

## Sinestesia y Neuronas Espejo: Un Camino por el Centro de la Empatía, la Intencionalidad y la Emoción.

*“Somos criaturas sociales. Nuestra supervivencia depende de entender las acciones, intenciones y emociones de los demás. Las neuronas espejo nos permiten entender la mente de los demás, no sólo a través de un razonamiento conceptual sino mediante la simulación directa. Sintiendo, no pensando”.*

**G. Rizzolatti.**

**Por  
Gallego G. Ana,  
Hidalgo M. Irene y  
García P. Esther**

**La actividad psíquica es el fundamento que permite la realización del hombre como persona. Las sensaciones y percepciones, la conciencia, el conocimiento, la memoria, las emociones, el lenguaje, la autoimagen y nuestra condición de sujetos psíquicos, el pensamiento, los planes de acción y el sentido de la vida, la identidad personal y social, todo lo que somos como personas, nuestra vida y comportamiento, dependen de las redes neurales: del sistema de los sentidos y de los diferentes módulos cerebrales, del cerebro antiguo y moderno, que actuando como sistema integrado, holístico, producen todas las funciones psíquicas.**

Hoy en día el descubrimiento de las llamadas “neuronas espejo” constituye un factor importante que permitirá aportar nueva luz para entender cómo la red neuronal “refleja” el mundo, la autoimagen y la imagen de la mente de los

otros en la producción evolutiva de un comportamiento social.

Las investigaciones relacionadas con las llamadas neuronas espejo (MNS, mirror neurons system) van aportando, día a día, nuevos datos que obligan a revisar y ampliar estas descripciones. Las neuronas

espejo son un tipo especial de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción y también cuando observa una acción similar llevada a cabo por otro individuo.

### ➤ Sinestesia

*¿A que huele un dibujo animado?  
¿De que color es tu nombre? ¿Que forma tiene la música clásica? ¿A qué sabe el color rojo? ¿Tiene aura tu pareja? ¿Qué tacto tiene una melodía?...*

Si puedes responder a alguna de estas preguntas quizás seas sinesteta.

La sinestesia son percepciones genuinas o un conjunto de estados cognitivos relacionados con la unión de los sentidos .La palabra sinestesia, proviene del griego: συν, 'junto', y αισθησία, 'sensación' (Unión de los sentidos).

Un sinestético puede, por ejemplo, oír colores, ver sonidos, y percibir sensaciones gustativas al tocar un objeto con una textura determinada. La sinestesia es un efecto común de algunas drogas psicodélicas, como la LSD o la mescalina.

Sus principales características son (p.1): .

- Es un fenómeno *estable en el tiempo*. Esto es algo que lo distingue de las asociaciones de memoria. Antes de que este tema

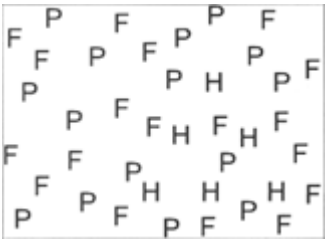
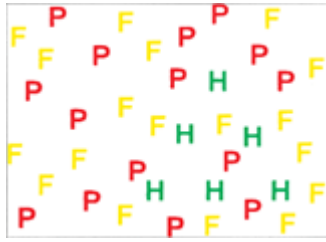
empezara a estudiarse científicamente, se solían minusvalorar las informaciones proporcionadas por los sinestésicos sobre la base de que sus informes no estaban indicando fenómenos reales sino meras asociaciones aprendidas a lo largo de la vida.

