome de Asperger (Sassa *et al.*, 2007: 988). Por otro lado, otros autores (Hirsch, Adam, Zhang, Dravida y Ono, 2018: 908) han mostrado que el estudio del lenguaje a nivel cerebral no debería limitarse a localizar las áreas lingüísticas implicadas en cada una de las actividades del lenguaje, sino que, debido a la naturaleza comunicativa y social del lenguaje, el desafío sería determinar las áreas sociolingüísticas implicadas durante la IO. Específicamente, durante la conversación entre dos o más interlocutores, convergen simultánea y dinámicamente la producción de habla, la escucha atenta y seguimiento activo, el intercambio de turnos, el componente afectivo, visual, verbal y no verbal, así como la especificidad biográfica y sociocultural de cada uno de los participantes. Todo ello implica la activación de una serie de áreas que van más allá de las clásicas áreas lingüísticas de Broca y Wernicke. Este desafío está siendo afrontado actualmente gracias al desarrollo de la fNIRS y del hiperescáner, bajo el marco teórico de la neurociencia social, que expondremos a continuación.

### 3. NEUROCIENCIA SOCIAL

Los años noventa del siglo XX fueron denominados la *década del cerebro* gracias al desarrollo y contribución de las técnicas de neuroimagen. Principalmente, la tomografía de emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI) permitieron por primera vez obtener imágenes en tiempo real y comprender los circuitos neuronales activos durante la realización de ciertas tareas cognitivas. Durante los primeros años de aquella

década, surgió la denominada *neurociencia social*, término acuñado en 1992 (Adolphs, 2010: 752).

La neurociencia social es una disciplina que analiza los mecanismos neuronales, genéticos, hormonales y celulares que subyacen en los comportamientos sociales, con la finalidad de comprender las relaciones entre la organización social y biológica del ser humano. De manera resumida, podemos decir que busca identificar cuáles son los mecanismos biológicos cerebrales implicados durante la interacción social, es decir, especifica cuáles son las bases neurológicas de los procesos sociales (Cacioppo, Berntson y Decety, 2010: 675-676). Gracias a la neurociencia social podemos entender los mecanismos cerebrales que nos permiten comprender las intenciones y emociones de los demás, con el fin de poder interactuar adecuadamente (García e Ibáñez, 2014: 3). A pesar del optimismo suscitado por algunos autores, que pensaban que la neurociencia social era el camino para comprender todos los comportamientos sociales; otros autores han matizado que esto solo sería factible, siempre y cuando, se trabaje de manera interdisciplinaria (Adolphs, 2010: 765).

Entre los campos en los que se está desarrollando la neurociencia social, y que pueden ser importantes para los profesores de lenguas extranjeras, podemos citar el ámbito médico, no solo a nivel de enfermedades neurológicas y psiquiátricas, sino también su notoria contribución en el estudio del desarrollo cognitivo socioafectivo de niños y adolescentes, y por lo tanto sociolingüístico. En segundo lugar, dentro de la sociología, nos ayuda a comprender mejor los comportamientos colectivos de la cooperación, el castigo y el altruismo en diferentes campos, como son la economía y el lenguaje. En tercer lugar, en el ámbito de la sociolingüística, nos permitirá profundizar en los cambios neurofisiológicos, cognitivos y afectivos, que acontecen en los cerebros de las personas cuando llevan a cabo comunicaciones verbales y no verbales en diferentes situaciones, tales

como, las conversaciones diádicas (Jiang *et al.*, 2012) o situaciones grupales dentro de las clases en diferentes niveles, como por ejemplo, la comunicación grupal entre estudiantes o la relación del profesor con los estudiantes (Holper *et al.*, 2013). También, en este último campo, los estudios de la neurociencia social sobre las diferencias culturales serán de gran interés sociolingüístico. Por ejemplo, permitirán describir la cognición social entre aprendientes procedentes de distintos entornos socioculturales y lingüísticos (Adolphs, 2010: 756-758), que, sin duda, arrojarán interesantes conclusiones para la enseñanza de lenguas extranjeras.

De todas las áreas de estudio mencionadas, nuestra investigación se centrará en explorar la IO bajo el marco teórico de la neurociencia social. Este análisis se desglosará en tres partes. En primer lugar, se expondrá el nuevo paradigma de dos cerebros o del cerebro social. Después, de manera sucinta, se comentarán las nuevas técnicas que lo están haciendo posible. En tercer lugar, se citarán algunos modelos teóricos explicativos de la IO según la neurociencia social. Una vez finalizados estos tres apartados, exploraremos las posibilidades didácticas de incorporar todos estos conocimientos en nuestra práctica docente.

#### 4. EL NUEVO PARADIGMA NEURO-SOCIAL: DOS CEREBROS SIMULTÁNEOS O EL CEREBRO SOCIAL

Hasson y sus colaboradores sugerían cambiar el marco de referencia en los estudios cognitivos, centrados hasta ahora en estudiar cada cerebro de manera aislada, para situarnos en un marco multicerebral. La justificación se basa en que numerosos procesos neuronales que suceden en un único cerebro, a su vez, están acoplados a determinados circuitos cerebrales en otro cerebro dentro de un

determinado contexto (Hasson, Ghazanfar, Garrod y Keysers, 2012: 114).

Recientemente, en el año 2018, el equipo de Hirsch publicó que los mecanismos neuronales de la interacción social seguían sin ser estudiados adecuadamente. Para subsanar estas deficiencias se había propuesto la *hipótesis de la interacción cerebral* como marco teórico general para estudiar la interacción social. Según esta teoría, las señales sociales interactivas son procesadas por ciertos sustratos cerebrales (Hirsch *et al.*, 2018: 907). Sin embargo, era necesario disponer de nuevas técnicas que nos permitieran medir dicha interacción, tanto social como oral, en contextos naturales y de manera más real.

La unión de dos técnicas, la fNIRS mediante el hiperescáner, ha supuesto un cambio cualitativo fundamental en nuestra comprensión de la sociabilidad, ya que proporcionan imágenes simultáneas de dos o más cerebros, mientras llevan a cabo actividades sociales, en condiciones cada vez menos artificiales y más parecidas a situaciones sociales reales. De hecho, se ha llegado a sugerir que asistimos en la neurociencia social ante un cambio de paradigma cognitivo. Estaríamos pasando de una neurociencia basada en un cerebro a una verdadera neurociencia social cognitiva, basada en los resultados obtenidos por dos o más cerebros simultáneamente socializando, por lo que nos situaríamos en un marco multicerebral (Hasson *et al.*, 2012; Pinti *et al.*, 2018).

En la actualidad, se están prodigando experimentos sociales en los que podemos llevar a cabo mediciones cerebrales de dos o más cerebros simultáneos mientras realizan, de manera activa, diferentes tipos de interacción social, es lo que se denomina la *neurociencia de dos personas* (*two-person neuroscience*) y que constituye la piedra

angular en los estudios de los procesos sociales (García e Ibáñez, 2014: 1).

Bajo este marco teórico de la neurociencia de dos personas se estudian dos cerebros conjuntamente, y se asume que durante las interacciones sociales se activan circuitos cerebrales cognitivos en ambos cerebros. Para Schilbac y sus colaboradores, los dos grandes constituyentes de la neurociencia de la segunda persona son el compromiso emocional y la interacción social (Schilbac *et al.*, 2013: 397). Por un lado, hay una coordinación afectiva y emocional entre los interlocutores, no solamente con sus respuestas o comportamientos, sino también en los procesos de mentalización, que se refieren a nuestra capacidad de construir meta-representaciones para explicar y anticipar el comportamiento, las intenciones y las emociones de los otros (Schilbac *et al.*, 2006: 718). Por otro lado, la interacción social, y también la IO, abarcan tres aspectos fundamentales: (1) existe un intercambio de distintos roles entre el emisor y el receptor. (2) Las intenciones y motivaciones crean acciones conjuntas en la propia interacción, que marcarán su propio desarrollo, procesándose el mensaje, de diferente modo, por los participantes. Los interlocutores, de manera compartida, co-construida y original procesan toda la información referencial y metarreferencial de manera individualizada, pero, a la vez, entrelazada. (3) Y finalmente, la interacción siempre implica historicidad, entran en juego las sociobiografías de cada interlocutor, junto con todas sus experiencias psicológicas y culturales vividas (Schilbac *et al.*, 2013: 397).

Todo lo expuesto está determinando que cada vez sea más necesario hablar del *cerebro social* (Adolphs, 2010: 752). Este cerebro social debe incluir no solamente el estudio de las regiones cerebrales implicadas en aprender las cuatro destrezas lingüísticas clásicas, sino ir más allá para descubrir y potenciar las áreas involucradas durante la

interacción sociolingüística entre dos o más interlocutores. Se deben observar qué áreas se activan en cada cerebro, qué cambios acontecen y cómo se pueden llevar a cabo modificaciones educativas según el ambiente en el que se desarrolle la interacción social, así como entre sus participantes y en las diferentes tareas propuestas.

Por todo lo anterior, hoy más que nunca, hablar de neurociencia social implica necesariamente hablar de cerebro social, entendido como un conjunto de estructuras cerebrales que participan en la construcción de nuestras relaciones sociales, a través de un sistema de neuronas encargadas de procesar la información social. Concretamente, y de manera sucinta, este cerebro social estaría constituido por la corteza temporal, que incluye el giro fusiforme, el giro temporal superior y el surco. Todas ellas son áreas implicadas en la percepción social. En segundo lugar, la corteza prefrontal medial y la unión temporoparietal, que juegan un papel importante en la teoría de la mente. Y, por último, la corteza parietal medial y cingulada posterior, ambas son estructuras necesarias en la toma de perspectivas y de la autorreflexión (Adolphs, 2010: 765).

#### 4. 1. NUEVAS TÉCNICAS PARA EL NUEVO PARADIGMA

Desde sus inicios, la neurociencia social ha adolecido de serios problemas para lograr sus objetivos. Una de las principales dificultades han sido las limitaciones técnicas de la resonancia magnética funcional (fMRI) para medir la interacción social, ya que se llevan a cabo mediciones en cerebros individuales y aislados durante tareas cognitivas, realizadas en un entorno artificial e inmóvil, como es la sala del escáner. A pesar de las mencionadas limitaciones, no podemos negar sus notables contribuciones en nuestra comprensión del cerebro y de los procesos sociales, así como en el aprendizaje de lenguas extranjeras, tal como varios autores han constatado (Pérez

Ruiz, 2013). Además, como mostraremos a continuación, se siguen sucediendo experimentos que siguen proporcionando valiosos y fiables datos, que nos permiten ampliar nuestra comprensión sobre las bases neurológicas de la sociabilidad, tanto a nivel cortical como subcortical.

