

Artículo original

Neuropsicología del fenómeno de inversión espacial***Santana-Martínez Rolando, **Dra. Llerena Ana Lilia****Resumen**

El fenómeno de inversión espacial o espejo es la inversión espacial de acciones mentales y conductuales. Esta particularidad neuropsicológica se ha observado con frecuencia en los niños zurdos y en la patología cerebral. Sin embargo, puede ser también una manifestación normal e individualizada de inmadurez funcional del cerebro. En el presente trabajo se describen los diferentes tipos de espejo y se exponen algunas ideas acerca de su naturaleza normal y patológica. Se discuten los posibles mecanismos cerebrales implicados en la producción del espejo y se propone una hipótesis acerca de la participación de los hemisferios cerebrales en la producción de este fenómeno.

Introducción

El fenómeno de inversión espacial o espejo, como también se le conoce, consiste en la reproducción espacial invertida de acciones mentales y conductuales ⁽¹⁾. Este fenómeno se le conoce como espejo por su similitud con las imágenes especulares, es algo similar a cuando al estar parados frente a un espejo, levantamos el brazo derecho y observamos que nuestra imagen especular se "muestra" con el brazo izquierdo levantado, es decir, con una ejecutoria invertida respecto a la que nosotros en verdad realizamos. Sin embargo el fenómeno de inversión no se limita a las coordenadas derecha-izquierda como ocurre en las imágenes especulares. Existen inversiones verticales, es decir en las coordenadas arriba-abajo que no pueden ser observadas en un espejo común.

Una de las formas mas frecuentes de la aparición del fenómeno de espejo es la inversión espacial de los números y las letras, o la inversión de

la dirección de la escritura. Es importante destacar que las rotaciones de las imágenes en un ángulo menor de 90 grados no constituyen espejos reales.

Para explicar este fenómeno, se han propuesto diversas concepciones. Algunos autores le atribuyen su aparición a los defectos en la percepción viso-espacial o a la falta de correspondencia óculo-manual ⁽²⁾. Es evidente que esta particularidad de la cognición es un defecto o particularidad del procesamiento espacial, pero no siempre se va a limitar al procesamiento viso-espacial, ⁽³⁾ lo considera una alteración de las representaciones espaciales, en particular de las coordenadas espaciales.

En realidad, la actividad espacial es muy compleja por su estructura, que también incluye un componente motor. De hecho, se plantea que las transformaciones de las imágenes mentales son guiadas en parte por procesos motores ⁽⁴⁾ y esto se confirma por la activación de áreas motoras durante tareas de rotación mental ⁽⁵⁾. Las imágenes visuales mentales son transformadas parcialmente mediante procesos motores ⁽⁶⁾ y las inversiones pueden ocurrir a través del procesamiento de cualquier modalidad sensorial, incluyendo la auditiva ⁽⁷⁾.

Otros investigadores asocian la naturaleza del fenómeno de inversión con determinadas alteraciones de la actividad verbal ⁽⁸⁾ y otros explican las inversiones unilaterales motoras por la incapacidad del programa motor de una mano, elaborado en su respectivo hemisferio cerebral, de transformarse en un programa motor adecuado al movimiento de la otra mano ⁽⁹⁾. Algunos trabajos confirman esta explicación constatando una relación entre la manifestación lateral de la escritura en espejo y las afecciones del área motora suplementaria del correspondiente hemisferio ⁽¹⁰⁾.

El fenómeno de inversión ha sido también contemplado como una manifestación de alteración cerebral, que surge en los periodos pre y perinatal ⁽¹¹⁾.

*Facultad de Psicología Maestría en Neuropsicología UAEM

** Instituto de la Comunicación Humana CNR

En otras investigaciones se ha encontrado una correspondencia entre los tipos de inversión, los perfiles neuropsicológicos y algunos desórdenes locales de la actividad eléctrica cortical ¹².

En los últimos años, existe una tendencia a explicar el origen de las inversiones por una insuficiencia de los procesos de acción recíproca hemisférica. Como se conoce, la estructura anatómica fundamental en el aseguramiento de la actividad conjunta de los hemisférios cerebrales es el cuerpo calloso. En niños hidrocefálicos, en quienes su patología influye directamente en esta estructura cerebral se han observado algunas manifestaciones de espejo ¹³.

Simernitskaia,¹⁴ encontró en niños con alteraciones del cuerpo calloso defectos específicos de la memoria que constituían fenómenos de espejo. Partiendo de la relación del fenómeno del espejo con los defectos del trabajo concertado de los hemisférios cerebrales, y con la maduración tardía del cuerpo calloso, esta autora se planteó que el surgimiento del fenómeno puede ser considerado como una manifestación normal en los niños de edades pequeñas. Por ello la elaboración de criterios para diferenciar las manifestaciones normales y patológicas del fenómeno, puede asegurar la posibilidad del diagnóstico de la patología cerebral en la edad infantil temprana ¹⁵.