- Las sensaciones sinestésicas son de *carácter perceptual* y no basadas en memoria. Los investigadores Vilayanur Ramachandran y Edward Hubbard, de la Universidad de California en San Diego, han demostrado en un estudio de búsqueda visual que, en sinestésicos que perciben grafemas con colores particulares, estos colores son percibidos y procesados de la misma manera que si estuvieran, de hecho, presentes en el papel o pantalla del ordenador donde se presentan los estímulos<sup>4</sup>. En este tipo de estudio se muestra a las personas sinestésicas un conjunto de letras o números como los de la figura 1, en el que a simple vista no se distingue más que un gran conjunto de letras. No obstante, mediante la utilización de dos letras distintas, asociadas a dos colores distintos para un participante sinestésico particular, se pueden crear formas diversas

que sólo son aparentes cuando las distintas letras están coloreados con distinta tinta, como ocurre en la figura 2. Así, para las personas normales, es muy difícil discernir la forma oculta en el estímulo. Sin embargo, si una persona viera el conjunto de letras ya coloreadas, sería mucho más fácil y rápido reconocer la forma oculta. En sus estudios, Ramachandran y Hubbard observaron que, cuando se le pedía a los participantes que realizaran la tarea con las imágenes con todos

los estímulos en negro (figura 1), los participantes sinestésicos advertían la forma muchas más veces que los participantes que no eran sinestésicos.

- Las percepciones son *idiosincráticas*. Aunque los colores que un sinestésico percibe para un conjunto de letras y números permanece constante con el tiempo, su conjunto de colores es totalmente distinto al de otro sinestésico que también ve colores para letras y números.

	
<p><b>Figura 1</b> Si le preguntásemos a una persona sinestésica qué forma concreta forman las letras, le resultaría bastante difícil darse cuenta de que las «H» forman un triángulo. No obstante, para un sinestésico que viera las «H» de un color diferente de las otras letras (como se muestra en la imagen 2) el triángulo que forman las «H» saltaría a la vista (<i>Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences</i>, 268: 979-983)</p>	<p><b>Figura 2</b> Ante esta imagen cualquier persona se daría cuenta de inmediato de que las «H», los únicos estímulos verdes, forman un triángulo, en tanto que el resto de letras están desorganizadas sin formar una configuración concreta. (<i>Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences</i>, 268: 979-983)</p>

- Además, las percepciones sinestésicas son *automáticas* e *involuntarias*. Esto es, la persona que tiene estas experiencias no puede reprimirlas. Simplemente ocurren. No obstante, es importante señalar que el grado de concentración en dichas percepciones hará que éstas se experimenten de forma más o menos vívida.
- Por otro lado, las percepciones son *genéricas*. Es decir, cuando una palabra da lugar a una percepción de color, ésta es simple, se trata de un color o un pequeño conjunto de ellos, no de una percepción elaborada. De igual modo, cuando un sinestésico, por ejemplo, experimenta formas al probar distintos sabores, estas formas son muy generales, como líneas o espirales o texturas suaves o rugosas. No experimentan la sensación de estar tocando una vaca o viendo un castillo.
- Por último, y sin ánimo de ser exhaustivos, las percepciones son *memorables*. Las personas sinestésicas suelen recordar la percepción secundaria o sinestésica de forma más vívida que la

primaria (aquella que provoca la sensación sinestésica). Así, hay casos en los que no recuerdan un número de teléfono o el nombre de una persona, pero saben que el número empezaba por azul, o que el nombre era verde.

Se estima que el 10% de la humanidad es sinésteta.

El investigador **Sean Day** ha catalogado 19 tipos de sinestesia en 175 casos. Las permutaciones son virtualmente ilimitadas debido a que un sinestésico puede tener más de una forma de la condición. Aunque no se puede suprimir las percepciones secundarias espontáneas, los sinestésicos pueden ignorarlas con mayor o menor éxito. Pero a veces, las sensaciones son abrumadoras.

<b>Cosas que Evocan Otras</b>	<b>175 Casos</b>	<b>%</b>
<i>Números y letras que evocan colores</i>	121	69%
<i>Unidades de tiempo que evocan colores</i>	42	24%
<i>Sonidos hablados que evocan colores</i>	24	14%
<i>Sonidos generales que evocan colores</i>	23	13%
<i>Sonidos musicales que evocan colores</i>	21	12%
<i>Notas musicales que evocan colores</i>	16	9%
<i>Dolores que evocan colores</i>	6	3.5%
<i>Olores que evocan colores</i>	5	3%
<i>Personalidades que evocan colores</i>	5	3%
<i>Sabores que evocan colores</i>	5	3%
<i>Sonidos que evocan sabores</i>	3	2%
<i>Sonidos que evocan tacto</i>	3	2%
<i>Visiones que evocan sabor</i>	3	2%
<i>Contacto que evocan sabor</i>	2	1%
<i>Sonidos que evocan color</i>	1	0.6%
<i>Temperatura que evocan color</i>	1	0.6%
<i>Contacto que evocan color</i>	1	0.6%
<i>Contacto que evocan olor</i>	1	0.6%
<i>Visiones que evocan contacto</i>	1	0.6%