Baste citar un ejemplo que nos muestra la vigencia de los estudios con fMRI. Gracias a esta técnica, sabemos que existe una superposición del procesamiento semántico, léxico y sintáctico durante el habla y la escucha. Estos procesos comparten la misma infraestructura neuronal. Concretamente, el procesamiento semántico se lleva a cabo en las circunvoluciones bilaterales posteriores medio temporales. En el procesamiento léxico, estaban involucradas las circunvoluciones temporales media posterior y anterior izquierdas, y la circunvolución frontal inferior y media izquierda, junto con sus respectivas áreas homólogas en el hemisferio derecho. La circunvolución temporal media posterior izquierda y la circunvolución frontal inferior izquierda intervenían en el procesamiento sintáctico (Menenti, 2012: 72). Durante la producción oral, la especificación temática, el acceso al léxico memorizado y la codificación sintáctica se realizan en áreas cerebrales no superpuestas, las cuales se integran en otras áreas, constituyendo la infraestructura neuronal necesaria para que podamos coordinar la semántica, el léxico y la sintaxis durante el habla y la escucha. Además, intervienen los dos hemisferios cerebrales, el izquierdo, sobre todo, en las funciones sintácticas; mientras que el derecho está más involucrado en la semántica de los enunciados (Menenti, 2012: 76).

Junto a todos los logros proporcionados por la fMRI, en este siglo XXI, y, sobre todo, en esta última década, la espectroscopia funcional del infrarrojo cercano (fNIRS) está abriendo un nuevo horizonte al estudio de la interacción social (Ono, 2018). Es importante conocer, aunque sea brevemente, el funcionamiento, las similitudes y las diferencias

entre ambas técnicas. En primer lugar, debemos recordar que, tanto la fMRI como la fNIRS, son técnicas de neuroimagen no invasivas, que miden los cambios hemodinámicos producidos en las áreas cerebrales activadas durante ciertas tareas cognitivas. Ambas cuantifican los cambios en el flujo sanguíneo cerebral y la oxigenación de la sangre, que se acoplan a la actividad neuronal subyacente (Hirsch, 2017: 1). Sin embargo, hay diferencias entre ambas técnicas, ya que la fMRI depende de las propiedades paramagnéticas de la hemoglobina; mientras que la fNIRS se basa en las cualidades de un tipo de luz roja, la luz infrarroja cercana, que tiene la capacidad de penetrar la piel, el cráneo y llegar a la corteza cerebral. Esta luz emitida llega al tejido cerebral y es detectada por unos receptores colocados en el cuero cabelludo. Mide los cambios hemodinámicos de la hemoglobina oxigenada y desoxigenada en los vasos sanguíneos de la corteza cerebral.

Ambas técnicas tienen sus ventajas y limitaciones. La fMRI permite mediciones de todo el cerebro, abarcando zonas corticales y subcorticales profundas. Su gran desventaja es la necesidad de realizarse dentro del escáner, en un ambiente artificial y solitario, que exige la inmovilidad de los participantes. Por el contrario, la fNIRS, tiene las ventajas de una mayor portabilidad, movilidad y mediciones en contextos más naturales; ya que solo necesita que los participantes se pongan un ligero casco en la cabeza con unos detectores (Scarapicchia, Brown, Mayo y Gawryluk, 2017: 3-4). De este modo, se pueden medir los aspectos verbales y no verbales en una sala con los participantes sentados y hablando en un contexto real; de aquí que, sea una técnica muy adecuada para estudiar la interacción social (Suda *et al.*, 2010: 441). De hecho, tal y como declaró Liu: «las verdaderas ventajas de fNIRS pueden explotarse cuando se estudia la activación neural de dos o más sujetos durante las conversaciones cara a cara en un contexto natural como un aula» (Liu *et al.*, 2017: 8). Sin embargo, su gran limitación es que solo permite realizar

mediciones corticales y en áreas más limitadas, tanto en extensión como en profundidad, con relación a la fMRI.

Con el fin de aprovecharse de las ventajas de ambas técnicas y reducir sus limitaciones, cada vez surgen más publicaciones -cien trabajos hasta el año 2017- que han realizado sus experimentos con ambas técnicas, fMRI y fNIRS. Esta combinación permite optimizar sus resultados y conocer mejor los procesos neurovasculares implicados en diferentes procesos cognitivos; entre ellos, el análisis de tareas cognitivas relacionadas con la memoria, la producción y comprensión verbal (Schecklmann, Ehlis, Plichta y Fallgatter, 2008: 6).

A todo lo anteriormente expuesto, se debe añadir el desarrollo del hiperescáner. De modo sencillo, se puede definir el hiperescáner como el conjunto de técnicas de neuroimagen no invasiva que permite medir los correlatos neuronales, en situaciones de interacción social, entre dos o más cerebros, de manera simultánea (García e Ibáñez, 2014:1). Aunque los primeros intentos de medir dos cerebros a la vez empezaron en el año 1965, mediante estudios de electroencefalografía (EEG), el término se acuñó en el año 2002, gracias a Montague, quien analizó con fMRI dos cerebros conjuntamente. Sin embargo, hemos debido esperar a este siglo XXI para que el hiperescáner se desarrollara gracias a la fNIRS (Ono, 2018: 1). Esta última combinación supone una valiosa ayuda para el desarrollo de la neurociencia social, ya que permite analizar los cerebros de varias personas a la vez, durante su proceso comunicativo, en un entorno más ecológico y natural; permitiendo observar los procesos de sincronización cerebral entre los cerebros durante tareas de cooperación (Hirsch, 2017: 4). En la siguiente sección, mostraremos algunos de los principales resultados obtenidos por estas nuevas técnicas.



## 4.2. HALLAZGOS SIGNIFICATIVOS DE LA NEUROCIENCIA SOCIAL EN LOS ESTUDIOS SOBRE LA INTERACCIÓN ORAL

En este apartado, sobre todo, se detallarán los estudios de fNIRS mediante hiperescáner que han analizado diversos aspectos de la IO. Sin embargo, en primer lugar, se citarán algunas investigaciones de fMRI, debido a su notable contribución en nuestra comprensión de la IO. Con el fin de facilitar al lector el seguimiento de nuestra revisión sistematizada, la tabla I contiene las principales investigaciones que expondremos a continuación.

Tabla 1. Principales investigaciones sobre la interacción oral en Neurociencia social.

PRIMER AUTOR (AÑO)	TÉCNICA DE NEUROIMAGEN	PRINCIPALES HALLAZGOS
Sassa <i>et al.</i> (2007)	fMRI	Mayor activación cerebral en tareas comunicativas que descriptivas.
Stephens <i>et al.</i> (2010)	fMRI	Acoplamiento cerebral en las áreas lingüísticas y sociales.
Schecklmann <i>et al.</i> (2008)	fNIRS	Fiabilidad de la fNIRS para medir la fluidez verbal
Suda <i>et al.</i> (2010)	fNIRS	Mayor activación cerebral durante la conversación cara a cara.
Jiang <i>et al.</i> (2012)	fNIRS mediante hiperescáner	Incremento de la sincronización cerebral durante las conversaciones cara a cara.
Jiang <i>et al.</i> (2015)	fNIRS mediante hiperescáner	Influencia competencia comunicativa y social en la sincronización neuronal interpersonal.
Nozawa <i>et al.</i> (2016)	fNIRS mediante hiperescáner	Aumento sincronización interpersonal en comunicación verbal cooperativa.
Liu <i>et al.</i> (2017)	fMRI y fNIRS	Mayor sincronización en las áreas lingüísticas, extralingüísticas y durante la comprensión.

Hirsch <i>et al.</i> (2017)	fNIRS mediante hiperescáner	El contacto visual cara a cara implica un mayor acoplamiento intercerebral. El valor de la información multimodal.
Hirsch <i>et al.</i> (2018)	fNIRS mediante hiperescáner	Sincronización intercerebral mayor en el diálogo que durante el monólogo.
fMRI: resonancia magnética funcional en sus siglas inglesas. fNIRS: espectroscopia funcional del infrarrojo cercano en sus siglas inglesas.		

Algunos estudios de neurociencia social sugieren que, en la producción de habla, puede haber diferencias entre los procesos lingüísticos y comunicativos. Estos últimos exigen una mayor complejidad cognitiva, dado que convergen tareas de mentalización por parte del interlocutor, en las que debe predecir el significado del hablante, se comparten emociones y se intercambian los turnos de manera improvisada y dinámica. Parece plausible pensar que, para lograr una efectiva comunicación verbal, sea necesario una monitorización continua de la intención, sentimientos, deseos y pensamientos del interlocutor. Estudios de neuroimagen han implicado varias áreas cerebrales en la teoría de la mente o mentalización, necesaria durante la producción de habla comunicativa, tales como, la corteza prefrontal medial, el surco temporal superior y el polo temporal (Sassa *et al.*, 2007: 985). En el estudio de fMRI de Sassa, se midió la actividad cerebral implicada en dos tipos de tareas: una de producción de habla comunicativa, que consistía en conversaciones con otra persona; y otra de producción de habla, meramente descriptiva, ante la visualización de un video. En sus resultados, se obtuvo una mayor activación cerebral durante las tareas comunicativas que en las descriptivas. Sobre todo, en las partes polares y dorsales de la corteza prefrontal medial, los surcos temporales superiores anteriores bilaterales y la unión temporo-parietal izquierda. Además, la activación de la parte polar de la corteza prefrontal medial se activó más cuando el interlocutor era una

persona familiar que cuando no lo era. Estos hallazgos llevaron a los autores a considerar que, en el acto comunicativo, juega un papel importante la información biográfica de los interlocutores (Sassa *et al.*, 2007: 990).

Otro trabajo, muy citado en esta área de investigación, fue la aportación de Stephens, que analizó, mediante fMRI, el alineamiento entre el hablante y el oyente durante el acto comunicativo verbal. Observó un acoplamiento cerebral entre el hablante y el oyente. Y aunque, en la mayoría de las ocasiones, la actividad del oyente se producía con retraso con respecto al hablante, algo que parece lógico y normal; otras veces, documentaron una actividad anticipatoria en el oyente con respecto al hablante. Además, confirmaron que dicho adelanto cognitivo del oyente estaba directamente relacionado con el mayor grado de comprensión. Por otro lado, resultó interesante observar que los acoplamientos cerebrales se produjeron no solo en las áreas lingüísticas, sino que también se documentó una mayor activación de áreas implicadas en el procesamiento de los aspectos sociales y semánticos de la comunicación verbal (Stephens *et al.*, 2010: 14425-14426). La capacidad anticipatoria del oyente muestra que este juega un papel activo durante la IO y contribuye al éxito de la comunicación. Sus resultados apoyan la teoría de la alineación lingüística interactiva entre la producción y la comprensión a nivel fonológico, léxico, sintáctico y semántico, que explicaremos después. Además, la sincronización observada entre la producción y la comprensión es compatible con el acoplamiento entre los procesos de acción/percepción, descrito por el sistema de neuronas espejo (Stephens *et al.*, 2010: 14429).

Es importante recordar que ambos trabajos citados fueron llevados a cabo con la técnica de fMRI, con sus correspondientes limitaciones de inmovilidad y silencio. Por ejemplo, en el trabajo de Sassa, los participantes realmente no hablaban durante el escaneo de fMRI,

sino que veían un video y, por un lado, simulaban mentalmente una producción de habla comunicativa con el actor del video y, luego imaginaban describir -inmóviles- los videos. Posteriormente, a cada sujeto, se le presentaron los mismos videoclips fuera del escáner; y se les pidió que recrearan el mismo contenido de su simulada producción de habla, realizadas durante el escáner, en las tareas de comunicación y descripción (Sassa *et al.*, 2007: 987). Por su parte, el trabajo de Stephens adolecía del mismo entorno artificial e individual, dado que hablantes rusos e ingleses contaban historias improvisadas bajo el escáner. Posteriormente, oyentes nativos ingleses, que no entendían ruso, escuchaban las grabaciones (Stephens *et al.*, 2010: 14427). Es decir, que no hubo una IO simultánea y real entre los interlocutores en ambos experimentos. Por lo que, estos resultados, lógicamente, presentan las limitaciones expuestas de los trabajos con la fMRI. De aquí que, fuera necesario dar un salto cualitativo para medir la actividad cerebral en dos personas, de manera simultánea y en contextos más naturales. Todos ellos son logros que facilitan los trabajos con fNIRS mediante hiperescáner, como veremos a continuación.