Los resultados de diferentes investigaciones señalan que el fenómeno del espejo se observa con mucha frecuencia en los individuos zurdos ^{16,17,18,19,3}. Para explicar esta peculiaridad, se han planteado algunas hipótesis. Una de las más conocidas es la elaborada por Orton ², sobre los defectos o la debilidad de la dominancia hemisférica, característica de los zurdos.

Según Orton ², las imágenes visuales están representadas de forma inversa en el hemisferio cerebral no dominante. En condiciones de una adecuada dominancia, el hemisferio dominante ejerce una acción inhibitoria sobre la imagen invertida del hemisferio contralateral (no dominante). Como consecuencia del retardo del desarrollo del cerebro, se produce una debilidad en la dominancia hemisférica, lo que implica que ningún hemisferio adquiere un carácter rector para el lenguaje. Debido a la ausencia del componente inhibitorio asociado a la insuficiente dominancia, la imagen invertida predomina y se produce el espejo. Tal defecto se manifiesta en la inversión de las letras, tanto en la escritura como en la lectura, lo que es denominado por Orton como estrefosimbolia ¹⁸.

Otra concepción que pretende explicar el predominio del fenómeno del espejo en la población de individuos zurdos, afirma que la inversión espacial

de las letras la dirección contraria en el proceso de la escritura que se manifiesta en los zurdos, constituye una tendencia normal, que progresivamente va desapareciendo gracias al reforzamiento social de la dirección izquierda-derecha de la escritura en la mayoría de los idiomas. Los defensores de esta tesis plantean que un movimiento motor es mucho más fácil de ejecutar de manera centrífuga. En aquellos idiomas donde la escritura se realiza de izquierda a derecha, los individuos derechos tienen mayor facilidad para escribir, debido a que el movimiento se lleva a cabo centrífugamente. Los zurdos, por el contrario, deben realizar el movimiento de la escritura centrípedamente, es decir, en contra de la tendencia natural, lo que conllevaría a dificultar el movimiento; esto daría lugar a la inversión en la ejecutoria en el espacio ¹⁸. Una de las críticas que se le señalan a esta concepción es la imposibilidad de explicar el fenómeno del espejo al nivel de los procesos perceptivos ²⁰.

De manera general, en la literatura se pueden encontrar tres concepciones fundamentales sobre el fenómeno de inversión. La primera le atribuye una naturaleza patológica. La segunda, lo considera como un proceso normal que desaparece con la edad. La última plantea que éste fenómeno puede ser, en algunos casos, indicador de patología cerebral, mientras que en otros, solo es el resultado normal de la inmadurez propia del sistema nervioso en la edad infantil.

A partir de esta última concepción, resulta evidente que la elaboración de los criterios que permitan diferenciar las manifestaciones patológicas del fenómeno de espejo, de aquellas que son consideradas como el resultado de la inmadurez propia de los sistemas cerebrales en el niño, deben estar apoyadas tanto en un análisis cuantitativo como en uno cualitativo y más detallado del fenómeno de inversión ^{15,1,21}.

Material y Método

Con el propósito de acercarnos a la comprensión de los posibles mecanismos cerebrales del fenómeno de inversión en la edad infantil, se estudió este fenómeno mediante un análisis cualitativo y cuantitativo de sus diversas manifestaciones, observadas en un conjunto de niños que estudiaban en escuelas primarias de enseñanza general, de primero a cuarto grado.

Un grupo compuesto de 173 niños presentaba dificultades del aprendizaje de naturaleza neuropsicológica. El otro grupo de 265 niños (grupo control), no presentaba trastornos del aprendizaje ni indicaciones de algún trastorno psiquiátrico o neurológico.

Utilizamos dos test de memoria, uno de memoria visual y el otro de memoria táctil-cinestésica-motora. El test de memoria visual fue elaborado por Simernitskaia ¹⁴. Al niño se le presentaban, visualmente, cinco letras grabadas en una tarjeta. Se le pedía que las escribiera utilizando la mano derecha, independientemente de si era zurdo o derecho. Después que el niño copiaba las letras, se retiraba la tarjeta, se cubrían las letras que había copiado y se le pedía que la escribiera de memoria. Si no reproducía todos los elementos o cometía algún error, se le presentaba de nuevo la tarjeta sin limitación de tiempo. En total, se le daban cinco oportunidades.

