

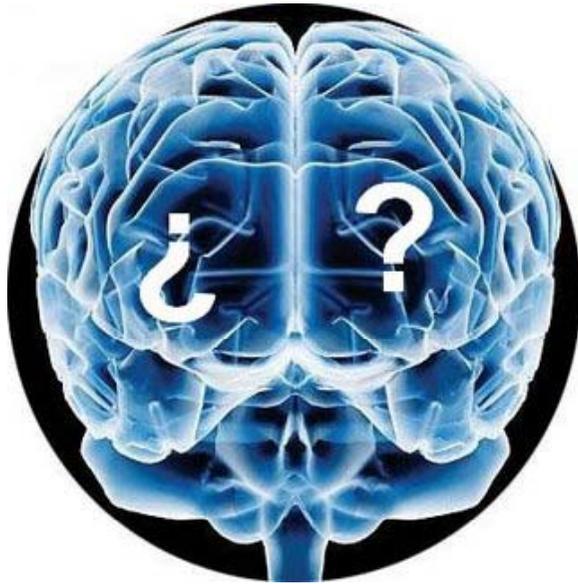
# El cerebro en el siglo XXI

Dr. Ángel Díez Cuervo



ZARAGOZA  
18/20/Noviembre/2010

XV CONGRESO  
NACIONAL  
PROFESIONALES  
DEL AUTISMO



- El cerebro humano es todavía uno de los grandes enigmas a los que se enfrenta la ciencia, pero dejará de serlo en unas décadas.



*(Martín-Loeches, 2010)*

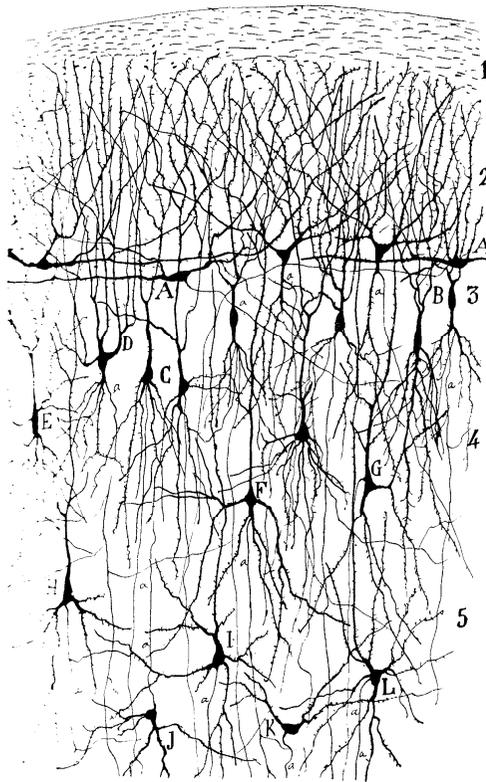
# Teoría reticular

(von Gerlach, 1871)

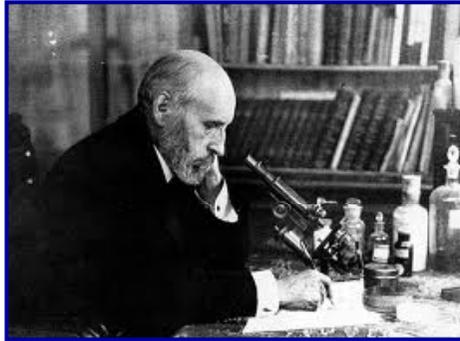


- el sistema nervioso es una red continua de prolongaciones, sin interrupciones
- el flujo de información nerviosa es posible gracias a la continuidad de sus prolongaciones.

# Teoría neuronal *(Cajal, 1888)*



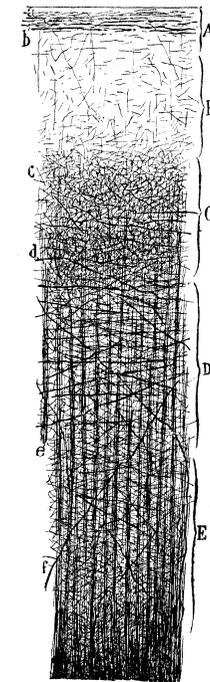
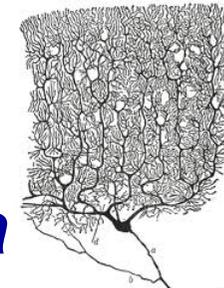
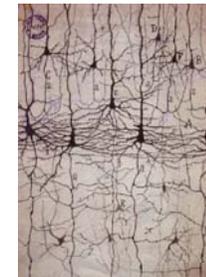
- las neuronas son las unidades anatómicas, fisiológicas, genéticas y metabólicas del sistema nervioso.
- todas las prolongaciones de las células nerviosas terminan libremente y se comunican entre sí por contacto o contigüidad, no por continuidad



## Congreso de la Sociedad Alemana de Anatomía (Univ. Berlín, 1889)

- Cajal llevó su microscopio, dibujos y preparaciones.
- las descripciones que mostraba resultaban tan extrañas, que los histólogos le acogieron con escepticismo e incredulidad.

***“Cuando un aragonés se decide a tener paciencia, que le echen alemanes”***





- **Contactó con Von Kölliker** *a quien arrastró a un rincón de la sala, y le mostró sus preparaciones y la realidad de sus hallazgos.*
- **Von Kölliker:** “Los resultados obtenidos por usted son tan bellos que pienso emprender inmediatamente, ajustándome a la técnica de usted, una serie de trabajos de confirmación. Le he *descubierto* a Vd., y deseo divulgar en Alemania mi *descubrimiento*”.