Ya, en el año 2008, varios autores confirmaron en un estudio longitudinal, con mediciones a las tres semanas y al año, la fiabilidad de la fNIRS para medir la actividad cerebral durante tareas de fluidez verbal (Schecklmann *et al.*, 2008). Desde sus orígenes, varias investigaciones con fNIRS mostraron el acoplamiento cerebral entre dos cerebros en diferentes aspectos, tales como, la percepción facial y el intercambio de miradas, las emociones, los procesos de mentalización o predicción de significados del interlocutor, las activaciones neuronales en lactantes de seis meses en interacciones naturales, así como las respuestas al discurso de un interlocutor o el acoplamiento en tareas de fluidez verbal, entre otros estudios (Pinti *et al.*, 2018: 17).

A pesar de las limitaciones propias de la investigación llevada a cabo mediante fMRI por el anterior trabajo de Sassa, sus resultados fueron confirmados en un estudio de fNIRS por Suda. Este autor analizó la actividad cerebral frontal y temporal durante la conversación entre interlocutores, que estaban sentados cara a cara, bajo dos condiciones experimentales: en la condición conversacional, tenían que hablar de comida; y en la condición control, debían repetir silabas sin sentido. En ambas situaciones, se intercalaban turnos fijos de habla de 30 segundos (Suda *et al.*, 2010: 445). Los resultados obtenidos mostraron una gran activación de la corteza frontopolar y temporal en el caso de la condición conversacional, pero no bajo la situación control. Es importante subrayar la activación de la región anterior del lóbulo prefrontal medial rostral, que está implicada en el autoconocimiento, el conocimiento de la persona y en la mentalización -entendida como interpretación o adivinación sobre los pensamientos del interlocutor-, todos ellos factores esenciales durante la IO. Además, observaron que la región frontopolar no solamente mantenía una gran actividad durante el habla, sino también durante la escucha. Debemos recordar que dicha zona está encargada de la capacidad del juicio y la decisión de intenciones, ambas funciones totalmente exigidas durante la conversación cara a cara.

Jiang y sus colaboradores llevaron a cabo un estudio de fNIRS mediante hiperescáner con participantes chinos, en quienes midieron la actividad cortical en cuatro situaciones experimentales: conversaciones diádicas cara y cara, conversaciones diádicas con los interlocutores dándose la espada, monólogos cara a cara y monólogos de espalda a su interlocutor (Jiang *et al.*, 2012: 161). Además, marcaron en video los movimientos orofaciales, las expresiones faciales y los gestos durante la interacción. Sus resultados mostraron un significativo incremento de la sincronización neurológica entre los cerebros de los participantes durante los

diálogos cara a cara en la corteza frontal inferior izquierda. En los demás tipos analizados, no se observó ningún incremento del acoplamiento cerebral. También mostraron que el aumento de la sincronización en el área premotora y en la corteza frontal inferior izquierda fue debido fundamentalmente a la interacción cara a cara y no simplemente a la transmisión de las señales verbales. El acoplamiento durante la IO cara a cara se debe a la activación del sistema de información multimodal, compuesto por señales verbales y no verbales -gestos, expresiones faciales y movimientos orofaciales- que facilitan el alineamiento cognitivo intercerebral en varios niveles de la comunicación.

En un estudio posterior, el mismo autor midió la actividad cerebral, también mediante fNIRS, de un grupo de participantes chinos de 22 años agrupados en grupos de 3 personas. Los estudiantes discutían sobre un tema durante varios minutos y luego elegían quién tenía que exponer los resultados. Posteriormente, otro grupo veía los videos y debía adivinar quién era el líder de cada grupo (Jiang *et al.*, 2015: 4275). Observó que la sincronización neuronal interpersonal fue mayor en las interacciones entre el líder y los seguidores que en las producidas entre los mismos seguidores. Además, la sincronización no se debía a la frecuencia en la comunicación con el líder, sino a la calidad de su comunicación, tanto en sus habilidades comunicativas como en otras competencias sociales. Por ejemplo, la mayor sincronización entre el líder y los seguidores estaba mediada también porque entre ellos había una mayor cooperación e intercambio social. Entre las áreas implicadas, sobre todo, midieron cambios en la unión temporoparietal izquierda, que es un área importante para la mentalización o interpretación social; y no tanto en el área del lenguaje, es decir, en la corteza frontal inferior izquierda. También confirmaron que la mayor sincronización ocurrió durante la comunicación verbal. Además, hubo un menor acoplamiento intercerebral durante la comunicación no verbal o cuando no hubo

comunicación. Esto indica que la comunicación verbal es uno de los factores más importantes en la sincronización durante la interacción social entre el líder y los seguidores. Finalmente, resultó interesante observar que, aunque el líder y el seguidor contribuían con un número igual de intervenciones, hubo una mayor sincronización neuronal interpersonal durante las comunicaciones iniciadas por el líder que en aquellas iniciadas por uno de los seguidores. Los líderes monitorizaron más estrechamente las respuestas de los seguidores y sincronizaron sus cerebros más fuertemente que los seguidores (Jiang *et al.*, 2015: 4276).

En su revisión, Quaresima indicó que, desde 1998 hasta 2012, se han realizado 60 estudios con fNIRS en los cuales se han medido la activación cortical del lenguaje en niños y adultos (Quaresima, Bisconti y Ferrari, 2012: 79). Gracias a estos estudios hemos podido ampliar nuestros conocimientos sobre la percepción multimodal, los mecanismos de la adquisición de los patrones del habla y de la escucha, los circuitos neuronales implicados en el aprendizaje del lenguaje, el proceso de la lateralización en respuesta al habla, además de realizar estudios bilingües. Estos hallazgos sugieren que las regiones temporales del hemisferio izquierdo se especializan en procesar las voces escuchadas a edades muy tempranas en el desarrollo cognitivo de los lactantes. Sin embargo, durante la infancia, las emociones modulan diferencialmente el procesamiento de la voz -la prosodia emocional- gracias a la contribución del hemisferio derecho (Quaresima *et al.*, 2012: 84).

Un grupo de investigadores japoneses (Nozawa, Sasaki, Sakaki, Yokoyama y Kawashima, 2016: 484) hicieron otro estudio de fNIRS con hiperescáner para analizar la comunicación verbal cooperativa en 12 grupos de cuatro participantes. Los autores confirmaron una mayor activación de las regiones cerebrales encargadas de los roles implicados en la comunicación social. Mostraron que la

sincronización interpersonal de las actividades neuronales aumentó durante la comunicación verbal cooperativa en las regiones corticales frontopolares. Midieron las actividades neurológicas prefrontales implicadas en participantes universitarios mientras practicaban el juego de palabras encadenadas en dos condiciones experimentales. Primero, durante una condición de comunicación, en la que, entre los cuatro participantes, construían las palabras encadenadas. Y, en segundo lugar, bajo una condición independiente, durante la cual cada uno proseguía el juego tras un silencio y mirando hacia otro lado; evitando, de este modo, el contacto visual o cualquier tipo de interacción corporal con el resto del grupo. En sus resultados, observaron que se incrementó, de manera significativa, la sincronización y actividad en la región frontopolar en las condiciones comunicativas con respecto a la condición silenciosa o independiente (Nozawa *et al.*, 2016: 489).

Liu y sus colaboradores, también demostraron que «es factible estudiar el acoplamiento neuronal durante la comunicación verbal natural con fNIRS» (Liu *et al.*, 2017: 5). Midieron la actividad cerebral de tres hablantes mientras contaban historias y quince oyentes que las escuchaban. Se llevaron a cabo mediciones mediante fMRI y fNIRS. Sus principales conclusiones mostraron: (1) una correlación en los resultados entre ambas técnicas. (2) También observaron un acoplamiento cerebral de las áreas corticales prefrontales y parietales -no solamente de áreas lingüísticas, sino también extralingüísticas- entre el hablante y el oyente; principalmente, cuando la comunicación verbal tuvo éxito. Dicho acoplamiento desaparecía cuando fallaba la comunicación verbal, por ejemplo, en situaciones de incompreensión, al escuchar las historias en una lengua extranjera. (3) La media del acoplamiento del oyente llevaba un retraso de 5 segundos. (4) Finalmente, sugirieron que los estudios con fNIRS pueden usarse para investigar el acoplamiento entre dos cerebros durante la comunicación verbal en entornos naturales, como pueden

ser las clases, la consulta del doctor o la oficina de los negocios (Liu *et al.*, 2017: 7).

Hirsch formuló la cuestión: «¿qué sucede cuando un cerebro habla con otro cerebro?» (Hirsch, 2017: 5). Para responder a dicha pregunta, llevó a cabo dos investigaciones en las que analizó el acoplamiento cerebral en tareas de interacción social. En primer lugar, en un trabajo de fNIRS con hiperescáner, analizó la sincronización cerebral durante el contacto ocular recíproco entre dos interlocutores reales -manteniendo una mirada neutra-, y la mirada ocular -también neutra- de los ojos de imágenes de otras personas. Obtuvieron una mayor sincronización en las miradas oculares con las personas reales que con la mirada de las fotografías (Hirsch, Zhang, Adam y Ono, 2017: 315). Además, resultó interesante el hecho de que las áreas involucradas estaban en relación con las conocidas áreas del lenguaje y con la familiaridad del interlocutor. Concluyeron que el contacto visual cara a cara implica un mayor acoplamiento intercerebral. Estos datos confirman que los mecanismos cerebrales implicados en los procesos sociales producen una amplia activación de regiones frontales, centrales y temporo-parietales izquierdas específicas que, normalmente, se involucran durante la recepción y producción del habla; subrayando, de este modo, la activación multimodal (fonológica, auditiva, visual, emocional y afectiva) que interviene en los sistemas interactivos sociales (Hirsch *et al.*, 2017: 327).

En un estudio posterior, Hirsch y sus colaboradores realizaron otra investigación de fNIRS mediante hiperescáner en la que los participantes debían realizar tareas de habla y de escucha. Específicamente, tenían que nombrar objetos y hacer tareas descriptivas, bajo las condiciones de interacción (diálogo) y sin interacción (monólogo). Las parejas de interlocutores tenían que hablar y escuchar sobre fotografías de objetos (Hirsch *et al.*, 2018:

907). Se estructuraron turnos de habla y de escucha, durante los cuales se midió la actividad cerebral en situaciones de monólogo y de diálogo, así como en situaciones cara a cara y en condición ocluida, donde no se veían los interlocutores. Sus resultados mostraron un incremento de la sincronización intercerebral, sobre todo, durante los diálogos en comparación con los monólogos. Hallaron la existencia de un mayor acoplamiento cerebral en el área de Wernicke, pero no en el área de Broca, sobre todo, bajo las condiciones de interacción, y, principalmente, en la circunvolución temporal superior y el área subcentral. Ambas áreas parecen estar implicadas en el procesamiento de los contenidos sociales. Esta mayor sincronización temporal del área de Wernicke entre el hablante y el oyente, durante las tareas interactivas, revela un sustrato neuronal compartido entre los interlocutores (Hirsch *et al.*, 2018: 913).