### ➤ **Neuronas Espejo**

Hasta hace poco tiempo, la atribución de significado a las acciones observadas en otros individuos se explicaba a partir de complejos mecanismos relacionados con la memoria, las experiencias previas y los procesos de razonamiento. Sin embargo, con el descubrimiento de las denominadas “*neuronas espejo*”, es posible explicar de un modo más sencillo esa situación tan habitual para

todos de comprender inmediatamente lo que otro individuo está haciendo. Entender las acciones y las intenciones es una tarea que, aunque en ocasiones requiera de procesos más elaborados, se realiza de modo más directo y simple por medio de las neuronas espejo.

Estas neuronas fueron descubiertas por el equipo de G. Rizzolatti en la década de los años noventa del siglo XX. Observaron cómo ciertas neuronas del cerebro del mono (macaco) se activaban no sólo cuando el individuo realizaba acciones motoras dirigidas a una meta, sino, sorprendentemente, también cuando dicho individuo meramente observaba cómo alguien (otro mono, o un humano) realizaba la misma acción. En la medida en que este conjunto de células parecía “reflejar” las

acciones de otro en el cerebro del observador, recibieron el nombre de neuronas espejo. La confirmación de esta actividad de las neuronas espejo llevó a preguntarse si este mismo sistema existía también en los seres humanos, lo cual se ha demostrado a partir de numerosos experimentos en los que han sido de incalculable ayuda las técnicas de neuroimagen. (*Ver cuadro número 1: cerebro e intenciones ajenas*)

Los conjuntos de neuronas espejo parecen codificar plantillas para acciones específicas, lo cual permite a un individuo no sólo llevar a cabo acciones motoras sin pensar en ellas, sino también comprender las acciones observadas, sin necesidad de razonamiento.

Dicho de modo más sencillo: si hasta ahora considerábamos que el movimiento, por ejemplo de una mano, era el resultado de un proceso mental en el que, analizadas por el cerebro las percepciones y datos sensoriales, se emitía una respuesta adecuada (que, en el caso de acciones intencionales complejas, requeriría de unas capacidades cognitivas realizadas por regiones especializadas para ello), y que la zona motora del cerebro era la encargada de ejecutar dicha respuesta en forma de movimiento, ahora parece ser que el sistema motor es mucho más complejo, y puede ser el sustrato neural de procesos

atribuidos al sistema cognitivo.

Esto tiene dos importantes consecuencias: por una parte, obliga a revisar lo que hasta este momento se ha venido afirmando respecto a las regiones motoras del cerebro (el sistema motor no puede ser ya concebido como un mero "ejecutor pasivo" de órdenes emitidas por otra región cerebral, parece tratarse más bien de un complejo entramado de zonas corticales diferenciadas, capaces de realizar las funciones sensoriomotoras que parecerían propias de un sistema cognitivo superior) y por otro lado, supone un importante reto para nuestras convicciones filosóficas acerca de la importancia de la comprensión consciente de los actos humanos.

La importancia de estos descubrimientos es de tal categoría que un prestigioso investigador como **V.S. Ramachandran** no tiene ningún reparo en afirmar que :

*« Las neuronas espejo harán por la psicología lo que el ADN hizo por la biología: proporcionarán un marco unificador y ayudarán a explicar una multitud de capacidades mentales que hasta ahora han permanecido misteriosas e inaccesibles a los experimentos».*

Ramachandran llama a las neuronas espejo "neuronas de la empatía" por ser las

implicadas en la comprensión de las emociones de los otros. De algún modo, si la observación de una acción llevada a cabo por otro individuo activa las neuronas que permitirían al observador realizar la misma acción, estaríamos ante una suerte de "lectura de la mente".