Posteriormente, el niño debía dibujar cinco figuras difíciles de verbalizar, presentadas en otra tarjeta. En este caso, la ejecución se pedía que fuera realizada con la mano izquierda, independientemente de si el niño era derecho o zurdo. Al igual que en el procedimiento anterior, se concedía cinco oportunidades para que el niño pudiera dibujar de memoria las figuras.

En la segunda parte del test, el niño debía dibujar de memoria las cinco letras con la mano izquierda y las cinco figuras con la mano derecha, es decir de una manera contraria a como o estaba haciendo anteriormente.

El segundo test de memoria táctil-cinestésica-motora fue construido por Santana ²² y forma parte de la Prueba Diagnóstica del Potencial Neuropsicológico (PDPN). Es una variante del test de Simernitskaia, pero en la modalidad táctil-cinestésica-motora. Se utilizan cuatro figuras verbalizables (dos letras y dos números) y cuatro figuras difíciles de verbalizar. El niño debe palparlas y después dibujarlas acorde a los mismos principios del test anterior de memoria visual.

Resultados

Se realizó un análisis estadístico para comparar la cantidad de manifestaciones de inversiones, observadas en el grupo control y en el grupo experimental.

Se observó que la cantidad de errores en el grupo de niños con trastornos del aprendizaje fue significativamente mayor que la que presentó el grupo control en los diferentes grados ($p = 0.0004$ para primer grado, $p = 0.000$ para los restantes grados; $p = 0.025$). Algunos trabajos han constatado una mayor frecuencia de este fenómeno en los disléxicos ²³ y en los niños con inhabilidades para el aprendizaje ^{24,25}.

Tanto en el grupo control como en el experimental, se encontró que la cantidad de errores tendía a disminuir con la edad. Esto se demostró con mas claridad en el grupo control, en el que a partir

de segundo grado, se observó una disminución significativa de la producción de estos errores espaciales. En los niños de tercero y cuarto grados (cuya edad oscila entre 8 y 10 años), no se observó el fenómeno de inversión en la modalidad visual y solo algunos casos aislados en la modalidad táctil.

Siguiendo los procedimientos de Simernitskaia ⁽¹⁴⁾, realizamos un análisis cualitativo de los tipos de inversiones observadas. Se encontró, independientemente del carácter del estímulo (letras o figuras) y de la modalidad sensorial, un tipo de espejo que consistía en la inversión horizontal del estímulo, por ejemplo, la letra **d** era reproducida como **b**. A este tipo de inversión se le llamó espejo horizontal o de forma. Se halló otro tipo, consistente en la inversión vertical del estímulo, por ejemplo, la letra **b** era reproducida como **p**. Otro tipo de espejo fue el del orden, que se expresaba en la inversión del orden de todos los elementos dados, con la conservación de la orientación espacial de los mismos y la dirección normal izquierda-derecha, por ejemplo **E P F Y K** se reproducía como **K Y F P E**. No se observó el espejo de la dirección en la modalidad visual es decir, cuando la reproducción de los elementos se realizaba desde la derecha hacia la izquierda. Sin embargo, este tipo de inversión si fue observada en la modalidad táctil, pero solamente en algunos niños del grupo experimental.

Sólo en los niños de primer grado sin problemas de aprendizaje, aparecieron algunas formas de espejo, semejantes a las observadas en niños con alteraciones del cuerpo calloso y descritas en la literatura con el nombre de dismnesia espacial lateral ¹⁴. Estos defectos mnésicos consisten en la reproducción invertida de figuras verbalizables cuando la ejecución es con la mano izquierda, y en la reproducción invertida de figuras no verbalizables cuando la ejecución es con la mano derecha. Estos espejos se observaron en niños con problemas de aprendizaje que cursaban incluso grados superiores al primer grado.

En el grupo control se encontró, que el 21% de los zurdos demostró este fenómeno, mientras que sólo el 5.75% de los derechos lo cometió. Sin embargo, esto sólo se constató en los niños de primer grado; en los restantes grados no hubo casos de niños zurdos con fenómeno de espejo (Tabla No.1).

El grupo de niños derechos con insuficiencia funcional del cerebro, demostró un cierto predominio del fenómeno de espejo, mientras que en los zurdos sólo el 30% lo evidenció (Tabla No.2).

Según los resultados de esta investigación, el fenómeno del espejo aparece como una manifestación compleja y diferenciada que se muestra cuantitativa y cualitativamente diferente

Tabla 1

Porcentaje de niños con problemas de aprendizaje que mostró el fenómeno de inversión		
Grado escolar	Zurdos	Derechos
• Primero	100.0%	55.0%
• Segundo	42.8%	50.0%
• Tercero	37.5%	52.0%
• Cuarto	0	28.5%
• Total	30.0%	47.3%

cuando es consecuencia de patología cerebral y cuando se deriva de inmadurez normal de determinados sistemas cerebrales. Siendo un producto de la alteración de la actividad cerebral, se manifiesta con insuficiencias más burdas de los procesos espaciales.