En esta actualización, nos hemos limitado a exponer los resultados de los estudios sobre la IO; pero, lógicamente, este campo no agota las investigaciones sobre el lenguaje de la última década. Concretamente, en la revisión de Soltanlou, se resumían otros trabajos de fNIRS, que han analizado diferentes parcelas del lenguaje en estudios llevados en todas las edades, desde recién nacidos, niños, jóvenes y adultos. Por ejemplo, se han analizado las diferencias entre los monolingües y bilingües. También se han estudiado los correlatos neuronales de los procesos lingüísticos y no lingüísticos en la lengua materna y la lengua adquirida en los niños; así como los diferentes patrones de activación acústica a la información prosódica y fonética, o los cambios a la entonación. Además, se han explorado los diferentes tipos de lectura en el desarrollo cognitivo de los niños y las áreas de activación durante la producción de habla, entre otros estudios (Soltanlou, Sitnikova, Nuerk y Dresler, 2018: 7). Todos estos estudios muestran el enorme potencial investigador que tenemos delante, gracias a las nuevas técnicas de neuroimagen.

## 5. MODELOS DE INTERACCIÓN ORAL SEGÚN LA NEUROCIENCIA SOCIAL

Una vez expuestas las bases de la neurociencia social, el nuevo paradigma del cerebro social y las nuevas técnicas de neuroimagen que han facilitado interesantes hallazgos sobre la IO, estamos en disposición de describir varios modelos teóricos que ofrecen hipótesis de trabajo para explicar la comunicación verbal.

Para la neurociencia social, el lenguaje es, sobre todo, un proceso de cognición social, a través del cual articulamos nuestras relaciones sociales. Las palabras adquieren significado en su uso comunicativo social, es decir, durante la interacción. A través de la comunicación verbal y no verbal se comparten conocimientos, intenciones y emociones que, a su vez, van construyendo nuevos significados. La producción y comprensión oral son entendidas como formas de acción y de percepción de una acción. El nivel de congruencia entre las acciones actuales y sus representaciones semánticas activas correspondientes afectan, a nivel cerebral, tanto a los procesos motores como a los lingüísticos. La IO exige una bidireccionalidad entre el emisor y el receptor, ambos construyen acciones conjuntas, no meramente de transmisión de contenido referencial (García e Ibáñez, 2014: 2).

Es interesante observar que la mentalidad sociolingüística del lenguaje, propuesta a partir de los años sesenta y procedente de la sociología, el Análisis de la Conversación y otras corrientes (Cestero Mancera, 2000), que enfatizaba la dimensión social del lenguaje durante la IO, ha sido progresivamente confirmada por diferentes modelos teóricos procedente de la psicolingüística y de la neurociencia social. Entre estas propuestas teóricas, podemos citar,

entre otros muchas, el modelo del alineamiento interactivo, la hipótesis del cerebro interactivo y la nueva ciencia del aprendizaje.

En primer lugar, el *Modelo del alineamiento interactivo*, propuesto por Garrod y Pickering (2004: 8), sostiene que el éxito y la facilidad de las conversaciones se deben al alineamiento que se establece a nivel de las representaciones lingüísticas (fonológicas, sintácticas y semánticas) y no lingüísticas (postura corporal, prosodia y gestos) que se lleva a cabo entre los interlocutores. Por lo tanto, entre el hablante y el oyente existen, de manera simultánea, amplios correlatos neuronales superpuestos. Este modelo asume que ambos interlocutores comparten una paridad de representaciones y, en segundo lugar, una mayor alineación en un nivel conducirá a una mayor alineación en otros niveles (Menenti, Pickering y Garrod, 2012: 2). Esta doble premisa ha sido comprobada a través de estudios comportamentales y cerebrales. La evidencia neural de la paridad se ha observado en el procesamiento del léxico, la percepción, la producción de los sonidos y en la sintaxis.

Tradicionalmente se ha considerado que la producción oral era una acción, mientras que la comprensión consistía en una mera percepción. Además, se pensaba que ambos procesos estaban separados temporal y cognitivamente. Sin embargo, Pickering y Garrod proporcionaron una *Teoría integrada de los procesos de producción y comprensión*, indicando que ambos procesos están entrelazados (Pickering y Garrod, 2013: 346). Esta integración participativa explica la rapidez y fluidez que acontece durante el diálogo; lo cual implica un papel central en la predicción y anticipación del oyente, donde está involucrado el alineamiento entre los sistemas fonológicos, sintácticos y semánticos de los interlocutores. Además, esta predicción se puede llevar a cabo por producción o por asociación. La primera, la que denominan los autores *prediction-by-production* (Pickering y Gambi, 2018: 1014 y

1026), es la más efectiva porque el oyente predice, usando los mecanismos de producción que usaría si, en ese momento, tuviera que hablar. Significa que podemos comprender enunciados incompletos del hablante y completarlos utilizando nuestro propio sistema de producción de lenguaje.

La evidencia cerebral del acoplamiento no lingüístico, por ejemplo, en la gestualidad durante el habla, ha sido comprobada por las investigaciones sobre las neuronas espejo, que permiten acoplar los procesos de ejecución con los procesos de observación (Rizzolatti *et al.*, 2014: 650). Hasson y Frith no solo confirmaron el alineamiento en diferentes niveles durante la interacción verbal, sino que dieron un paso más, indicando que dicho acoplamiento no se limitaba a una mera imitación a través de las neuronas espejo. Consideraban que esta era, solamente, la primera de las formas en las que se desarrolla la dinámica cooperacional. Junto a este acoplamiento imitativo, había otras dos formas más de acoplamiento neuronal. Por un lado, citaban las transformaciones condicionales, que suceden cuando los patrones del receptor reflejan una relación predecible con los patrones neuronales del remitente. Por otro lado, estaban las sinergias, que se producen cuando las actividades de los dos cerebros se influyen, mutua y dinámicamente, y optimizan el intercambio de información, creando conjuntamente algo nuevo, emergente, diferente y cooperativo (Hasson y Frith, 2016: 6).

Una segunda teoría es la denominada *Hipótesis del cerebro interactivo* (De Jaegher, Di Paolo y Adolphs, 2016: 1). De Jaegher y sus colaboradores se preguntaban si los procesos cognitivos cerebrales funcionaban de manera similar durante la interacción y en situaciones no interactivas. Estos autores respondieron que nuestros cerebros se comportaban de manera diferente cuando trabajan en situaciones de interacción social, no solo en términos de una mayor complejidad, sino también mostraron que la propia dinámica de la

interacción desempeñaba un papel importante en la configuración de las funciones cognitivas. Para estos investigadores, la hipótesis del cerebro interactivo se enmarca en las teorías enactivistas, las cuales defienden que los procesos cognitivos son de naturaleza relacional. Esto significa que la cognición no solo implica la activación neuronal de ciertos circuitos, sino que está intrínsecamente unida a un cuerpo y a un contexto o mundo. Según esta teoría, el cerebro es un «órgano de relación» (Di Paolo y De Jaegher, 2012: 3), en el que, gracias a la plasticidad cerebral y la interacción social, se moldean las funciones y estructuras del cerebro. La interacción no es la mera co-presencia superpuesta, sino que la intersubjetividad se construye a través de procesos de coordinación simultáneos entre los interlocutores, en diferentes niveles fisiológicos, corporales, afectivos y cognitivos.

Posteriormente, Hirsch ha confirmado que la hipótesis cerebral interactiva proporciona un marco general de referencia. La razón se basa en que las interacciones naturales involucran procesos neuronales que no están implicados cuando no hay interacción. Su estudio de fNIRS mediante hiperescáner predijo y confirmó un incremento en la actividad neuronal cerebral en las regiones clásicamente asociadas con las funciones relacionadas con el lenguaje; así como aumentos en la coherencia entre los cerebros durante las interacciones en vivo, que involucraban hablar y escuchar, de modo dinámico y cooperativo (Hirsch *et al.*, 2018: 908-909).

Recientemente, otros autores han formulado la teoría denominada *Nueva ciencia del aprendizaje* (Li y Jeong, 2020: 1). Este modelo asume dos premisas, por un lado, parten del cerebro social del lenguaje; y, por otro lado, la adquisición del lenguaje debe fundamentarse en la interacción social. Se incorporan las aportaciones de la psicología, la neurociencia, la educación y el aprendizaje automático a través de tres dimensiones: el proceso computacional, el proceso social y los procesos de los circuitos

cerebrales implicados en la percepción y en la acción. Sobre esta base teórica, se desarrolla su propuesta para la enseñanza de lenguas extranjeras, denominado *Aprendizaje social L2* (Li y Jeong, 2020: 2), que prioriza la interacción del cerebro social sobre el aprendizaje clásico, centrado en un único cerebro, y que se basaba en la adquisición de meros contenidos lingüísticos, la memorización y la gramática. Su propuesta parte de los datos proporcionados por los estudios comportamentales y la información cerebral. Además, han sido fundamentales las contribuciones procedentes de la psicolingüística, la memoria y la cognición. Digamos algo de esta triple aportación.

En primer lugar, la psicolingüística y las teorías socioculturales -como el Análisis de la Conversación-, ya consideraban la adquisición del lenguaje como una experiencia comunicativa y cultural, que se iniciaba desde la primera infancia; cuando el niño empezaba a adquirir su lengua a través de los contactos sociales. En segundo lugar, los estudios neurolingüísticos sobre la memoria indican que recordamos lo aprendido más fácilmente si el aprendizaje se lleva a cabo en contexto. La memoria semántica y los niveles de procesamiento implicados están relacionados con la riqueza multimodal de la información que se recibe. Todo ello enriquece la calidad de la memoria semántica. También la experiencia vivida durante el aprendizaje juega un papel importante en dicha memoria semántica.

Finalmente, en tercer lugar, es importante considerar la *Teoría encarnada de la cognición (embodied cognition theory)*. Según esta hipótesis, los procesos cognitivos superiores están estrechamente ligados a la participación de todo el cuerpo. La corporalidad, con sus actividades motoras y sus sentidos, contribuye al aprendizaje para ayudar al aprendiz a construir sus representaciones mentales superiores tales como, los conceptos y las categorías. En la

adquisición del simbolismo, es necesaria la participación de la percepción y de la acción; y esto solo es posible gracias a que todo el cuerpo interactúa con el contexto (Li y Jeong, 2020: 3).

Después de describir estos tres modelos, podemos extraer dos interesantes observaciones. Por un lado, destacamos la notoria correspondencia que existe entre los postulados de las corrientes sociolingüísticas y comunicativas de la lengua con las hipótesis neurocientíficas de los modelos expuestos. Por otro lado, hay que subrayar que las aportaciones de la neurociencia social, a nivel teórico y experimental, confirman el papel preponderante del acoplamiento intercerebral simultáneo, que sucede entre los interlocutores a diferentes niveles, tanto lingüísticos como metalingüísticos. Sobre este marco teórico y experimental expuesto, proseguiremos nuestra investigación sugiriendo unas pinceladas didácticas para incorporar dichos logros neurocientíficos sociales en nuestras clases de conversación de ELE.