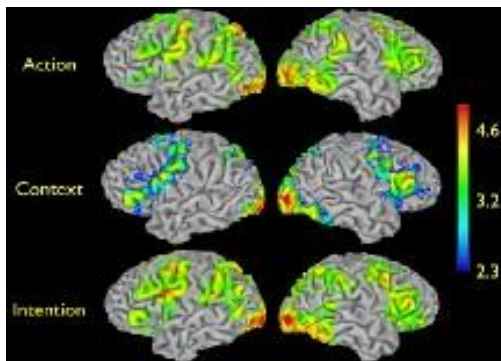
Las neuronas espejo del observador actúan como un sistema que permite la comprensión de las acciones y por tanto la empatía, la imitación, y la teoría de la mente. Incluso se ha sugerido que el sistema de neuronas espejo sería el mecanismo neural básico para el desarrollo del lenguaje. Rasgos todos ellos de capacidades relevantes para la hominización, desde un punto de vista evolutivo.

Un elemento esencial de todas estas hipótesis radica en la introducción de la intención en la comprensión de la acción. Los primeros estudios planteaban la función de las neuronas espejo para entender la acción (el "qué" de la acción), sin embargo, lo más interesante está en la comprensión de la intención de dicha acción (el "por qué") sin la cual no sería más que un mero reflejo, como el nombre venía a indicar (neuronas espejo)..

## Cerebro e Intenciones Ajenas: Experimento por Resonancia Magnética

(Neurocientíficos de California).

Para el experimento fueron analizados 33 sujetos con un sistema funcional MRI, que genera imágenes de resonancia magnética del cerebro. Se trata de una de las tecnologías más avanzadas para examinar la estructura, tejidos y fluidos internos del cuerpo humano, capaz de producir imágenes nítidas en dos o tres dimensiones. Estas imágenes se realizan utilizando un poderoso imán y ondas radiales.



Estos 33 voluntarios visualizaron alternativamente tres tipos de estímulos en vídeos cortos:

primero una mano que agarraba una taza sin que este movimiento se encontrara enmarcado en un contexto; después sólo el contexto: un servicio de té completo con la comida y la bebida servidas; y finalmente los movimientos de beber o de limpiar dentro del contexto reflejado.

Se descubrió que las acciones realizadas dentro de contexto, en comparación con las realizadas fuera de él, aumentan el flujo de la sangre en la parte posterior del gyrus frontal inferior del cerebro, conocido por su importancia en la ejecución del control, y también en los sectores adyacentes de la corteza ventral premotora, donde las acciones de las manos se representan. El incremento del fluido sanguíneo es siempre un indicador de la actividad neuronal.

Este hecho implica que las neuronas espejo se activan en mayor grado cuando las acciones motoras que vemos no son aisladas, sino que se encuadran en un entorno que para nosotros tiene un significado determinado, lo que implica cierta capacidad de interpretación neuronal de identificación de las intenciones de la persona que tenemos enfrente.

\* Cuadro Número 1.

La atribución de pensamientos e intenciones a otros, lo que se denomina Teoría de la Mente, ha sido objeto de estudio conforme a dos hipótesis en pugna:

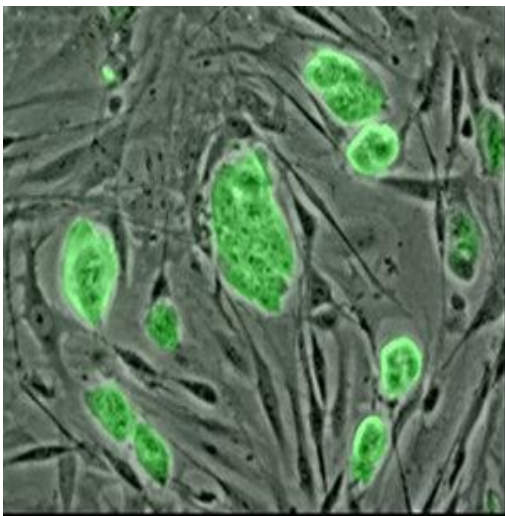
(1) La teoría-teoría, que, apoyándose en estudios de comportamiento, propone que los individuos desarrollan una ToM en los primeros años de vida probando reglas

dadas relativas a las funciones de los objetos y organismos con los que interactúan, y generando cognitivamente una teoría acerca de lo que los otros piensan.