Los niños con dificultades del aprendizaje mostraron alteraciones mas burdas de los procesos de análisis espacial, lo que se expresó en diversas combinaciones de tipos de fenómeno de espejos, no observadas en los niños sanos.

Discusión

Constatamos que el fenómeno de inversión tiende a disminuir con la edad en ambos grupos de niños. Esta tendencia pudiera considerarse como un indicador de la madurez funcional de algunas estructuras cerebrales, en particular, del cuerpo calloso, que lo consigue hacia los 10 años de edad. Sin embargo, los niños normales de 8 años en adelante no tuvieron inversiones. Parece ser que otras estructuras comisurales pudieran estar garantizando el paso interhemisférico de la información como proceso importante en la codificación espacial.

Algunas investigaciones muestran que la asimilación escolar de los principios espaciales, que comienzan alrededor de los 7 años, ofrece mayores posibilidades de corrección del espejo ¹⁵. En el grupo de niños normales no se observó espejo a partir de tercer grado, incluso en segundo grado se constató una reducción significativa del fenómeno de inversión. El cambio de la estructura psicológica de estos procesos espaciales y de los procesos psíquicos en general, bajo la influencia de la actividad escolar, pudiera también explicar la tendencia a la disminución de los fenómenos de espejo en los niños con trastornos del aprendizaje de origen neuropsicológico, y también pudiera servir de vía para la estructuración de su corrección ^{1,21}.

Llama la atención el hecho de que el fenómeno del espejo se observó con mayor frecuencia en el grupo de niños derechos con patología cerebral (Tabla No.2), lo que contradice los resultados de algunos trabajos que señalan una

mayor frecuencia de este fenómeno en los individuos zurdos. La atribución de la debilidad de la dominancia hemisférica como causa del origen de este trastorno en los zurdos es, a nuestro criterio, una cuestión discutible. En primer lugar, los datos de diversas investigaciones señalan que el 65% de los zurdos tienen una organización funcional del cerebro igual que en los derechos ²⁶.

Según algunos autores, la presencia del factor genético juega una función esencial en el cambio de la organización cerebral de los procesos psíquicos en los zurdos ²⁷, que pudiera traer como consecuencia una debilidad de la dominancia hemisférica. Si el fenómeno de inversión es el resultado de la debilidad de la dominancia hemisférica y ella está determinada, en gran parte, por una carga genética, ¿cómo se puede explicar entonces, el fenómeno de espejo en individuos zurdos con ausencia de zurdera familiar?, ¿Cómo aclarar este error espacial en los zurdos, si conocemos que un porcentaje elevado de ellos, poseen un patrón de dominancia hemisférica similar al observado en los derechos?

La solución a estas interrogantes se hace más compleja si tomamos en consideración que existen diferentes variantes normales de patrones de organización cerebral de los procesos psíquicos, entre ellos, el de la representación bilateral del lenguaje ⁽²⁸⁾. Se conoce que tales variantes no están asociadas a déficit cognitivo. La existencia de individuos zurdos normales con patrones desviados de organización cerebral y ausencia de errores espaciales del tipo de espejo, nos conduce también a rechazar la idea de que el fenómeno de espejo es un producto de la debilidad de la dominancia hemisférica.

En esta investigación se observó que solamente el 27% de los zurdos que exhibieron algún tipo de fenómeno de espejo, poseían zurdera familiar (factor genético). Además, el fenómeno de espejo no fue característico de la población de niños zurdos.

Tabla 2

Porcentaje de niños sin problemas de aprendizaje que mostró el fenómeno de inversión		
Grado escolar	Zurdos	Derechos
• Primero	66.6%	17.6%
• Segundo	0	0
• Tercero	0	0
• Cuarto	0	0
• Total	21%	5.75%

La idea de que el fenómeno de espejo que se manifiesta en los individuos zurdos es el resultado de la dificultad de realizar un movimiento centrípedamente, no concuerda con los datos de esta investigación ya sea porque el fenómeno de espejo no fue característico de los niños zurdos, o porque no se observó en la modalidad visual ni un solo caso del fenómeno de espejo de la dirección, que sería lógico esperar en los niños zurdos por la mayor facilidad de ejecutar un movimiento centrífugamente. Esto demuestra que los mecanismos que subyacen en el origen de este curioso fenómeno, cuando la información llega vía visual, son mucho más complejos y no deben ser reducidos a simples mecanismos motores. No obstante, solo algunos de la dirección fueron observados en niños zurdos cuando ejecutaban las tareas del segundo test (memoria táctil-cinesésica-motora). Parece ser que el espejo de la dirección es más susceptible de aparecer en los zurdos cuando la información a codificar, memorizar y extraer demanda una mayor participación del componente motor-cinestésico.