## 6. IMPLICACIONES PEDAGÓGICAS DE LA NEUROCIENCIA SOCIAL EN LA CLASE DE CONVERSACIÓN DE ELE

Hasta ahora, a lo largo de este artículo, hemos recordado el papel fundamental de la IO dentro de la sociabilidad humana. Posteriormente, desde la neurociencia social nos hemos acercado al nuevo y prometedor paradigma de la *neurociencia de la segunda persona*, como expresión que resume nuestras posibilidades técnicas actuales de estudiar el lenguaje en dos o más cerebros simultáneamente, mientras se realizan tareas sociolingüísticas en contextos más naturales y reales. Después, expusimos una serie de hallazgos obtenidos sobre la IO en estudios con la fNIRS mediante el



hiperescáner. Y finalmente, sintetizamos tres modelos teóricos que priman el valor de la IO.

A modo de síntesis, antes de exponer algunas sugerencias pedagógicas para las clases de conversación de ELE, resumimos algunas de las principales observaciones proporcionadas por los estudios y modelos de la neurociencia social: (1) existe un mayor acoplamiento cerebral durante los intercambios comprensibles que cuando son ininteligibles. (2) Se observa un mayor alineamiento intercerebral en las conversaciones cara a cara que en los monólogos o diálogos de espaldas. (3) Los mecanismos cerebrales implicados son diferentes en la transmisión de significados literales o figurativos. (4) El procesamiento lingüístico modula el reconocimiento de las emociones; y ambos están intrínsecamente implicados durante la IO. (5) El acoplamiento se ve notablemente influenciado por el tipo de interlocutores y los roles sociales que desempeñan. (6) El tipo de oraciones ayuda a configurar los papeles de los interlocutores; por ejemplo, una pregunta busca información y marca a su interlocutor como oyente. (7) Por último, el procesamiento afectivo en los bilingües está modulado por el lenguaje que usan (García e Ibáñez, 2014: 4).

Una vez establecido nuestro marco teórico, fundamentado con la evidencia empírica mostrada, estamos en condiciones de pensar como profesores de lenguas extranjeras y plantear cómo podríamos incorporar todos estos logros en nuestras clases de conversación en la enseñanza de ELE.

Lo primero que nos llama la atención es que, en el ámbito de la enseñanza de lenguas extranjeras, a pesar de la consistencia investigadora, acumulada durante varias décadas sobre la IO; e incluso, su reconocimiento institucional por parte del MCER, siguen abiertos dos frentes de controversia. Por un lado, ha persistido un

debate sobre el valor educativo de incorporar en nuestras clases los postulados teóricos del Análisis de la Conversación y de otras corrientes sociolingüísticas (Cestero Mancera, 2000; Pérez Ruiz, 2011). Por otro lado, en contextos asiáticos, sigue observándose el predominio de metodologías lingüísticas tradicionales. Bajo estos enfoques, se sigue primando la enseñanza y adquisición de contenidos léxicos y gramaticales, relegando la IO a un papel secundario; reducido, en muchos lugares, a meras prácticas de los contenidos gramaticales. Incluso se ha hablado y enfatizado el «fracaso de la enseñanza comunicativa en China» (Sánchez Griñán, 2009: 3).

A pesar de las esperanzadoras perspectivas suscitadas, la neurociencia educativa sigue siendo una de las ramas de la neurociencia social que no acaba de desarrollarse. Sigue pesando, en toda la literatura revisada, el clásico artículo de Bruer, *Education and brain: a bridge too far* (Bruer, 1997), donde exponía la gran distancia existente entre el cerebro y la educación. Varios debates se han suscitado en esta última década sobre el tema de la utilidad real de la neurociencia para la educación. Tal y como hemos expuesto, la fNIRS con el hiperescáner podrían ayudar a reducir dicha distancia entre ambos campos. Estas técnicas, sin ser una panacea, nos pueden ayudar a descubrir el desarrollo cognitivo del lenguaje a lo largo de la vida, comprobar cómo ciertas estructuras cerebrales permanecen constantes, mientras que otras van modificándose en virtud de la maduración, la experiencia y, lo que sería más importante para los profesores, a través del propio aprendizaje. En definitiva, estas técnicas podrían ser valiosas herramientas para comprobar cómo se reflejan nuestros esfuerzos educativos en el desarrollo cognitivo de nuestros estudiantes (Soltanlou *et al.*, 2018: 112).

Varios autores, como en la citada revisión de Soltanlou y el grupo japonés de Nozawa, insisten en el cambio cualitativo que suponen la

fNIRS y el hiperescáner para ampliar nuestros conocimientos de la interacción social y la posibilidad de iniciar un nuevo campo de investigación. La nueva área permitirá la realización de mediciones masivas, con varios participantes, durante las interacciones diarias, como pueden ser las aulas, las reuniones de trabajo, etc. De este modo, se podrá explorar cómo la sincronización neural colectiva puede reflejar la calidad de las interacciones (Nozawa *et al.*, 2016: 496).

Por otro lado, a lo largo de todo el documento del MCER, se menciona el valor de promover la IO en las clases de lenguas. Se afirma que es necesario favorecer la cooperación comunicativa en la construcción de los turnos de habla y la negociación de significados. Para lograr estos objetivos, el MCER sugería diferentes actividades de IO para la clase, tales como, conversaciones casuales, discusiones informales y formales, debates, entrevistas, negociaciones, cooperación dirigida a objetivos concretos, que requieran una planificación conjunta, etc. (Consejo de Europa, 2002: 74-75).

A lo largo de este apartado, confirmaremos, basándonos en las contribuciones de la neurociencia social y las indicaciones del MCER, la necesidad de implantar dichas actividades interactivas en las clases de conversación de ELE. A su vez, se darán unos trazos sobre el modo en el que se podrían llevar a cabo dichas tareas comunicativas. Por eso, a continuación, se enumerarán una serie de sugerencias pedagógicas, junto con su fundamento neurológico.

Específicamente, las pinceladas pedagógicas que trazaremos se dirigen, en primer lugar, hacia la concienciación y promoción de un aprendizaje socioafectivo, que provea a los estudiantes de un contexto enriquecido. Es necesario proporcionar estímulos o *inputs* multimodales, que se articulen en actividades comunicativas de naturaleza sociolingüística. Dichas tareas deben aglutinar los

aspectos motivacionales, afectivos, contextuales y la especificidad sociocultural durante la IO. En segundo lugar, como profesores, debemos tomar conciencia de las diferencias sociocognitivas entre el aprendizaje de la producción de habla y la IO real. Todo lo anterior conduce necesariamente, por un lado, a intensificar la contribución activa del oyente. Ambos interlocutores coordinan y superponen circuitos neuronales, activando una mayor variedad de estrategias cognitivas cuando el oyente se acopla sincrónicamente con el hablante. Por otro lado, se replantearán los objetivos y el modo de diseñar las tareas por grupos; enfatizando el componente comunicativo en sí y no considerar el trabajo grupal como un mero vehículo para alcanzar las metas lingüísticas específicas de cada tarea. Finalmente, dados los rápidos cambios tecnológicos que estamos viviendo, nos debemos interrogar por las ventajas de un aprendizaje en el que se produzca la IO cara a cara, o bien, a través de plataformas digitales. A continuación, desglosaremos las citadas sugerencias pedagógicas.

## 6. 1. PROMOVER UN APRENDIZAJE SOCIOAFECTIVO EN L2

Desde hace muchos años, se sabe que los niños aprenden la lengua materna gracias a su participación en contextos sociales naturales e interactivos. Este aprendizaje social se debería intentar llevar al aprendizaje de lenguas extranjeras (Li y Jeong, 2020: 1). Estos autores indicaban que la mayoría de los estudios de neuroimagen sobre el aprendizaje de L2 se centraban en métodos de enseñanza tradicionales. Eran escasos los estudios que se habían enfocado en explicar las conexiones neuronales implicadas en la adquisición de una lengua extranjera basándose en un aprendizaje social. En su revisión, observaron que los correlatos neuronales implicados en el aprendizaje social de una L2 son mayores que el mero aprendizaje léxico-semántico. La explicación se basa en el hecho que, en el

aprendizaje social de una L2, no solo están implicadas las áreas clásicas lingüísticas léxico-semánticas frontales y temporales del hemisferio izquierdo, sino que también se activan regiones visuales y regiones subcorticales del hemisferio derecho (circunvolución frontal inferior, circunvolución supramarginal, circunvolución angular, giro lingual, núcleo caudado, circunvolución temporal media y circunvolución temporal inferior). Todo lo anterior se traduce en un mayor impacto neurocognitivo durante este tipo de aprendizaje social.

A todo lo anterior, debe sumarse que, favorecer un tipo de aprendizaje social, supone incluir los aspectos motivaciones y afectivos, con la activación del sistema límbico y de estructuras subcorticales del sistema de recompensas, así como la importancia del lenguaje corporal no verbal. Específicamente, dentro del aprendizaje social, se confirma que la producción y la comprensión del discurso oral vienen facilitadas por toda la información paralingüística, no verbal, tales como, los gestos faciales y corporales (Li y Jeong, 2020: 4).

Por todo lo anterior, la primera sugerencia didáctica es tomar conciencia de la intrínseca sociabilidad del lenguaje y la necesidad de promover un aprendizaje socioafectivo, no meramente lingüístico, en nuestras clases. Como hemos repetido en varias ocasiones, hay una correlación directa entre aprendizaje y acoplamiento intercerebral. Por esta razón, debemos trabajar para facilitar que dos o más cerebros actúen simultáneamente, de manera lingüística, sociocomunicativa y afectiva. A nivel lingüístico y sociocomunicativo, resulta esencial favorecer las adquisiciones del léxico y la memoria semántica en situaciones interactivas, no reduciendo la relación entre el docente y los dicentes a meros ejercicios de preguntas-respuestas, que no tienen como fin primordial la IO. Y a nivel afectivo, desde el principio, se debería favorecer una inmersión emocional entre los

interlocutores. Los cuales deben tomar conciencia, de manera explícita, del valor que posee, para el aprendizaje de una nueva lengua, la diversidad, especificidad y socioculturalidad de las señales afectivas y paralingüísticas (gestualidad, turnos de apoyo verbales y no verbales, tareas de predicción, de construcción cooperativa de turnos de habla, etc.) que se intercambian durante la IO. Por eso, nos parece crucial incorporar la enseñanza explícita de toda la comunicación no verbal, así como sus peculiaridades socioculturales y motivacionales, presentes durante la interacción cara a cara en nuestras clases. Estos signos metalingüísticos desempeñan un papel esencial en el éxito de nuestras interacciones orales. Específicamente, se ha comprobado, de manera empírica, un incremento de la IO y de la adquisición de la L2 en una propuesta didáctica de aprendizaje social que enseñaba a los estudiantes taiwaneses, de manera explícita, la especificidad sociocultural de ciertas señales lingüísticas y metalingüísticas chinas y españolas en un contexto afectivo (Pérez Ruiz, 2016: 419).