(2) Y la teoría de la simulación que, como se ha señalado, propone que la ToM es un desarrollo de la capacidad de interpretar las



acciones de otros a través de la simulación (o representación). Esta segunda hipótesis parece más sólida, en la medida en que los estudios van mostrando que las neuronas espejo están implicadas en esta comprensión de las intenciones, en la imitación, en la empatía, y, por tanto, son la clave del comportamiento social de los individuos.



*\*Imagen Neuronas Espejo*

En la actualidad va aumentando el número de laboratorios que se dedican al estudio de la sinestesia y se han propuesto distintas teorías para explicar el fenómeno.

### ➤ **Sinestesia y Neuronas Espejo**

El neurólogo americano **Richard Cytowic**, propuso que la sinestesia estaba causada por una activación anormal de zonas

límbicas del cerebro. Estas zonas se encuentran en el interior del cerebro, por debajo de la corteza cerebral, y se han relacionado con las emociones y los comportamientos de carácter motivacional y emocional. Es una zona del cerebro que está presente tanto en humanos como en especies inferiores, aunque en nosotros ha sufrido un gran cambio evolutivo. Según los estudios de Cytowic, cuando un sinestésico está experimentando formas evocadas al saborear distintas disoluciones saladas o dulces, la actividad cerebral registrada en zonas de la corteza, la región más evolucionada del cerebro, disminuye notablemente. Esto va acompañado de un aumento considerable de la actividad cerebral de zonas límbicas. Este patrón de activación cerebral llevó a Cytowic a proponer una teoría que postula el sistema límbico como estructura cerebral subyacente al fenómeno sinestésico. El hipocampo, parte de dicho sistema, es una zona donde converge la información de carácter sensorial procedente de los distintos sentidos y se realiza una evaluación multisensorial de ella. Según él, este proceso ocurre en todas las personas aunque sólo los sinestésicos lo viven de forma consciente y pueden informar de ello.

Una característica interesante de la sinestesia es que suele provocar emociones de distinto signo en las personas que la

experimentan en función del estímulo al que se enfrenten. Así, es común escuchar a las personas sinestésicas calificar las letras de letreros luminosos, posters o anuncios como «correctas» o «incorrectas» en función del color en que están escritas. Cuando el color coincide con el evocado por su sinestesia, comentan que están coloreadas correctamente y eso les produce una sensación positiva y un cierto bienestar. Sin embargo, cuando las letras o palabras están coloreadas de forma incongruente con sus percepciones informan de la incorrección y se sienten molestos por tal discrepancia entre el estímulo visual y su percepción interna.

Partiendo de la idea que plantea Richard Cytowic , de que las personas sinestetas activan zonas límbicas , relacionadas con procesos de activación motivacional y emocional , es plausible según *Gallego G. Ana, Hidalgo M. Irene y García P. Esther (2007)* que las personas sinestetas tengan un mayor número de neuronas espejo en comparación con personas no-sinestetas. Así mismo consideramos que las personas no-sinestetas pero con una mayor similitud a las características de una persona sinestésica , tendrán mayor empatía ( mayor número de neuronas espejo).

En esta línea otros autores como Valeria Gazzola de la Universidad de

Groningen (Holanda) estudiaron a 16 colaboradores usando un escáner de RMNf.

La idea era observar la actividad en las diferentes regiones cerebrales cuándo a las personas se les hacía escuchar ciertos sonidos , como el ruido producido por las patatas chips al ser comidas , o una hoja de papel al ser desgarrada.

Al combinar los datos procedentes del origen de los sonidos con los procedentes de la actividad cerebral vieron que se solapaban. Las neuronas motoras asociadas con la acción de masticar o con las manos se activaban cuándo sus respectivos sonidos eran escuchados, pese a que los sujetos ni comían ni manipulaban nada con sus manos. Esto ocurría en áreas del cerebro como la circunvolución temporal bilateral y surco temporal superior.