Otras de las concepciones que trata de explicar el fenómeno del espejo es aquella que atribuye su origen a la falta de correspondencia óculo-manual. En esta investigación, el 35.8% de todos los sujetos del grupo experimental con fenómenos de espejos, mostraban una falta de correspondencia entre la dominancia motora y el ojo rector; de ellos, sólo el 21% eran zurdos, siendo su ojo rector el derecho, mientras que el 79% eran derechos, en quienes el ojo rector era el izquierdo. En el grupo control, de todos los niños que exhibieron fenómenos de espejo el 29% demostró esta característica. Sin embargo, se observó un por ciento mayor de zurdos con el ojo rector derecho y con fenómenos de espejo (61%), que de los derechos con el ojo rector izquierdo y fenómenos de espejos (39.2%).

Parece ser que los niños zurdos no patológicos tropiezan con más dificultades en la realización de las tareas espaciales cuando entre su ojo rector y su dominancia motora no existe correspondencia. El predominio de niños derechos con problemas de aprendizaje y fenómenos de espejos, asociados a una falta de correspondencia óculo-manual, confirma el papel del ojo rector izquierdo como manifestación de patología cerebral e indica que algunas formas de espejo patológico pueden estar asociadas a una falta de correspondencia óculo-manual en los derechos.

La alteración de los procesos de acción recíproca hemisférica, ha sido valorada en los últimos años como el agente causal del surgimiento del fenómeno de espejo. Creemos que la propia hipótesis de Orton sobre la representación en espejos

de las imágenes visuales en los hemisferios cerebrales, y la influencia inhibitoria del hemisferio dominante sobre el no dominante, implica al cuerpo calloso como una estructura anatómica de mayor responsabilidad en el paso del efecto inhibitor desde el hemisferio dominante.

Si nos referimos a la hipótesis motora, se infiere que el paso de los programas motores originarios en un hemisferio hacia el otro hemisferio cerebral, sea asegurado también por la estructura del cuerpo calloso ^{29,30}.

Tomando en consideración estas ideas, pudiéramos asegurar que algunas formas de espejos son el resultado de la alteración del trabajo coordinado de ambos hemisferios, ya sea por una ruptura del mecanismo de enlace o por un defecto de uno de los hemisferios. Se pudiera comparar este mecanismo con dos personas que deben ejecutar una tarea común por vía telefónica. Cada persona representaría un hemisferio cerebral y la vía telefónica el cuerpo calloso. Las alteraciones en la comunicación pudieran estar dadas por las dificultades en cualesquiera de los elementos que componen el sistema, y la cualificación del defecto nos hablaría sobre el componente alterado.

En la presente investigación, se encontraron siete niños con un tipo específico de alteración de la memoria, descrito en la literatura con el nombre de dismnesia espacial lateral, que ha sido hallada en niños con defectos funcionales del cuerpo calloso ¹⁴. Llama la atención el hecho de que seis de estos niños presentaron un patrón específico en el estudio electroencefalográfico, consistente en la disminución de la función de la coherencia en las zonas anteriores del cerebro, lo que se asemeja a un patrón electroencefalográfico descrito en un estudio de niños con agenesia del cuerpo calloso ³¹.

En general, el estudio electroencefalográfico reveló que el 84.6% del grupo de niños con fenómeno de espejo, demostró alteraciones de la actividad eléctrica cerebral, teniendo el 7% de ellas un carácter mas o menos local alrededor del área parietal superior. La importancia de esta región cerebral en el procesamiento espacial se confirma por los resultados de algunos trabajos que describen la activación de estas áreas en tareas de rotación mental ³² así como una mayor movilización parietal en comparación con otras zonas ³³, incluso en la codificación espacial táctil ³⁴.

El análisis cualitativo de los tipos de espejo señaló que la mayoría de los casos de espejo vertical, se asociaron a alteraciones de la actividad eléctrica cortical del hemisferio izquierdo, esencialmente en las zonas parietales. En la investigación neuropsicológica se encontraron alteraciones de los procesos psíquicos,

típicas de la insuficiencia funcional de las estructuras del hemisferio izquierdo.