TEXTURA DEL SISTEMA NERVIOSO  
DEL  
HOMBRE Y DE LOS VERTEBRADOS

ESTUDIOS SOBRE EL PLAN ESTRUCTURAL  
Y COMPOSICIÓN HISTOLÓGICA DE LOS CENTROS NERVIOSOS  
ADICIONADOS DE CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS  
FUNDADAS EN LOS NUEVOS DESCUBRIMIENTOS

POR

S. RAMÓN CAJAL

Catedrático de Histología en la Universidad de Madrid.

Con numerosos grabados en negro y en color.

TOMO I

MADRID  
IMPRESA Y LIBRERÍA DE NICOLÁS MOYA  
Carreras, 8, y Garcilaso, 6.  
1899

## *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados (1899)*

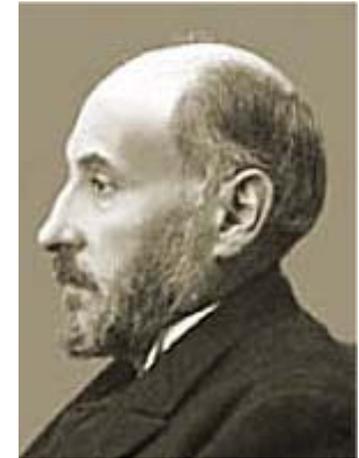
## 1906: Premio Nobel de Fisiología y Medicina compartido con Golgi.

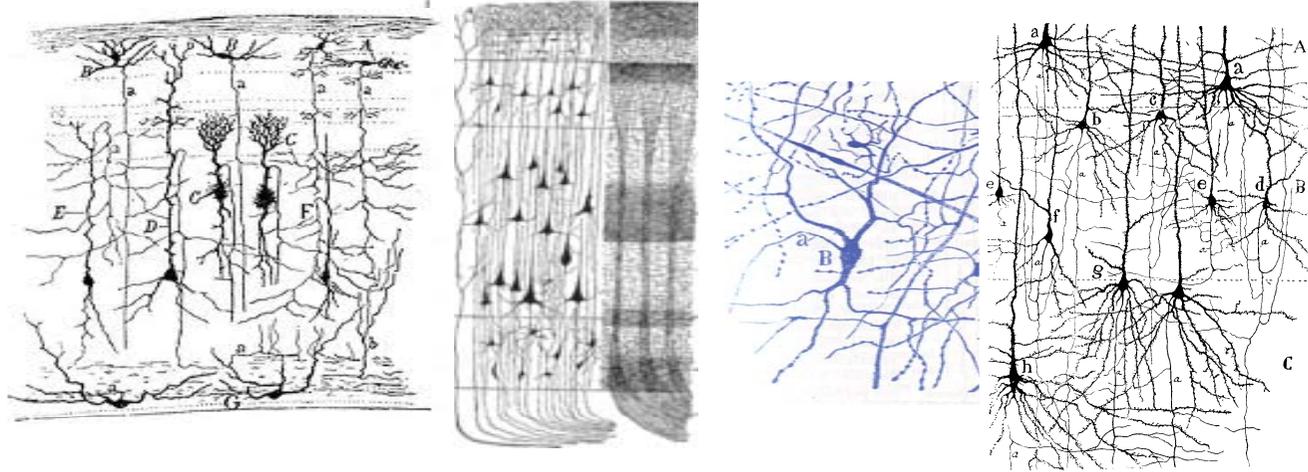




**Golgi** insistió en su apoyo a la teoría reticular y criticó la **teoría neuronal** “...cuando se afirma que esta teoría está en su atardecer”.

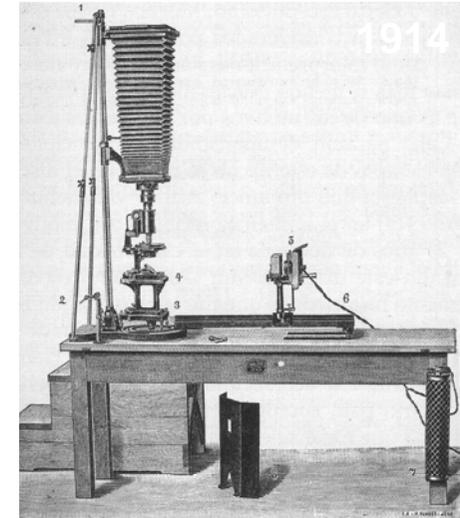
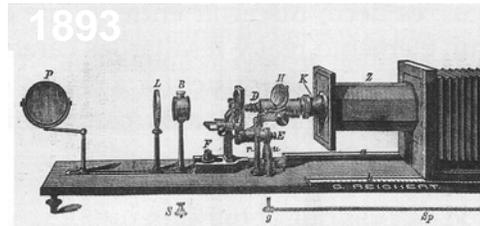
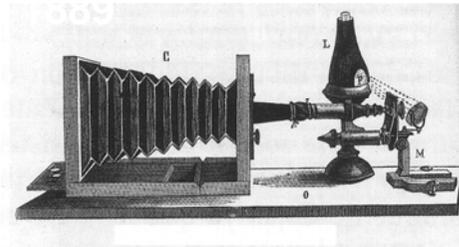
**Cajal** habló de su **teoría neuronal** y... “yo temblaba de impaciencia al ver que el más elemental respeto a las conveniencias me impedía poner oportuna y rotunda corrección a tantos odiosos errores y a tantos intencionados olvidos” (1917)