## 6.2. DE LA PRODUCCIÓN ORAL A LA INTERACCIÓN ORAL

Aunque parece obvia la distinción, muchas veces, en nuestras clases, se diluyen las diferencias esenciales entre la producción de habla y la conversación. Nos concentramos en lograr que nuestros estudiantes hablen más que en conseguir que sean capaces de interactuar de modo natural. Esta percepción la corrobora el hecho del predominio de materiales y ejercicios de preguntas-respuestas, monólogos y diálogos memorizados, así como el incremento de exposiciones orales en plataformas digitales, que deben realizar los estudiantes universitarios en nuestro entorno sinohablante taiwanés.

Los hallazgos de la neurociencia social nos han mostrado que, cuando los estudiantes exponen o se expresan de manera memorística o bien

se limitan a producir diálogos gramaticalmente correctos, no se produce una activación neurocognitiva sincrónica con otros interlocutores. Además, esta falta de acoplamiento puede ir en detrimento de su propio aprendizaje. Concretamente, Soltanlou citaba varios trabajos con fNIRS que nos han permitido observar diferencias cognitivas en la activación de diferentes tareas. Sobre todo, se halló un mayor acoplamiento intercerebral durante las tareas de IO. Específicamente, las regiones frontales bilaterales se activaban más en tareas de habla que en tareas de no habla, como era la lectura silenciosa, e incluso con la lectura en voz alta (Soltanlou *et al.*, 2018: 8-9).

Estos datos confirman el salto cualitativo cognitivo que existe entre la producción de habla y lograr expresarse mediante una adecuada IO. Los estudios de neurociencia social nos indican que no se trata solamente de pronunciar sonidos, palabras o frases en alto durante la clase, sino en desarrollar clases realmente comunicativas, no meros diálogos aprendidos o leídos, sino creativos y originales, porque -como sugerían Garrod y Pickering- el ser humano ha sido diseñado para el diálogo y no para el monólogo (Garrod y Pickering, 2004: 10). Según estos autores, es interesante observar que el monólogo puede parecer cognitivamente más sencillo; sin embargo, en el diálogo natural, donde no hay preparación previa, ya que no se sabe qué va a decir el interlocutor, ni cuándo podrá intervenir el oyente, resulta que discurre de manera más sencilla y fluida que el monólogo. La explicación que proporcionaban estos investigadores era la alineación fonológica, sintáctica y semántica que se producía entre los interlocutores. Dicho acoplamiento se ha ido desarrollando evolutiva y socioculturalmente, gracias a la progresiva participación de los seres humanos en numerosas interacciones orales.

Los estudios que expusimos en el apartado 4.2, tanto los realizados con fMRI y, sobre todo, con fNIRS, apuntan que deberíamos

potenciar una dinámica comunicativa bidireccional en las clases de conversación. Varios autores se han planteado que el acoplamiento y la superposición neuronal entre el hablante y el oyente en los diferentes niveles de representación -fonológica, léxica, sintáctica y semántica- podría ser incrementada en un entorno comunicativo e interactivo en comparación con entornos no comunicativos (Menenti, 2012: 7). Bajo la evidencia empírica neuronal proporcionada por Menenti y sus colaboradores, la neurociencia social apoya que debemos priorizar actividades que favorezcan la IO. La razón estriba en que el modelo de alineamiento interactivo predice que, cuando logramos una mayor correlación cerebral en los diferentes niveles de representación entre los interlocutores, la IO resulta más fácil y exitosa.

Según los estudios con fNIRS mediante hiperescáner, se observa una mayor sincronización intercerebral durante la comunicación dinámica entre los interlocutores, basada principalmente en los cambios de toma de turno y en el sistema de integración de la información sensorial multimodal (Jiang *et al.*, 2012: 165). Estos resultados nos deben hacer reflexionar sobre la importancia de fomentar la integración de la información sensorial multimodal bidireccional en nuestras clases. Así mismo, deberíamos dedicar tiempo para que los estudiantes comprendan el significado de los turnos de habla, su especificidad sociocultural, su construcción compartida, espontánea y natural; y, sobre todo, ayudarles a que tomen conciencia de que, a través de todas estas actividades, lograrán una mayor sincronización cerebral durante las clases.

Todo lo anterior, nos proporciona una guía de actuación para la clase de conversación. Concretamente, sugerimos evitar que los diálogos se conviertan en monólogos a dos voces; en los que se emiten sonidos comprensibles y memorizados, pero que adolecen de una verdadera IO. En estas memorizaciones, estaríamos perdiendo toda la comunicación no verbal, y la cooperación en la construcción natural

del turno, impidiendo las tareas de desciframiento y anticipación del contenido, tanto referencial como emocional, presentes en los diálogos espontáneos y naturales. Una vez más, la neurociencia social se superpone y confirma los postulados sociolingüísticos del Análisis de la Conversación.

### 6.3. INTENSIFICAR LA PARTICIPACIÓN ACTIVA DEL OYENTE

Hemos visto que no es suficiente que nuestros estudiantes se expresen, sino que necesitamos lograr que realmente se comuniquen. La comunicación implica un camino de ida y vuelta en cada intervención lingüística o contribución paralingüística. Por eso, desde los presupuestos teóricos de la neurociencia social, sugerimos promover, no solamente hablantes participativos, sino oyentes co-participativos. Entendiendo cada participación del oyente como una contribución esencial y necesaria en la construcción compartida de cada momento comunicativo de la IO.

Schilbac y sus colaboradores se formularon una interesante cuestión: ¿hasta qué punto se alteran los mecanismos neuronales, cuando percibimos y participamos de manera activa en las interacciones sociales, en lugar de ser observadores pasivos que nos limitamos a ver a los demás interactuar? (Schilbac *et al.*, 2006: 719). En su estudio de fMRI, descubrieron que se reclutaban diferentes regiones corticales prefrontales mediales en la percepción de la interacción social según existiera o no una implicación personal durante dicha interacción (Schilbac *et al.*, 2006: 727). Estos datos confirman la premisa de que, en la cognición social, el compromiso de los circuitos neuronales implicados es fundamentalmente diferente cuando estamos interactuando con los demás que durante los casos en los que, simplemente, somos meros observadores pasivos durante al IO (Schilbac *et al.*, 2013: 396). De aquí que, el mayor acoplamiento

intercerebral entre los interlocutores está directamente relacionado con la mayor participación activa del oyente, con su grado de comprensión, así como con el alineamiento producido en diferentes niveles, no solamente de los aspectos lingüísticos, sino también extralingüísticos (Stephens *et al.*, 2010: 14427).

Otros autores han mostrado que el contacto precoz con la voz ayuda al desarrollo cognitivo de las zonas corticales temporales izquierdas y que la prosodia emocional se desarrolla gracias a la contribución del hemisferio derecho (Quaresima *et al.*, 2012: 84).

A la luz de estos hallazgos, en nuestras clases de conversación, sería conveniente reevaluar el papel estático y pasivo del oyente durante las interacciones orales, tanto aquellas que se producen con el profesor, durante sus explicaciones, como durante las IO recíprocas entre los estudiantes. Sugerimos que resultaría esencial favorecer actividades de escucha social en la lengua meta bajo contextos afectivos adecuados. Además, debemos incentivar la participación del oyente para que coopere dinámicamente en las tareas comunicativas. Nuestra propia experiencia profesional, acumulada en la última década, nos permite avalar que resulta imprescindible trabajar y fortalecer la contribución sociolingüística y afectiva del oyente en la IO durante las clases de lenguas extranjeras, con el fin de lograr una mayor competencia comunicativa (Pérez Ruiz, 2011; Pérez Ruiz, 2014; Pérez Ruiz, 2016). Los recientes hallazgos de un mayor acoplamiento cerebral, debido a la mayor cooperación del oyente en la construcción compartida de los turnos de habla, vuelve a confirmar el estrecho correlato neurológico entre la sociolingüística y la neurociencia social.

#### 6.4. REPENSAR LA INTERACCIÓN ORAL EN GRUPO

Desde hace muchos años, las actividades en parejas o en grupos forman parte de las tareas docentes en las clases de lenguas extranjeras. Sin embargo, quizás, a la luz de los logros proporcionados por la neurociencia social, debemos detenernos para replantear nuevas modalidades que favorezcan una mayor sincronización grupal.

Las investigaciones de Sassa (2007) y de Jiang (2015), ya citadas con anterioridad, nos permiten sugerir interesantes propuestas didácticas para desarrollar el trabajo en grupo dentro de nuestras clases de conversación. En primer lugar, debemos tomar conciencia y asumir la tesis anterior de que no toda producción de habla es siempre comunicativa. Específicamente, el estudio de Sassa mostró diferentes patrones de activación en la producción de habla descriptiva y conversacional (Sassa *et al.*, 2007: 990).

Las implicaciones pedagógicas de estos hallazgos podrían ser, en primer lugar, que no limitemos las descripciones de nuestros estudiantes a ser meros monólogos, sino que, para lograr una mayor activación neuronal, sería interesante que, antes de la exposición oral de la descripción, se trabaje, en parejas o grupos, la construcción cooperativa de los contenidos que luego se expondrán. En segundo lugar, la mayor activación cerebral en las conversaciones con interlocutores conocidos potencia el valor de los aspectos biográficos, culturales, empáticos y motivacionales de los interlocutores durante la IO. Y, en tercer lugar, traemos a colación los resultados del estudio de Jiang, que indicó la influencia del papel del líder para lograr una mayor cooperación y sincronización interneuronal (Jiang *et al.*, 2015: 4277). Estos hallazgos adquieren una especial relevancia en nuestro entorno sinohablante. Por ejemplo, en Taiwán, fruto de una larga tradición cultural, sigue existiendo, sobre todo en el bachillerato y en

la universidad, la figura del denominado *hermano o hermana mayor* (*xuézhǎng* o *xué zǐ* respectivamente) para designar a aquellos estudiantes de cursos superiores que ayudarán a los nuevos estudiantes en su periplo educativo. Esta imagen del hermano mayor es utilizada en los departamentos de lenguas extranjeras de nuestra universidad para crear clases de apoyo, en las que se refuerzan los contenidos lingüísticos estudiados. Durante estas horas, el hermano mayor se convierte en lo que llaman el *pequeño profesor* (*xiǎo lǎoshī*). En estas prácticas, los estudiantes, en grupo, reproducen situaciones similares a las del estudio de Jiang. Es decir, podríamos comprenderlas como situaciones socioafectivas de IO entre un líder y unos seguidores. Dado que el éxito observado por Jiang era atribuido a un mayor acoplamiento intercerebral con el líder, en nuestro entorno sinohablante, podríamos derivar numerosas ideas para potenciar estos resultados; no solamente en estas clases de apoyo entre estudiantes de diferente nivel académico, sino dentro de las clases oficiales de conversación.

Relacionado con lo anterior, aconsejamos que seamos más cuidadosos a la hora de los criterios de selección utilizados para distribuir los grupos, así como la asignación de su líder o portavoz. Además, deberíamos prestar atención a cómo se desarrollan los intercambios comunicativos en cada uno de los grupos, monitorizando y evaluando las carencias de la IO en lengua extranjera. La combinación y alternancia entre la lengua materna y la lengua meta, junto con el modo en el que se produce el intercambio de turnos serán indicadores de cómo se está llevando a cabo el acoplamiento intercerebral entre los integrantes del grupo. Asumimos que las buenas relaciones intergrupales conseguirán, no solamente alcanzar, de manera más eficiente, la meta de la tarea grupal, sino que podrían incrementar la propia adquisición de la competencia comunicativa de cada interlocutor; siempre que se

realice en contextos grupales afectivos, conocidos, no estresantes y estimulantes.