Si las inversiones verticales aparecen en la patología del hemisferio izquierdo, en particular en sus zonas parietales, se pudiera pensar que estas estructuras cerebrales garantizan la codificación de la información de las coordenadas espaciales "arriba – abajo". Como todos sabemos, el cuerpo humano es simétrico en las coordenadas "derecha – izquierda", siendo asimétrico en las coordenadas "arriba – abajo". Parece ser que los mecanismos que están en la base de la codificación de la información espacial "arriba abajo", están mas relacionados con los procesos del lenguaje por ser ésta una función más compleja y menos automática que la codificación espacial "derecha- izquierda". La literatura informa que en los niños con lesiones del hemisferio derecho, existen alteraciones fundamentales de las representaciones topológicas, y de las representaciones de los cambios y transformaciones de los objetos en el espacio. Mientras, que es característico de la patología del hemisferio izquierdo las alteraciones de las representaciones proyectivas y, en especial, de las coordenadas espaciales²⁷. Teniendo esto en cuenta, se confirma que el hemisferio izquierdo participa también, en el aseguramiento de la actividad espacial, garantizando un eslabón determinado de las mismas. De acuerdo con esta afirmación, pudiéramos postular la hipótesis de que las estructuras parietales del hemisferio izquierdo garantizan el procesamiento y almacenaje de la información espacial en las coordenadas "arriba – abajo".

Otro dato que atrae la atención, es que la mayoría de los fenómenos de espejos surgidos en el nivel de percepción, aunque fueron pocos, estaban asociados, tanto a la actividad eléctrica patológica del hemisferio derecho, como a la insuficiencia de los procesos psíquicos, característica de la patología del mismo. Siendo esto un defecto más burdo de la actividad perceptiva viso-espacial que aquel observado a nivel mnésico, se confirma lo planteado en la literatura sobre el papel rector de este hemisferio en el aseguramiento de los procesos espaciales complejos.

También, pudimos observar que el fenómeno de espejo del orden, independientemente del carácter del estímulo, era característico de la patología del hemisferio derecho. Esta situación confirma los resultados de las investigaciones neuropsicológicas en la infancia²⁷.

El espejo horizontal se observó con mayor frecuencia en los niños que demostraron un perfil neuropsicológico del hemisferio derecho. Pudiera ser que la codificación de la información espacial en las coordenadas derecha-izquierda constituye un

proceso más automatizado en los niños mayores. En las primeras etapas de este proceso, el niño aprende a diferenciar su mano derecha de la izquierda con la ayuda del lenguaje, así como la información proveniente de estas coordenadas horizontales con fines de orientación espacial. Pudiera ser que este proceso inicial sea equilibrado fundamentalmente por las estructuras del hemisferio izquierdo y posteriormente cuando se automatice pase ser responsabilidad del trabajo del hemisferio derecho. Dada la alta frecuencia de codificación de la información espacial en las coordenadas derecha-izquierda, este proceso transcurre con la participación mínima del lenguaje y de manera automática. De esta manera, el hemisferio derecho como dominante en la mediatización de las formas automáticas de actividad mental, parece ser el máximo responsable de esta actividad.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo indican que el fenómeno de espejo se caracteriza por una organización psicológica compleja en correspondencia con variados mecanismos cerebrales. Aparece de forma diferente, cualitativa y cuantitativamente, en los diversos estadios del desarrollo ontogenético.

El origen de este fenómeno no siempre obedece a una alteración de la actividad cerebral. Su origen puede ser el resultado de la inmadurez funcional, no sólo de las estructuras del cuerpo calloso, sino de otros sistemas cerebrales, lo que se confirma por la presencia de inversiones de diversos tipos en niños sin patología cerebral. El origen del fenómeno en algunos niños normales pudiera reflejar las particularidades individuales de la maduración anatómica y funcional de determinadas estructuras del cerebro en el desarrollo ontogenético, lo que se confirma, a mi juicio, por los datos de las investigaciones sobre las particularidades individuales de la estructura del cerebro³⁴.

El fenómeno de espejo, cuando es resultado de patología cerebral, puede surgir en condiciones de alteración de diferentes sistemas cerebrales, y por tanto, puede tener diferentes mecanismos. Dependiendo de los mecanismos implicados, el fenómeno se manifiesta de forma específica.

La aparición del fenómeno del espejo, típico de la insuficiencia de los procesos de acción conjunta de los hemisferios cerebrales, puede considerarse patológica a partir de los ocho años de edad. La aparición de cualesquiera tipo de espejo a partir de los diez años de edad, pudiera ser un indicador de disfunción cerebral.

La presencia del fenómeno en los zurdos, no siempre constituye un indicador de la alteración de

la especialización hemisférica o de zurdera patológica. La dominancia manual izquierda no siempre se acompaña de alteración en la organización cerebral de los procesos psíquicos, a pesar de que en la literatura con frecuencia, aparece asociada al fenómeno del espejo.