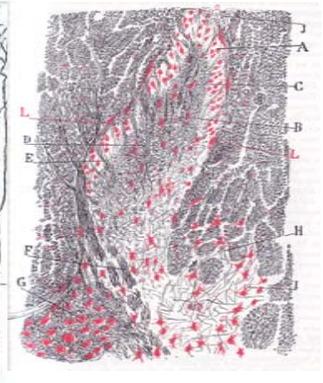
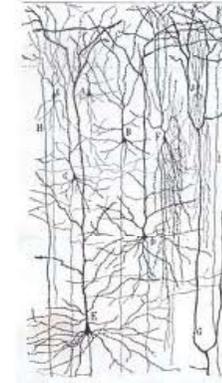
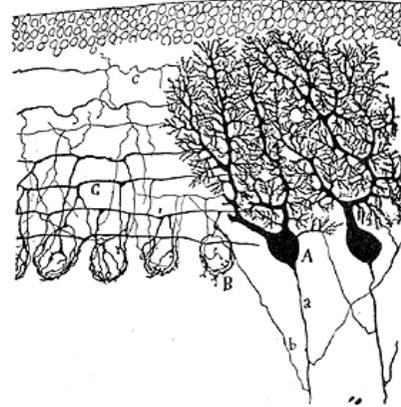
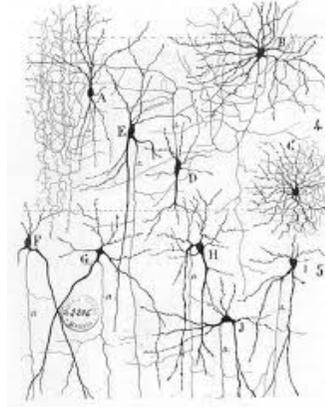


## Principales descubrimientos de Cajal

- **teoría neuronal (1888)**
- descubrimiento de las **espinas dendríticas**, su motilidad y plasticidad (1890)
- el “**cono de crecimiento**” axónico (1890)



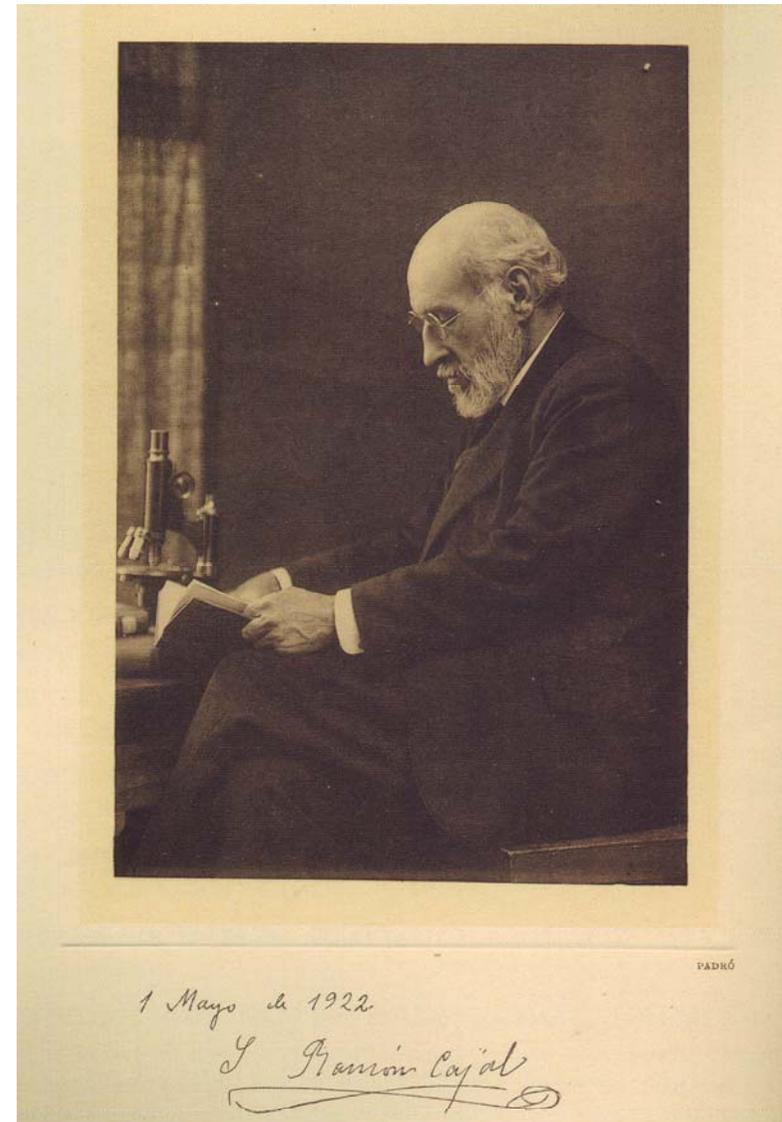
- importancia de las **células piramidales** (“*mariposas del alma*”) (1890)
- gimnasia cerebral: **aumento de conexiones neuronales** y mejoría capacidad cerebral (1892)
- hipótesis del **quimiotactismo** (neurotropismo) (1893)