## 6.5. APRENDER CARA A CARA VS. PLATAFORMAS DIGITALES

En estos tiempos de pandemia por el coronavirus, está resultando esencial clarificar, tanto a nivel académico como institucional, el contexto más idóneo en el que deberá proseguirse la docencia. Frente a los nuevos desafíos educativos, ya están surgiendo propuestas para hacer frente a un nuevo tipo de docencia virtual. Específicamente, en China, se ha planteado la posibilidad de interacciones orales profesor-estudiantes y estudiantes-estudiantes bajo plataformas digitales (Liu, 2020: 8), así como propuestas de simulación virtual, en las que el aprendiz no desempeñe un rol pasivo, sino que pueda interactuar en contextos simulados reales (Liu, 2020: 13). Aunque en los próximos años, esperamos ampliar nuestros conocimientos sobre las semejanzas y diferencias en la activación neuronal y sincronización cerebral entre los estudiantes y el profesor durante la docencia cara a cara, así como aquellas que se imparten en línea; ya en la actualidad, podemos exponer algunos hallazgos en esta línea de investigación.

El desarrollo tecnológico está potenciando nuevos medios de comunicación y un nuevo lenguaje digital que, poco a poco, se va implantando y relegando la comunicación cara a cara. Algunos autores se han preguntado: «¿qué sucedería si se suprimen algunos elementos de la comunicación cara a cara mediante las tecnologías de la comunicación electrónica?» (Kock, 2002: 373). Sin negar, por supuesto, los grandes beneficios de estas tecnologías al desarrollo de la humanidad, el autor formuló la hipótesis de los medios naturales de comunicación (*The media naturalness hypothesis*), en la que argüía que, en igualdad de condiciones, la disminución del grado de naturalidad de un medio de comunicación conduce a tres efectos

sobre la interacción comunicativa: (1) exigiría un aumento del esfuerzo cognitivo, (2) un incremento en la ambigüedad de la comunicación y (3) una disminución de la estimulación fisiológica (Kock, 2002: 377). Por otro lado, en el año 2003, Kuhl, Tsao y Liu ya comprobaron que el aprendizaje del sistema fonológico chino mandarín se aprendía mejor en niños en condiciones reales, en las que se interactuaba con los aprendices, que en niños americanos expuestos exclusivamente a materiales audiovisuales, aunque fueran grabados con el mismo contenido (Kuhl, Tsao y Liu, 2003: 9096).

Es importante observar que nuestra propia anatomía configura una biología de la comunicación, es decir, estamos biológica y evolutivamente diseñados para la comunicación cara a cara. Esta predisposición natural a la comunicación oral se ha ido forjando gracias a la necesaria práctica social. A través de sus interacciones sociales, el ser humano, en su desarrollo evolutivo, ha ido desarrollando la capacidad sincrónica de intercambiar, de manera dinámica, el habla, la escucha, el lenguaje corporal y las expresiones faciales (Kock, 2002: 374). Posteriormente, otros autores han insistido en dos características definitorias de la comunicación cara a cara sobre otros tipos de comunicación. En primer lugar, la comunicación cara a cara implica la integración de la información sensorial multimodal a través de expresiones faciales, movimientos orofaciales y gestos, que contribuyen y modifican el desarrollo de la interacción, tanto en sus acciones como en el propio contenido. Y, en segundo lugar, la comunicación cara a cara implica comportamientos de turnos más continuos que otras formas de comunicación (Jiang *et al.*, 2012: 162).

Hirsch confirmó que, en el diálogo cara a cara, se producía una mayor activación y sincronización cerebral que en el monólogo cara a cara. El autor observó una mayor contribución de la circunvolución fusiforme, que es una región sensible a las caras y a las miradas,

favoreciendo un incremento en la fuerza de las variaciones neuronales entre las áreas de Wernicke y el área de Broca de los participantes (Hirsch, 2017: 5). Además, como ya mencionamos, el mismo autor documentó un mayor acoplamiento intercerebral sociolingüístico, gracias al contacto ocular recíproco con interlocutores reales y conocidos. En este entrelazamiento cerebral, están comprometidas amplias áreas cerebrales que recogen, simultáneamente, un conjunto de estímulos multimodales lingüísticos y no lingüísticos (Hirsch *et al.*, 2017: 328). De estos estudios, podemos sugerir que el componente extralingüístico o no verbal es fundamental durante la IO. En situaciones cara a cara, donde hay una complicidad de miradas, códigos para descifrar el significado, mensajes no lingüísticos, etc., se enriquece el acto comunicativo con una mayor sincronización entre los dos cerebros.

Todo lo anterior, nos hace sugerir que necesitamos favorecer el contacto visual, entre los interlocutores durante sus interacciones orales, debido a la estrecha conexión mencionada de estas señales paralingüísticas socioculturales y afectivas con los procesos neuronales del habla y de la escucha. Este contacto directo favorece el desarrollo de la empatía sociolingüística y debe ser promovido en las clases de ELE. La mirada del profesor y el contacto visual recíproco entre los propios compañeros, a la hora de hablar, favorecería la sincronización cerebral, y, por lo tanto, debería de ser un factor que facilite el aprendizaje.

La mayor sincronización neuronal entre dos o más cerebros durante los diálogos cara a cara no significa necesariamente una presencia real; ya que estudios de neurociencia social también han mostrado la ayuda de las plataformas digitales, tipo *Skype*, o recientemente *Zoom*, así como el uso de las pantallas táctiles, en las que los aprendientes pueden manipular la pantalla. Concretamente, varios autores han publicado buenos índices de aprendizaje a través de la

interacción a través de la pantalla, esto subraya, una vez más, el carácter fundamental de un aprendizaje basado en la interacción social (Li y Jeong, 2020: 5).

A nuestro modo de ver, el problema no es tanto que el contacto visual sea físico o virtual, sino que se potencie el desarrollo de todo el *input* multimodal, que incluye las señales lingüísticas, socioafectivas y la complicidad de los guiños metalingüísticos, que conforman la comunicación no verbal, presentes durante la IO. Las interacciones cara a cara, por biología y evolución, parecen favorecer y facilitar toda esta complejidad en la sincronización cerebral. Mientras que las interacciones, a través de plataformas digitales, aunque también puede lograr dichos acoplamientos neuronales simultáneos, somos conscientes que, en principio, podrían resultar más difícil por dos razones. En primer lugar, por las limitaciones técnicas de entrar a la IO a través de una cámara, que necesariamente recorta parte de la corporalidad presente y esencial durante la IO. Y, en segundo lugar, en las nuevas situaciones virtuales docentes, puede resultar más fácil la pérdida de concentración de los estudiantes durante la clase en línea. Por ejemplo, siguiendo la clase, desde sus casas o habitaciones, los estudiantes pueden estar realizando varias actividades - académicas y personales- simultáneamente durante el desarrollo de la clase. Esta multitarea puede interferir en el desarrollo de la atención y, por lo tanto, en el proceso de adquisición de la lengua meta (Pérez Ruiz, 2013: 17).

## 7. CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

En esta investigación, hemos realizado una actualización -rigurosa y divulgativa- de los principales hallazgos de la neurociencia social sobre la interacción oral, gracias al desarrollo de las nuevas técnicas de neuroimagen en la última década. Específicamente, nos hemos



centrado en las aportaciones de la espectroscopia funcional del infrarrojo cercano mediante el hiperescáner, que permite medir la actividad cerebral de dos o más cerebros simultáneamente durante la interacción oral en contextos más naturales y reales. Hemos expuesto cómo el desarrollo de estas técnicas está contribuyendo, de manera cualitativa, a reducir la distancia existente entre la neurociencia social y la educación de segundas lenguas. Pese a las reticencias de muchos profesores e investigadores, los extremos del puente se están acercando y se está prodigando la formulación de modelos teóricos socio-neurológicos. Entre estas teorías, hemos citado el modelo del alineamiento interactivo, la hipótesis del cerebro interactivo y la nueva ciencia de aprendizaje. Tanto las formulaciones teóricas como los experimentos llevados a cabo con las nuevas técnicas confirman la existencia de un mayor acoplamiento y sincronización intercerebral durante las tareas de interacción oral que durante la mera producción de habla. Además, destacan el papel de la activación multimodal -lingüística, sociolingüística, paralingüística y afectiva- del *input*, que se sincroniza durante la interacción oral.

Bajo este marco teórico de la neurociencia social, nuestra investigación ha constatado, que, a pesar de los avances tecnológicos e indicaciones del MCER, siguen faltando propuestas didácticas para poder incorporar los resultados procedentes de la neurociencia social a la clase de conversación de ELE. Para suplir esta carencia, hemos dado unas pinceladas metodológicas, que conceden un lugar preponderante a la IO durante el proceso de la adquisición de lenguas extranjeras. También hemos confirmado la estrecha correspondencia existente entre la mentalidad sociolingüística y la neurociencia social. Una convergencia, que, sin embargo, demanda, un mayor acercamiento práctico, con la elaboración de propuestas didácticas concretas que evalúen los presupuestos teóricos y experimentales de la neurociencia social.

En este desafío, ya estamos trabajando con la formulación de una nueva metodología concreta para la clase de conversación en ELE, a través de un nuevo proyecto investigador anual. Actualmente, basándonos en los principios de la neurociencia social, estamos diseñando una propuesta didáctica socioafectiva del lenguaje que estudiará la interacción oral en dos grupos -experimental y control- de estudiantes taiwaneses universitarios de español.

Finalizamos la investigación con las palabras de Pinti que sintetizan el prometedor horizonte en esta área de trabajo: «these are still very early days for fNIRS in cognitive neuroscience, yet there is little doubt that the next few years will see new ways of applying the methodology...The future of cognitive and social neuroscience seems brighter with fNIRS» (Pinti *et al.*, 2018: 18-19). Sin duda, estamos no solamente en los inicios de estas prometedoras técnicas de neuroimagen, sino que, además, somos conscientes de que todavía no hemos comenzado a incorporar sus descubrimientos en nuestras clases. El momento ha llegado. Por lo que, el futuro cercano, dentro y fuera de clase, se nos presenta apasionante desde el punto de vista docente e investigador respectivamente.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Adolphs, R. (2010): "Conceptual challenges and directions for social neuroscience", *Neuron* 65 (6), 752-767. Disponible en la web: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.03.006>

Bruer, J.T. (1997): "Education and the brain: a bridge too far", *Educ Res* 26, 4-16. Disponible en la web: [https://www.jsmf.org/about/j/education\\_and\\_brain.pdf](https://www.jsmf.org/about/j/education_and_brain.pdf)

Cacioppo, J.T., Berntson, G.G. y Decety, J. (2010): "Social neuroscience and its relationship to social psychology", *Soc Cogn* 28 (6), 675-685. Disponible en la web: <https://doi.org/10.1521/soco.2010.28.6.675>

Castiello, U., Becchio, C., Zoia, S., Nelini, C., Sartori, L., Blason, L., D'Ottavio, G., Bulgheroni, M. y Gallese, V. (2010): "Wired to be social: the ontogeny of human interaction", *PLoS One* 5 (10), 1-10. Disponible en la web: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013199>

Cestero Mancera, A.M. (2000): *El intercambio de turnos de habla en la conversación. Análisis sociolingüístico*. Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.