La modalidad táctil-cinestésica-motora a nivel de los procesos de memoria parece ser mas sensible para detectar el fenómeno de inversión, así como sus manifestaciones lateralizadas. Ello puede explicarse porque el proceso de percepción y memoria táctil, por su estructura y por su menor frecuencia de aparición en la vida diaria, comparado con la modalidad visual, es mas sensible a los procesos patológicos del cerebro o a sus particularidades individuales. Algunos investigadores sugieren que los niños ciegos y con deficiencias visuales, a diferencia de los videntes, pueden ignorar las referencias externas de los estímulos y objetos que le rodean, en la codificación de la información³⁵, lo que demuestra que la percepción táctil, desprovista de los apoyos externos en una condición mas sensibilizada para la detección de las inversiones.

El estudio de este interesante fenómeno, por su complejidad y variedad, requiere de ulteriores investigaciones que profundicen aún más en el origen y en los mecanismos cerebrales que les sirven de fundamento. Las ideas expuestas en el presente capítulo, aunque con un carácter hipotético, pretenden acercarse lo más posible a la comprensión de este fenómeno a la luz de las concepciones teóricas de la Neuropsicología, que contribuye de manera relevante a aclarar el papel de los diversos sistemas del cerebro en la producción del fenómeno de espejo. De esta manera, se abren posibilidades más objetivas para la corrección del mismo en el caso de depender de la patología cerebral.

Bibliografía

1. Santana, R.A. Análisis neuropsicológico de las dificultades del aprendizaje escolar en los primeros grados. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Psicológicas. Moscú, 1991 (en ruso).
2. Orton, S.T. Specific reading disability: strephosymbolia. JAMA. 90: 1095-1099, 1928.
3. Semenovich, A.B. Diagnóstico y corrección neuropsicológica en la edad infantil. Editorial Academia, Moscú, 2002. (en ruso).
4. Wexler M, et al., Motor processes in mental rotation. Cognition 1998 Aug; 68(1):77-94
5. Richter W; Somorjai R; Summers R; Jarmasz M; Menon RS; Gati JS; Georgopoulos AP; Tegeler C; Ugurbil K; Kim SG. Motor area activity during mental rotation studied by time-resolved single-trial fMRI. J Cogn Neurosci 2000 Mar;12(2):310-20

6. Olivier G; de Mendoza JL. Motor dimension of visual mental image transformation processes. Percept Mot Skills 2000 Jun;90(3 Pt 1):1008-26
7. Santana, R.A. El enfoque neuropsicológico en el estudio de los problemas de aprendizaje. Taller presentado en la Univesidad de Massachussets, Escuela de Educación. Massachussets, 1998.
8. Blinkof, S.M.; T.A. Karasieva. Afasia y escritura en espejo en zurdos con alteraciones del hemisferio izquierdo. Revista de Neuropatología y Psiquiatría S.S. Korsakof. 12: 1767-1772, 1965.
9. Critchley, M. Mirror-writing. London: Kegan, Paul, Trench y Trubner, 1928
10. Chan, J.L.; L.D. Ross. Left-handed mirror writing following right anterior cerebral artery infraction: Evidence for no-mirror transformation of motor programs by right supplementary motor area. Neurology 38: 59-63, 1988.
11. Helman, K.M.; G. Howell; S. Vallenstein; L. Roth. Mirror reading and writing in association with right-left spatial disorientation. J. Neufunción. Neuros. Psych. 43: 770-780, 1980.
12. Santana, R.A. El fenómeno del movimiento en espejo como un indicador de disfunción cerebral. Trabajo presentado en el 1er Encuentro Ibefuncionatinoamericano de Psicología. La Habana, 1990.
13. Grant, D.W. Right-hemisfere function in hidrocephalic children. Neuropsychologia. 23: 285-289, 1985.
14. Simernitskaia, E.G. Diagnóstico neuropsicológico de las alteraciones de la memoria en daños del cuerpo calloso. En: Nuevos métodos de la investigación neuropsicológica. Moscú, 1989 (en ruso).
15. Simernitskaia, E.G. El movimiento en espejo en niños de edad pre-escolar. Moscú: Editora Universitaria. 1988 (en ruso)
16. Orton, S.T. Reading, writing and speech problems in children. New York: W.W. Norton, 1937.
17. Benson, D.F.; N. Geschwind. Cerebral dominance and its disturbances. Pediatrics Clinic of North America. 15: 759-769, 1968.
18. Hecaen, H.; J. Ajuriaguerra. Left-Handedness, manual superiority and cerebral dominances. New York, 1964.
19. Chuprikof, A. P.; S.E. Kosakova. Frecuencia y características clínicas de las neurosis de niños zurdos en condiciones de re-aprendizaje. En: Serdiukofski, J.H. y Chuprikof, A.P. (Ed.) . Zurdera en niños y adolescentes. Moscú, 1987 (en ruso).
20. Gaddes, W. H. Learning disabilities and brain function: A neuropsychological approach. (2 ed.) New York: Springer-Verlag, 1980.
21. Santana, R.A. Aspectos Neuropsicológicos del Aprendizaje Escolar. ISIED, Puerto Rico, 1999.
22. Santana, R.A. Prueba Diagnóstica del Potencial Neuropsicológico (PDPN). Copyright,,, 2001. Library of Congress, Washington, D.C.
23. Wolff, Peter H.; Melngailis, Ilze. Reversing Letters and Reading Transformed Text in Dyslexia: A Reassessment. Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal; v8 n4 p341-55 Aug 1996
24. Jordan, B. T.; Jordan, S. G. Jordan Left-Right Reversal Test: An analysis of visual reversals in children and significance for reading problems. Child Psychiatry &