El fenómeno podría haber sido explotado por la publicidad desde hace décadas son saberlo. Refresco burbujeantes o el ruido de una botella al abrirla, al abrirla dispara nuestras neuronas espejo.

En este experimento los sujetos que puntuaron alto en tests de empatía mostraron niveles más altos de activación de neuronas espejo, poniendo de manifiesto la conexión entre empatía y este tipo de neuronas. Por tanto han podido ver que este efecto depende de cada individuo.

Ya se había observado que hay diferencia, tanto en la puntuación en estos test como

en la activación de neuronas espejo, entre autistas y no autistas, pero este nuevo resultado muestra por primera vez que a su vez hay diferencias entre personas no autistas.

Buena parte de las investigaciones afirman, que una deficiencia en ToM y en la capacidad de empatía sería la explicación más plausible para el **autismo**. Hace tiempo que se sabe que existe un componente del electroencefalograma (EEG), la onda mu, que se bloquea cuando una persona hace un movimiento muscular voluntario.

Este componente también se bloquea cuando una persona ve a alguien realizar la misma acción, lo cual ha dado lugar a que Ramachandran y Altschuler sugieran que la supresión de la onda mu serviría para disponer de una prueba sencilla y no invasiva para monitorizar la actividad de las neuronas espejo.

En los niños con autismo se observa que la supresión de la onda mu sí se produce cuando realizan un movimiento voluntario, pero no cuando observan a alguien realizar la acción, de lo cual se deduce que el sistema motor está intacto, pero no así el sistema de neuronas espejo.

Estos hallazgos se han comprobado también con otras técnicas como la magnetoencefalografía, la resonancia magnética funcional o la estimulación magnética transcraneal. En todos los casos

se muestra que en el autismo existe una disfunción de las neuronas espejo. Esto explicaría la mayoría de los síntomas del trastorno autista: falta de habilidades sociales, ausencia de empatía, déficits de lenguaje, imitación pobre, dificultad para comprender las metáforas, etc.

Todo esto nos hace pensar que las neuronas espejo son el mecanismo esencial para comprender las intenciones de otros, para desarrollar una teoría de la mente y, por ende, para capacitarnos para la vida social. Como indicaba V.S. Ramachandran, las neuronas espejo suponen la disolución de la barrera entre yo y los otros. La capacidad de adoptar el punto de vista de otro supone, entre otras cosas, la posibilidad de una imitación intencional y, por tanto, de un aprendizaje basado en la imitación. Los científicos de la Universidad de California (UCLA), observaron, a través de un experimento que **las neuronas espejo** con la misma intensidad con la que lo hacen las de los niños que no padecían autismo ante una misma situación.

### ➤ **Neuronas Espejo y Autismo.**

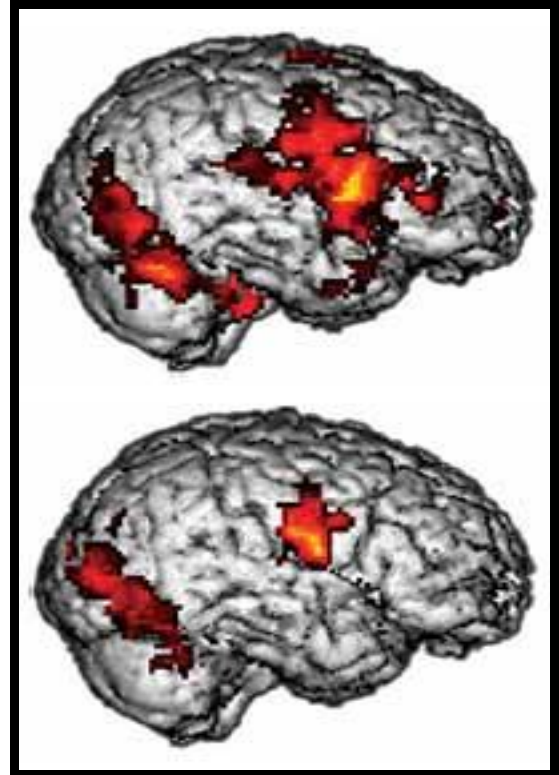
En el estudio, publicado por la revista 'Nature Neuroscience', participaron 10 niños con **autismo** y 10 niños con un desarrollo normal. Se tomaron imágenes de

su actividad cerebral por resonancia magnética funcional mientras observaban 80 fotografías que mostraban rostros de chavales cuyos gestos reflejaban emociones como ira, miedo, felicidad o tristeza.