Consejo de Europa. (2002): *Marco Común Europeo de referencia para las lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación*. Madrid: Secretaría General Técnica del MECD-Subdirección de Información y Publicaciones y Grupo ANAYA, S.A.

De Jaegher, H., Di Paolo, E. y Adolphs, R. (2016): "What does the interactive brain hypothesis mean for social neuroscience? A dialogue", *Phil Trans R Soc B* 371, 1-10. Disponible en la web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27069056>

Dezza, S. (1993): *Filosofía síntesis escolástica*. Roma: Editrice Pontificia Università Gregoriana.

Di Paolo, E. y De Jaegher, H. (2012): "The interactive brain hypothesis", *Front Hum Neurosci* 6 (163), 1-16. Disponible en la web: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00163>

Gallardo Paúls, B. (1996): *Análisis conversacional y pragmática del receptor*. Valencia: Episteme.

García, A.M. e Ibáñez, A. (2014): "Two-person neuroscience and naturalistic social communication: the role of language and linguistic variables in brain-coupling research", *Front Psychiatry* 5 (125), 1-6. Disponible en la web: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00124>

Garrod, S. y Pickering, M.J. (2004): "Why is conversation so easy?", *Trends Cogn Sci* 8, 8-11. Disponible en la web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14697397>

Hasson, U. y Frith, C.D. (2016): "Mirroring and beyond: coupled dynamics as a generalized framework for modelling social interactions", *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 371 (1693). Disponible en la web: <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0366>

Hasson, U., Ghazanfar, A., Garrod, S. y Keysers, C. (2012): "Brain-to-brain coupling: a mechanism for creating and sharing a social world", *Trends in Cognitive Sciences* 16 (2), 114-121. Disponible en la web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22221820>

Hirsch, J. (2017): "The Grand Challenge to Understand the Brain: Neuroimaging by functional near-infrared spectroscopy", *Shimadzu Journal* 5 (1), 1-8. Disponible en la web:

<https://www.shimadzu.com/an/literature/healthcare/etc/jpz18029.html>

Hirsch, J., Adam Noah, J., Zhang, X., Dravida, S. y Ono, Y. (2018): "A cross-brain neural mechanism for human-to-human verbal communication", *Soc Cogn Affect Neurosci* 13 (9), 907-920. Disponible en la web:

<https://doi.org/10.1093/scan/nsy070>

Hirsch, J., Zhang, X., Noah, J.A. y Ono, Y. (2017): "Frontal temporal and parietal systems synchronize within and across brains during live eye-to-eye contact", *Neuroimage* 157, 314-330. Disponible en la web:

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.06.018>

Holper, L., Goldin, A., Shalóm, D., Battro, A., Wolf, M. y Sigman, M. (2013): "The teaching and the learning brain: A cortical hemodynamic marker of teacher–student interactions in the Socratic dialogue", *International Journal of Educational Research* 59, 1-10. Disponible en la web:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035513000153>

Jiang, J., Chen, C., Dai, B., Shi, G., Ding, G., Liu, L. y Lu, C. (2015): "Leader emergence through interpersonal neural synchronization", *Proc Natl Acad Sci USA* 112 (14), 4274-4279. Disponible en la web:

<https://doi.org/10.1073/pnas.1422930112>

Jiang, J., Dai, B., Peng, D., Zhu, C., Liu, L. y Lu, C. (2012): "Neural Synchronization during Face-to-Face Communication", *The Journal of Neuroscience* 32 (45), 160-164. Disponible en la web:

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2926-12.2012>

Kock, N. (2002): "Evolution and media naturalness: a look at e-communication through a Darwinian theoretical lens", en L. Applegate, R. Galliers, & J.L. DeGross (eds.), *Proceedings of the 23rd International Conference on Information Systems* (pp. 373-382). Atlanta: GA: Association for Information Systems.

Kuhl, P., Tsao, F. y Liu, H. (2003): "Foreign-language experience in infancy: effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning", *Proc Natl Acad Sci USA* 100 (15), 9096-9101. Disponible en la web:

<https://doi.org/10.1073/pnas.1532872100>

Levinson, S.C. (1983): *Pragmatics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Li, P. y Jeong, H. (2020): "The social brain of language: grounding second language learning in social interaction", *NPJ Science of Learning* 5 (8), 1-9. Disponible en la web:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7305321>

Liu, L. (2020): "La enseñanza de E/LE en línea ante la emergencia de salud pública. Estudio de caso: China", *marcoELE, Revista de Didáctica ELE* 30, 1-15. Disponible en la web:

[https://marcoele.com/descargas/30/liu-ele\\_en\\_linea\\_en\\_china.pdf](https://marcoele.com/descargas/30/liu-ele_en_linea_en_china.pdf)

Liu, Y., Piazza, E. A., Simony, E., Shewokis, P. A., Onaral, B., Hasson, U. y Ayaz, H. (2017): "Measuring speaker-listener neural coupling with functional near infrared spectroscopy", *Scientific Reports* 7 (43293), 1-13. Disponible en la web:

<https://doi.org/10.1038/srep43293>

Menenti, L. (2012): "The neuronal infrastructure of speaking", *Brain Lang* 122 (2), 71-80. Disponible en la web:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22717280>

Menenti, L., Pickering, M. y Garrod, S. (2012): "Toward a neural basis of interactive alignment in conversation", *Front Hum Neurosci* 6 (185), 1-9. Disponible en la web:  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00185>

Nozawa, T., Sasaki, Y., Sakaki, K., Yokoyama, R. y Kawashima, R. (2016): "Interpersonal frontopolar neural synchronization in group communication: An exploration toward fNIRS hyperscanning of natural interactions", *Neuroimage* 133, 484-497. Disponible en la web:  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.059>

Ono, Y. (2018): *fNIRS Hyperscanning: A door to real-world social neuroscience research*. The Society of functional Near-Infrared Spectroscopy. Disponible en la web (fecha de consulta: 3 de julio de 2020):  
<https://fnirs.org/2018/02/fnirs-hyperscanning-2018>

Pérez Ruiz, J. (2011): *El papel del oyente en la conversación china y española. Un estudio contrastivo sociolingüístico*. Taipéi: Central book.

Pérez Ruiz, J. (2013): "Propuesta de una Metodología Neuroholística basada en los hallazgos de la Neurolingüística", *marcoELE, Revista de Didáctica ELE* 16, 1-20. Disponible en la web:  
[https://marcoele.com/descargas/16/perezruiz\\_metodologia\\_neuroholistica.pdf](https://marcoele.com/descargas/16/perezruiz_metodologia_neuroholistica.pdf)

Pérez Ruiz, J. (2014): "La contribución del oyente a la interacción oral en español como lengua extranjera. Un estudio comparativo", *Revista Signos. Estudios de Lingüística* 47 (86), 486-513. Disponible en la web:  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/signos/v47n86/a07.pdf>

Pérez Ruiz, J. (2016): "El efecto de la instrucción de estrategias conversacionales del oyente en las conversaciones en español y su influencia discursiva en chino", *Hispania* 99 (3), 407-422.

Pickering, M.J. y Gambi, C. (2018): "Predicting while comprehending language: A theory and review", *Psychol Bull* 144 (10), 1002-1044. Disponible en la web:  
<https://doi.org/10.1037/bul0000158>

Pickering, M.J. y Garrod, S. (2013): "An integrated theory of language production and comprehension", *Behav Brain Sci* 36 (4), 329-347. Disponible en la web:  
<https://doi.org/10.1017/S0140525X12001495>

Pinti, P., Tachtsidis, I., Hamilton, A., Hirsch, J., Aichelburg, C., Gilbert, S. y Burgess, P.W. (2018): "The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience", *Annals of the New York Academy of Sciences* 1, 1-25. Disponible en la web:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30085354>

Quaresima, V., Bisconti, S. y Ferrari, M. (2012): "A brief review on the use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for language imaging studies in human newborns and adults", *Brain Lang* 121 (2), 79-89. Disponible en la web:  
<https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.03.009>

Rizzolatti, G., Cattaneo, L., Fabbri-Destro, M. y Rozzi, S. (2014): "Cortical mechanisms underlying the organization of goal-directed actions and mirror neuron-based action understanding", *Physiol Rev* 94 (2), 655-706. Disponible en la web:  
<https://doi.org/10.1152/physrev.00009.2013>

Sánchez Griñán, A. (2009): "Reconciliación metodológica y cultural: posibilidades de la enseñanza comunicativa de lenguas en China", *marcoELE, Revista de Didáctica ELE* 8, 1-40. Disponible en la web: [https://marcoele.com/descargas/8/albertosanchez\\_comunicativaenchina.pdf](https://marcoele.com/descargas/8/albertosanchez_comunicativaenchina.pdf)

Sassa, Y., Sugiura, M., Jeong, H., Horie, K., Sato, S. y Kawashima, R. (2007): "Cortical mechanism of communicative speech production", *Neuroimage* 37 (3), 985-992. Disponible en la web: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.05.059>

Scarapicchia, V., Brown, C., Mayo, C. y Gawryluk, J.R. (2017): "Functional Magnetic Resonance Imaging and Functional Near-Infrared Spectroscopy: Insights from Combined Recording Studies", *Front Hum Neurosci* 11 (419), 1-12. Disponible en la web: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00419>

Schecklmann, M., Ehlis, A.C., Plichta, M.M. y Fallgatter, A.J. (2008): "Functional near-infrared spectroscopy: a long-term reliable tool for measuring brain activity during verbal fluency", *Neuroimage* 43 (1), 147-155. Disponible en la web: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.06.032>

Schilbac, L., Timmermans, B., Vasudevi, R., V., Costall, A., Bente, G., Schlicht, T. y Vogeley, K. (2013): "Toward a second-person neuroscience", *Behavioral and Brain Sciences* 36, 393-462. Disponible en la web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23883742>

Schilbac, L., Wohlschlaeger, A., Kraemer, N., Newen, A., Shah, N., Fink, R. y Vogeley, K. (2006): "Being with virtual others: neural correlates of social interaction", *Neuropsychologia* 44, 718-730. Disponible en la web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16171833>

Soltanlou, M., Sitnikova, M.A., Nuerk, H.C. y Dresler, T. (2018): "Applications of Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) in Studying Cognitive Development: The Case of Mathematics and Language", *Front Psychol* 9 (277), 1-15. Disponible en la web: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00277>

Stephens, G.J., Silbert, L.J. y Hasson, U. (2010): "Speaker-listener neural coupling underlies successful communication", *PNAS* 107/32, 14425-14430. Disponible en la web: <https://www.pnas.org/content/107/32/14425>

Suda, M., Takei, Y., Aoyama, Y., Narita, K., Sato, T., Fukuda, M. y Mikuni, M. (2010): "Frontopolar activation during face-to-face conversation: an in situ study using near-infrared spectroscopy", *Neuropsychologia* 48 (2), 441-447. Disponible en la web: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.036>

FECHA DE ENVÍO: 4 DE AGOSTO DE 2020

FECHA DE ACEPTACIÓN: 11 DE AGOSTO DE 2020