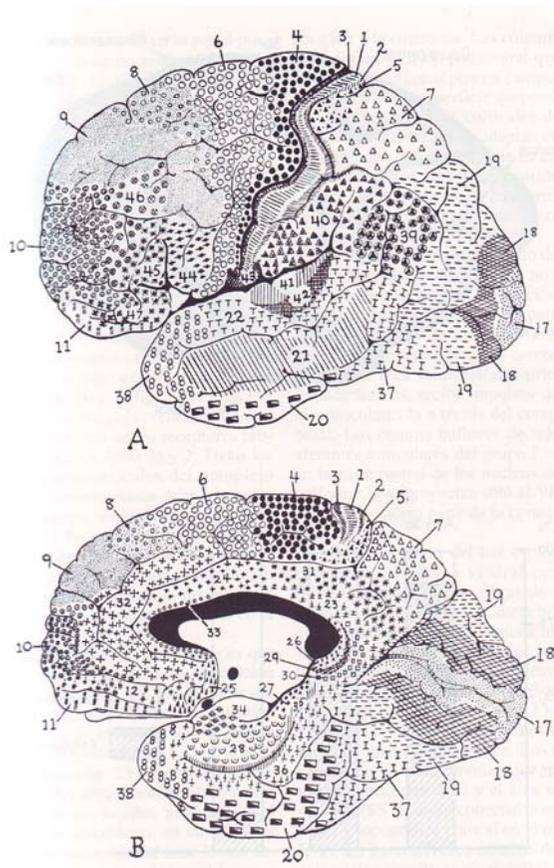
- **plasticidad cerebral** a procesos mentales, medio ambiente y variaciones con la edad (1894)
- morfología y cambios de la **neuroglía** (1895)
- **ameboidismo** de las terminaciones nerviosas (1895)
- **degeneración y regeneración** del sistema nervioso (1905, 1906, 1913, 1914)...

**“Verdaderamente, Cajal merece ser reconocido por la comunidad científica internacional como el padre de la neurociencia moderna”**

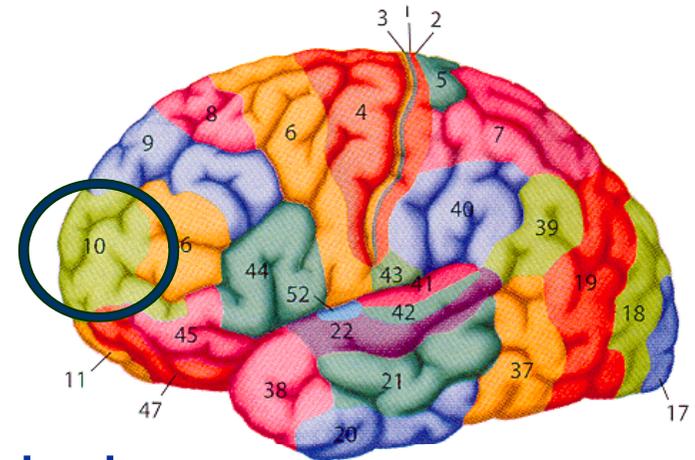
*(De Felipe, 2002)*



# Áreas de Brodmann para primates (incluido el *homo sapiens*) (1909)



- es un mapa basado en la citoarquitectura de la corteza cerebral, “*post-mortem*”
- cada una de las 52 áreas *tiene asignada* una función distinta
- en la actualidad, se critica lo limitado de su concepto *localizacionista*



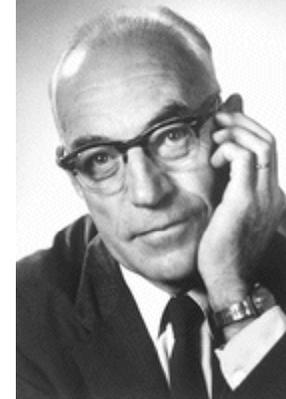
- **el área 10 de Brodmann** está implicada en la personalidad, memoria operativa, inteligencia, toma de decisiones, lenguaje... y, entonces, ¿cuál es la función específica del área 10?
- las distintas funciones en las que se ha visto involucrada el área 10 han venido acompañadas de activaciones de diferentes circuitos cerebrales

- las funciones de una región cerebral no dependen del lugar que ocupa, si no de sus conexiones con otras áreas.



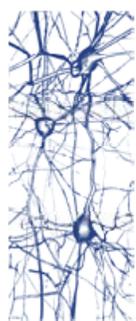
- un área cerebral se implica en procesos distintos, según las activaciones de diferentes circuitos cerebrales.
- ¿dónde están las áreas del cerebro social, la moral o la ética, el amor, la religión, la consciencia, la voluntad... *el alma*?

(Martín-Loeches, 2010)



- “Puedo afirmar con total seguridad que, para cada uno de nosotros, nuestros cerebros conforman la base material de nuestras aspiraciones y recuerdos, nuestra imaginación y nuestros sueños”

*John C. Eccles (1963)*



# Blue Brain Project

**2005: the Brain Mind Institute** (BMI, en la Escuela Politécnica Federal de Lausanne) y el IBM presentan el *Blue Brain Project*.

**Objetivo:** crear un modelo computarizado de cada una de las neuronas del cerebro de mamíferos y, después, estudiar los escalones implicados en la aparición de la inteligencia biológica.