Las imágenes por resonancia revelaron que el cerebro de los niños con autismo presentaba una actividad muy baja en la zona del **área de Broca** que forma parte del sistema de neuronas espejo. Además, los científicos observaron que **cuanto menor era la actividad del sistema más severo era el autismo** que padecía el niño.

También revelaron una menor actividad en la amígdala y la ínsula de los niños con autismo, dos zonas del encéfalo que rigen las emociones.

Esta menor actividad en las zonas mencionadas explica en parte la dificultad para la interacción social de estos niños, que incluye la comunicación verbal y no verbal, imitación y empatía.



\* Cerebro de un niño normal (arriba) y de un niño con autismo (abajo). La actividad del cerebro autista en las áreas marcadas es menor. (Foto: Nature Neuroscience)

## Daniel Tammet : Autista y Sinesteta

Daniel Tammet es un joven autista de 27 años. Presenta a parte de una inteligencia privilegiada , habilidades sociales adquiridas desde su niñez y que le diferencia de otros autistas.

Tammet responde con gran rapidez a problemas matemáticos que se le presentan. Además, es capaz de ver los números como si fueran sombras, colores y texturas. Por eso, al multiplicar dos números, él ve dos sombras; al instante aparece una tercera sombra que equivale a la respuesta de la ecuación. Puede llegar a hacer cálculos de hasta 100 decimales en su cabeza a la velocidad de un rayo.



*\* Obra de arte realizada por Daniel Tammet .  
Textura y color en operaciones matemáticas.*

Asimismo, es capaz de aprender idiomas con gran facilidad. Aprendió islandés, uno de los lenguajes más difíciles

del mundo, en una semana. Además, como reto se expuso a una entrevista en una cadena televisiva de Islandia.

La explicación científica de todo esto puede ser que las diferentes partes del cerebro humano están especializadas en desempeñar tareas distintas. Por eso, si se produce una activación cruzada entre distintas áreas que normalmente están separadas, las cosas se mezclan mucho. Este fenómeno es conocido como sinestesia.

Para conocer el origen del sorprendente don de este genio británico, hay que remontar hasta su niñez, época en la que sufrió varios ataques epilépticos y se sospecha que a consecuencia de uno de ellos se le alteró el cerebro; desde entonces puede ver imágenes en su cabeza. A los cuatro años ya era capaz de realizar complejos cálculos matemáticos. Pero, desde siempre ha tenido problemas para integrarse con otras personas.

Uno de sus últimos desafíos fue romper el récord europeo de enumerar el número Pi (la constante matemática). Para ello, llegó a memorizar los números anteriores y posteriores al número Pi (22.514 decimales) y los recitó ante un juez durante más de cinco horas.

➤ **Referencias Bibliográficas.**

- <http://cerebro.zoomblog.com/archivo/2005/12/>
- [http://www.percepnet.com/perc10\\_05.htm](http://www.percepnet.com/perc10_05.htm)  
<http://elmundosalud.elmundo.es/elmundosalud/2005/12/14/neurociencia/1134579863.html>
- [http://www.tendencias21.net/Las-neuronas-espejo-nos-ayudan-a-comprender-las-intenciones-de-los-otros\\_a1498.html](http://www.tendencias21.net/Las-neuronas-espejo-nos-ayudan-a-comprender-las-intenciones-de-los-otros_a1498.html)
- [www.wisconsinmedicalsociety.org/savant/tammet.cfm](http://www.wisconsinmedicalsociety.org/savant/tammet.cfm)