- Human Development. 1990 Fall Vol 21(1) 65-73
25. Gottlieb, Michael C. and Dickey, Diane F. Spatial Orientation Ability in Learning Disabled Children: Effects of Plane and Relative Position 1996.
26. Milner, Branch y Rassmussen, 1969
27. Simernitskaia, E.G. El cerebro del hombre y los procesos psíquicos en la ontogénesis. Moscú, 1985 (en ruso).
28. Hiscock, M.; M. Kinsbourne. Specialization of the cerebral hemispheres: Implication for learning. Journal of Learning Disabilities. 20: 130-142, 1987.
29. Devito, J.L. ; Smith, O.A. Jr. Projections from the mesial frontal complex (supplementary motor area) to the cerebral hemispheres and brain stem of the macaca mulatta. J. Comp. Neurol. 111: 261-277, 1959.
30. Pandya, D.N.; L.A. Vignolo. Intra-and inter-hemispheric projection of the precentral, premotor and arcuate areas in the rhesus monkey. Brain Res. 26: 217-233, 1971.
31. Kuks, J.B.M.; M.J. O'Brien. Coherence patterns of the infant sleep EEG in absence of the corpus callosum. Electroencepalograph and Clinical Neurophysiology. 66: 8-14, 1987.
32. Gauthier I; Hayward WG; Tarr MJ; Anderson AW; Skudlarski P; Gore JC. Bold activity during mental rotation and viewpoint-dependent object recognition. Neuron 2002 Mar 28;34(1):161-71
33. Vanrie J; Beatse E; Wagemans J; Sunaert S; Van Hecke P. Mental rotation versus invariant features in object perception from different viewpoints: an fMRI study. Neuropsychologia 2002;40(7):917-30
34. Prather SC; Sathian K. Mental rotation of tactile stimuli. Brain Res Cogn Brain Res 2002 Jun;14(1):91-
35. Ungar S; Blades M; Spencer C. Mental rotation of a tactile layout by young visually impaired children. Perception 1995;24(8):891-900
36. Adrianoff, O.S. Cuestiones claves sobre la localización y organización de las funciones cerebrales. Moscú, 1980 (en ruso).
37. Adrianoff, O.S. Problemas actuales de la concepción de la organización de las funciones del cerebro. Moscú, 1983 (en ruso).
- Benson, D.F. Graphic orientation disorders of left handed children. Journal of Learning Disabilities. 3: 126-131, 1970.
- Brinkman, C. Lesions in supplementary motor area interfere with a monkey's performance of a bimanual coordination task. Neurosci Lett. 27: 267-270, 1981.
- Brinkman, C. Supplementary motor of the monkey's cerebral cortex: short and long term deficits after unilateral ablation and the effects of subsequent callosal section. J. Neurosci. 4: 918-920, 1984.
- Geschwind, N.; Galaburda, A.M. Cerebral lateralization. Biological mechanisms, association and pathology: I.A. Hypothesis and a program for research. Archives of Neurology. 42: 428-459, 1985.
- Luria, A.R. El cerebro en acción. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1978.
- Luria, A.R. Las funciones corticales superiores del hombre. La Habana: Editorial Orbe, 1977.
- Luria, A.R. Memory disturbances in local brain lesions. Neuropsychologia. 9: 53-67, 1971.
- Luria, A.R.; E.G. Simernitskaia. Acerca de la interacción de los hemisferios cerebrales en la organización de las funciones de la memoria verbal. Fisiología del hombre. 3: 47 -63, 1975 (en ruso).
- Simernitskaia, E.G. La dominancia hemisférica. Moscú, 1978 (en ruso).
- Simernitskaia, E.G. Metodica expreso para la investigación neuropsicológica en la edad infantil. Moscú. Comunicación personal.
- Weisendanger, R.; M. Weisendanger. Afferent connection of the supplementary motor area. Exp. Brain Res. 58: A1, 1985.