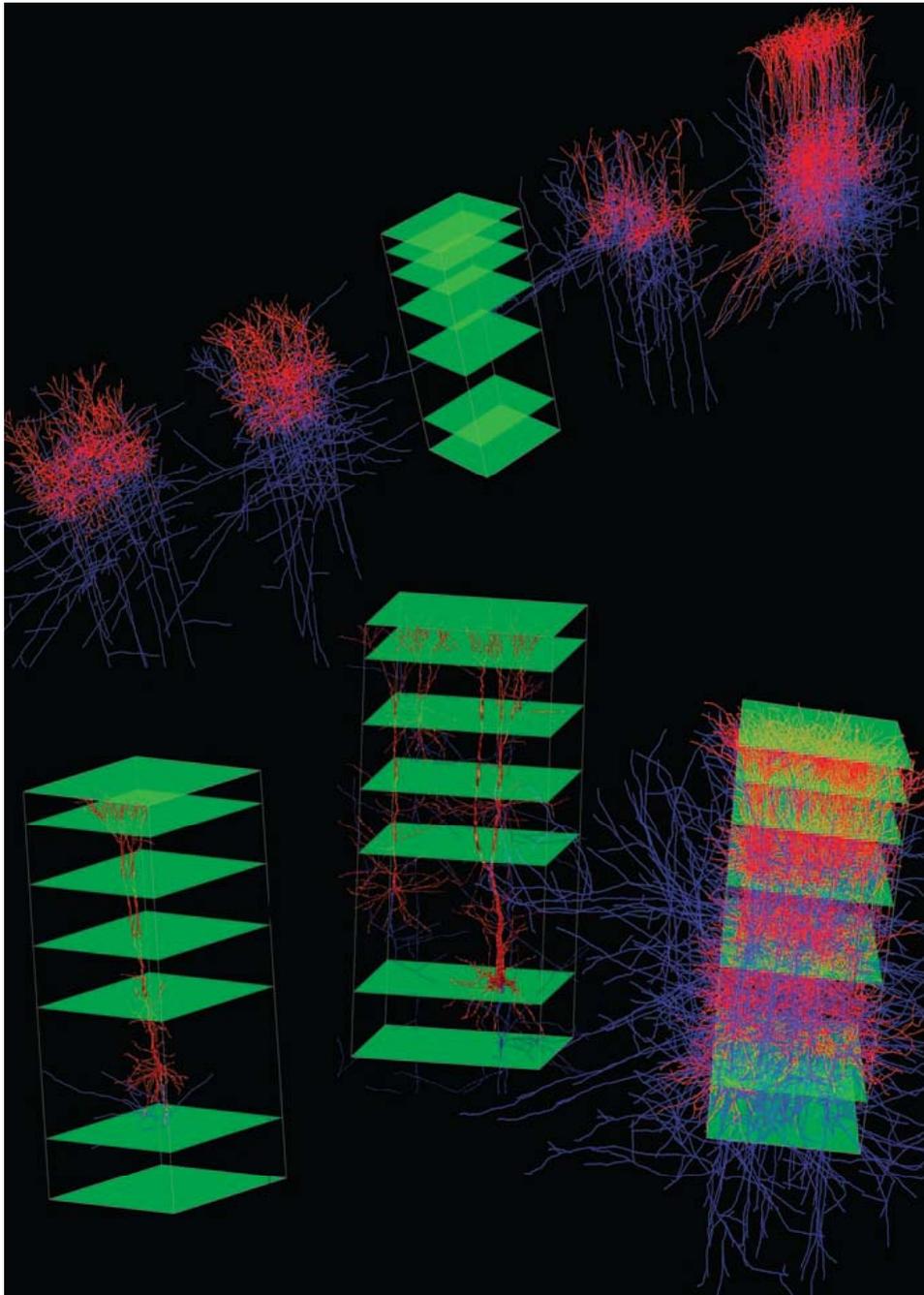
OPINION

## The Blue Brain Project

Henry Markram



- El supercomputador IBM's Blue Gene permite conocer en detalle cómo está modelado el cerebro.
- ... es el momento apropiado para iniciar la construcción de modelos de cerebro biológicamente seguros, que nos ayuden a comprender su función y disfunción.



## Reconstrucción de una columna neocortical (NCC)

(se muestra sólo una pequeña fracción)

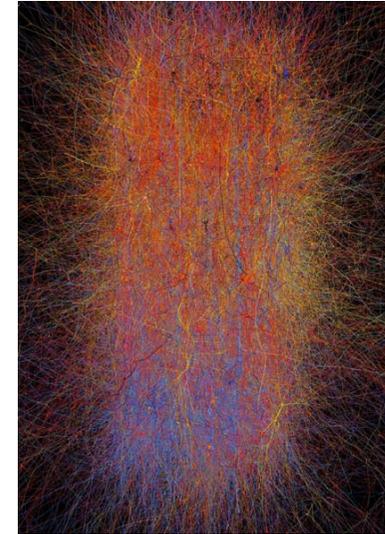
**rojo** arborizaciones dendríticas

**azul** arb. axónicas

**verde** estructura de la NCC con neuronas piramidales localizadas en las capas 2 a 5.

*(Markram, 2006)*

- la columna neocortical es la unidad básica del funcionamiento de la corteza cerebral
- proporciona recuerdos, conocimientos, habilidades, lenguaje, experiencia... que distinguen al ser humano de los otros mamíferos *(De Felipe, 2009)*
- **“La conciencia sería la expresión de un número de neuronas... El alma se encuentra en el cerebro” *(Crick, 2003)***

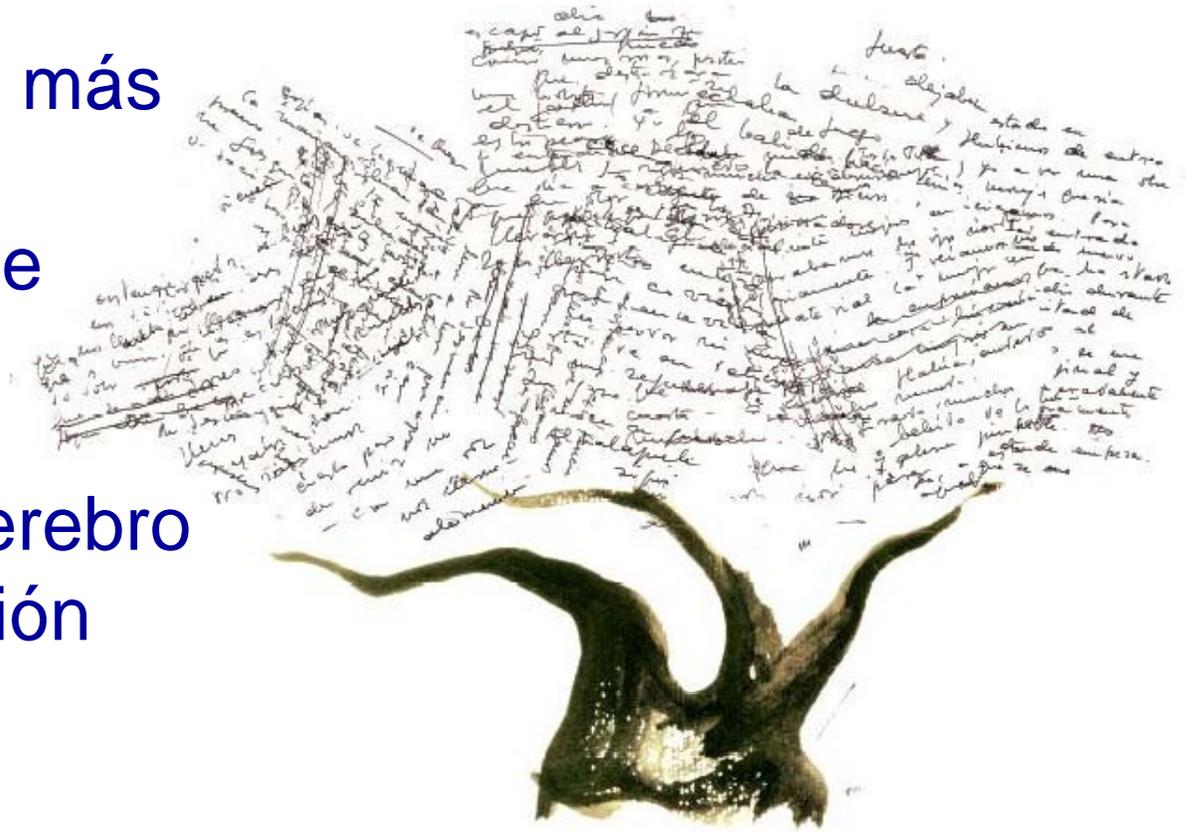


3:01



00:00 00:57 00:36

- el ojo ve mucho más de lo que conscientemente percibimos
- ¿qué hace el cerebro con la información que recibe?



**La realidad *que vemos* es la que crea nuestro cerebro**



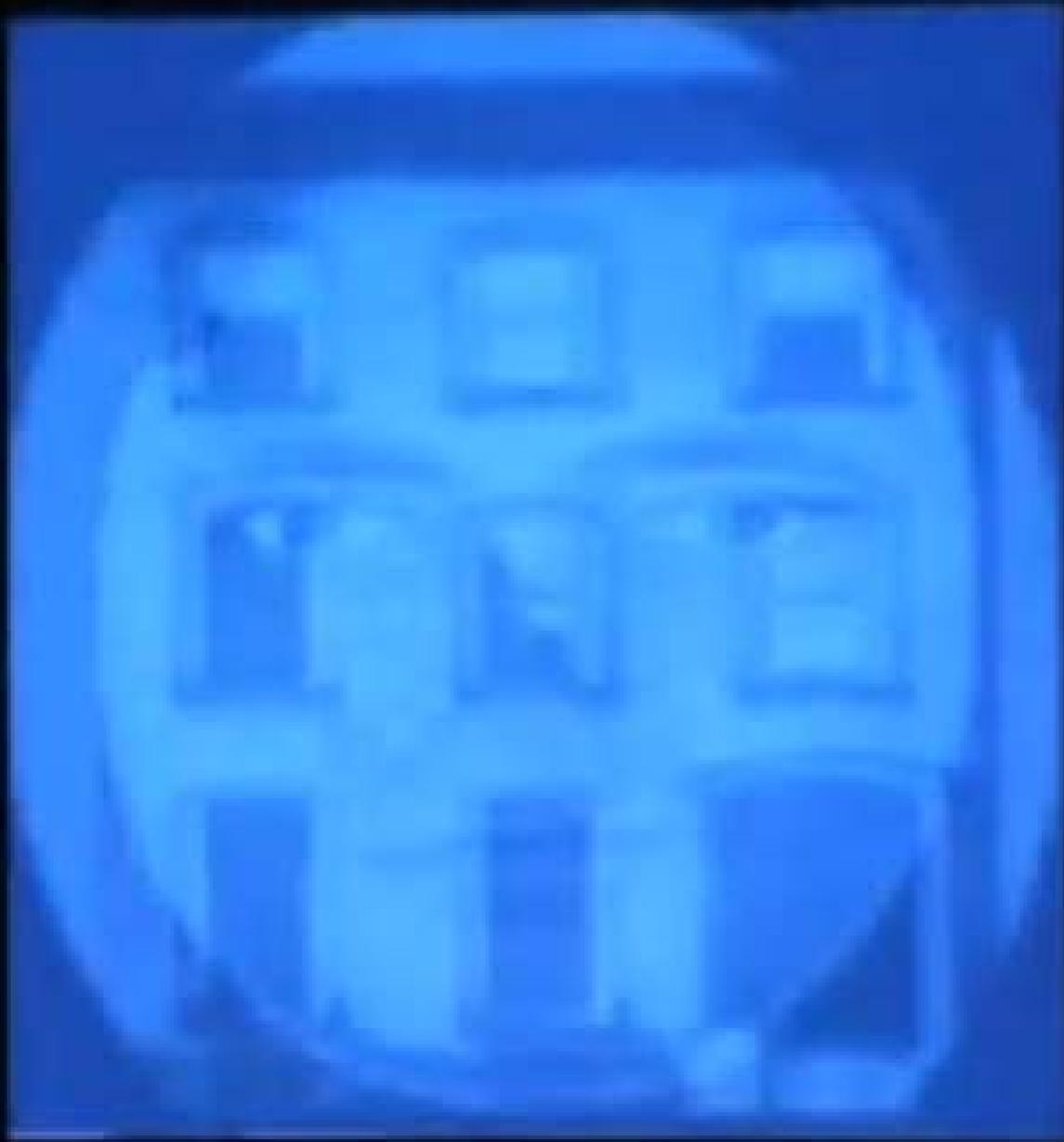
3sat



3 sat



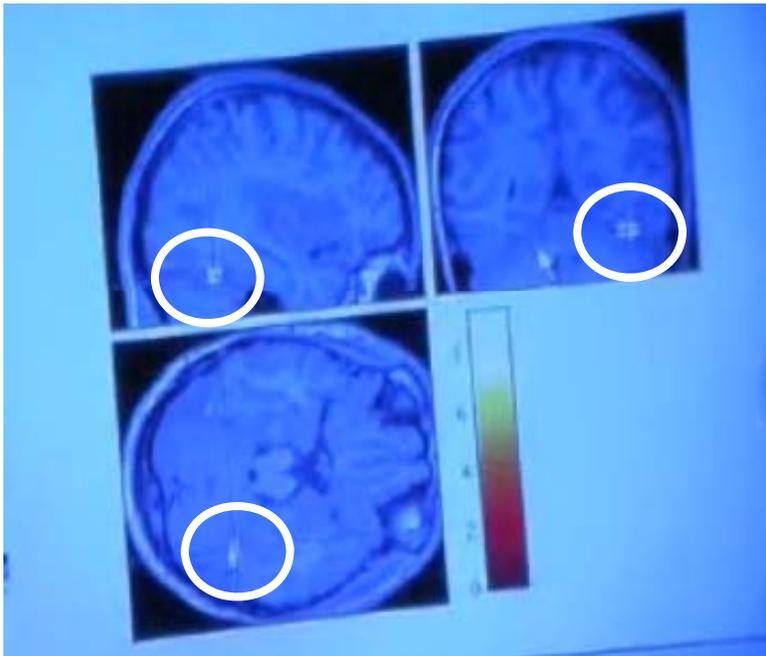
3 sat



3 sat

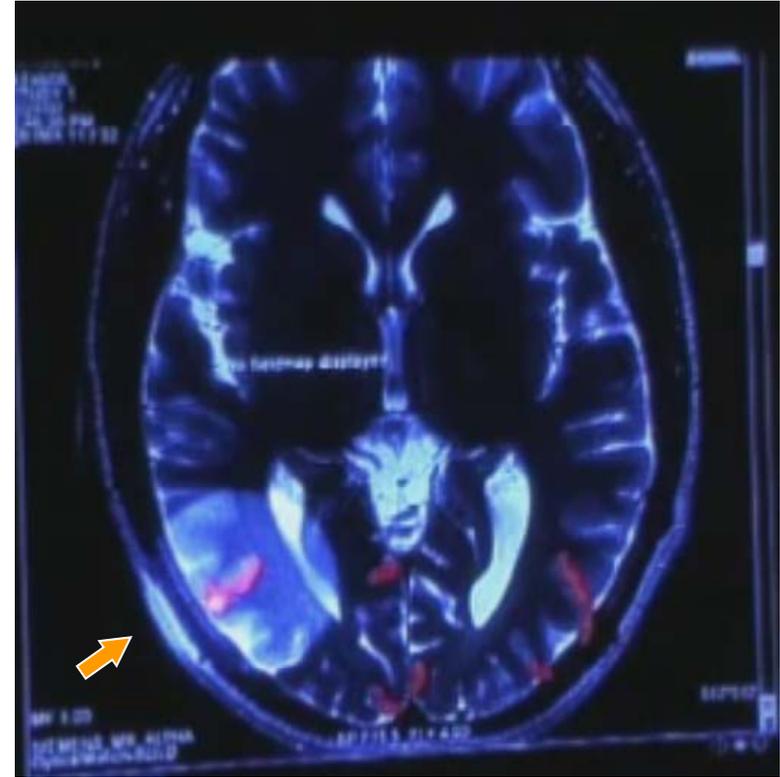


- cada ojo sólo podía ver una imagen, y el cerebro sólo puede ver una de las dos imágenes
- las neuronas *compiten* para imponer una imagen



- *gana* la cara, porque capta más atención durante más tiempo. Se activan unos dos millones de neuronas (áreas señaladas)

*BBP/EPFL. Markram et al., 2009*



- ve un color, números, dibujo en movimiento (*en este caso*) y oye un sonido. La fMRI muestra que está oyendo un sonido. **Sinestesia:** capacidad de asociar distintos sentidos al percibir uno solo de ellos. Conexiones reales entre distintas áreas cerebrales (auditivas y visuales, gusto y olfato...)

(Markram et al., 2009)

# Cajal Blue Brain Project (2008)

12 equipos de investigadores de nuestro país participan en el BBP, agrupados en el **Cajal BBP**, y liderados por:



- Instituto Cajal del CSIC (Dr. Javier De Felipe): Microorganización anatómica y funcional de la columna neocortical de mamíferos



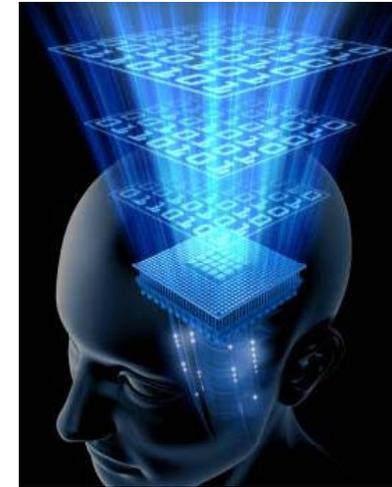
- Universidad Politécnica de Madrid (Dr. José Mª Peña): Desarrollo de la tecnología informática biomédica

# Cajal Blue Brain Project



- crear un modelo funcional de cerebro de mamíferos mediante simulaciones realizadas por ordenador
- cómo se forma, desarrolla y envejece el cerebro
- mecanismos de aprendizaje y mejora de capacidades cognitivas...

# Cajal Blue Brain Project



- ¿cómo integra el cerebro simultáneamente la información procesada en distintas áreas corticales para producir una percepción unificada, continua y coherente?
- ¿cuál es el substrato neuronal que hace que las personas sean *humanas*, distintas a otros mamíferos?







- 1) no se identifica el significado de la imagen
- 2) se hace consciente la realidad
- 3) el recuerdo que se establece, mediante la conexión sináptica, queda almacenado
- 4) el recuerdo deja una huella química en el cerebro, y no se puede dejar de percibir la realidad que hemos grabado

*(CBBP/Ríos, 2009)*



- cuando un área del cerebro se activa, no provoca el nacimiento de nuevas neuronas, sino de **nuevas conexiones**, de acuerdo con la intensidad de los estímulos recibidos
- la neurona produce nuevas ramas con las que hacer conexiones

**“...somos las sinapsis que tenemos”** *(Kandel, 2010)*



**2005: “The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain”** (*Sporns, O., Tononi G., y Köter R. Universidad de Indiana, EE.UU.*)

**2009:** los Institutos Nacionales de Salud de EE.UU. (NIH) presentan el Human Connectome Project.

**Objetivo:** Obtener el mapa sistemático y completo de todas las conexiones del cerebro de un humano adulto y sano, en el año 2015

Review

# The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain

Olaf Sporns\*, Giulio Tononi, Rolf Kötter

- la matriz de la conexión del cerebro humano (el “*conectoma*” humano) es indispensable para la investigación neurobiológica básica y aplicada.
- el Proyecto Conectoma Humano proporcionará las conexiones del cerebro y sus funciones, únicas de la especie humana y únicas en el individuo.

Review

# The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain

Olaf Sporns\*, Giulio Tononi, Rolf Kötter

- el conectoma aumentará la comprensión de cómo aparecen los estados funcionales del cerebro de su sustrato morfológico, y cómo se afectan si el sustrato se altera.
- la misma red estructural puede mantener un amplio rango de estados cognitivos y dinámicos, dependiendo del *input* sensorial, el estado global del cerebro o el aprendizaje.



Review

# The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain

Olaf Sporns\*, Giulio Tononi, Rolf Kötter

- conocer las variantes estructurales específicas (anomalías del desarrollo, traumatismo cerebral, enfermedad degenerativa...) permitirá filiar el daño cerebral y diseñar estrategias de recuperación.
- la estructura de la conectividad es una característica relativamente invariable de nuestra especie.





# Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex

Patric Hagmann<sup>1,2</sup>, Leila Cammoun<sup>2</sup>, Xavier Gigandet<sup>2</sup>, Reto Meuli<sup>1</sup>, Christopher J. Honey<sup>3</sup>, Van J. Wedeen<sup>4</sup>,  
Olaf Sporns<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology, University Hospital Center and [University of Lausanne \(CHUV\)](#), Lausanne, Switzerland, <sup>2</sup> Signal Processing Laboratory (LTS5), [Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne \(EPFL\)](#), Lausanne, Switzerland, <sup>3</sup> Department of Psychological and Brain Sciences, [Indiana University](#), Bloomington, Indiana, United States of America, <sup>4</sup> Martinos Center for Biomedical Imaging, Department of Radiology, [Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School](#), Boston, Massachusetts, United States of America

- las regiones del córtex cerebral humano, funcionalmente especializadas y estructuralmente separadas, están interconectadas por una densa red de vías fibrosas axónicas córtico-corticales

# Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex

Patric Hagmann<sup>1,2</sup>, Leila Cammoun<sup>2</sup>, Xavier Gigandet<sup>2</sup>, Reto Meuli<sup>1</sup>, Christopher J. Honey<sup>3</sup>, Van J. Wedeen<sup>4</sup>,  
Olaf Sporns<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology, University Hospital Center and University of Lausanne (CHUV), Lausanne, Switzerland, <sup>2</sup> Signal Processing Laboratory (LTS5), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland, <sup>3</sup> Department of Psychological and Brain Sciences, Indiana University, Bloomington, Indiana, United States of America, <sup>4</sup> Martinos Center for Biomedical Imaging, Department of Radiology, Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, United States of America

- los análisis de redes se realizaron para matrices de conexión de alta-resolución (998 *regiones de interés*, con un tamaño promedio de 1,5 cm<sup>2</sup>) y matrices de conexión regionales (66 subregiones anatómicas) que cubrían toda la corteza cerebral.



# Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex

Patric Hagmann<sup>1,2</sup>, Leila Cammoun<sup>2</sup>, Xavier Gigandet<sup>2</sup>, Reto Meuli<sup>1</sup>, Christopher J. Honey<sup>3</sup>, Van J. Wedeen<sup>4</sup>,  
Olaf Sporns<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology, University Hospital Center and University of Lausanne (CHUV), Lausanne, Switzerland, <sup>2</sup> Signal Processing Laboratory (LTS5), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland, <sup>3</sup> Department of Psychological and Brain Sciences, Indiana University, Bloomington, Indiana, United States of America, <sup>4</sup> Martinos Center for Biomedical Imaging, Department of Radiology, Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, United States of America

- utilizando técnicas actuales (fMRI, DSI, tractografía, análisis con ordenador) se ha hallado regiones centrales del córtex muy conectadas, que forman un **núcleo estructural** del cerebro humano.



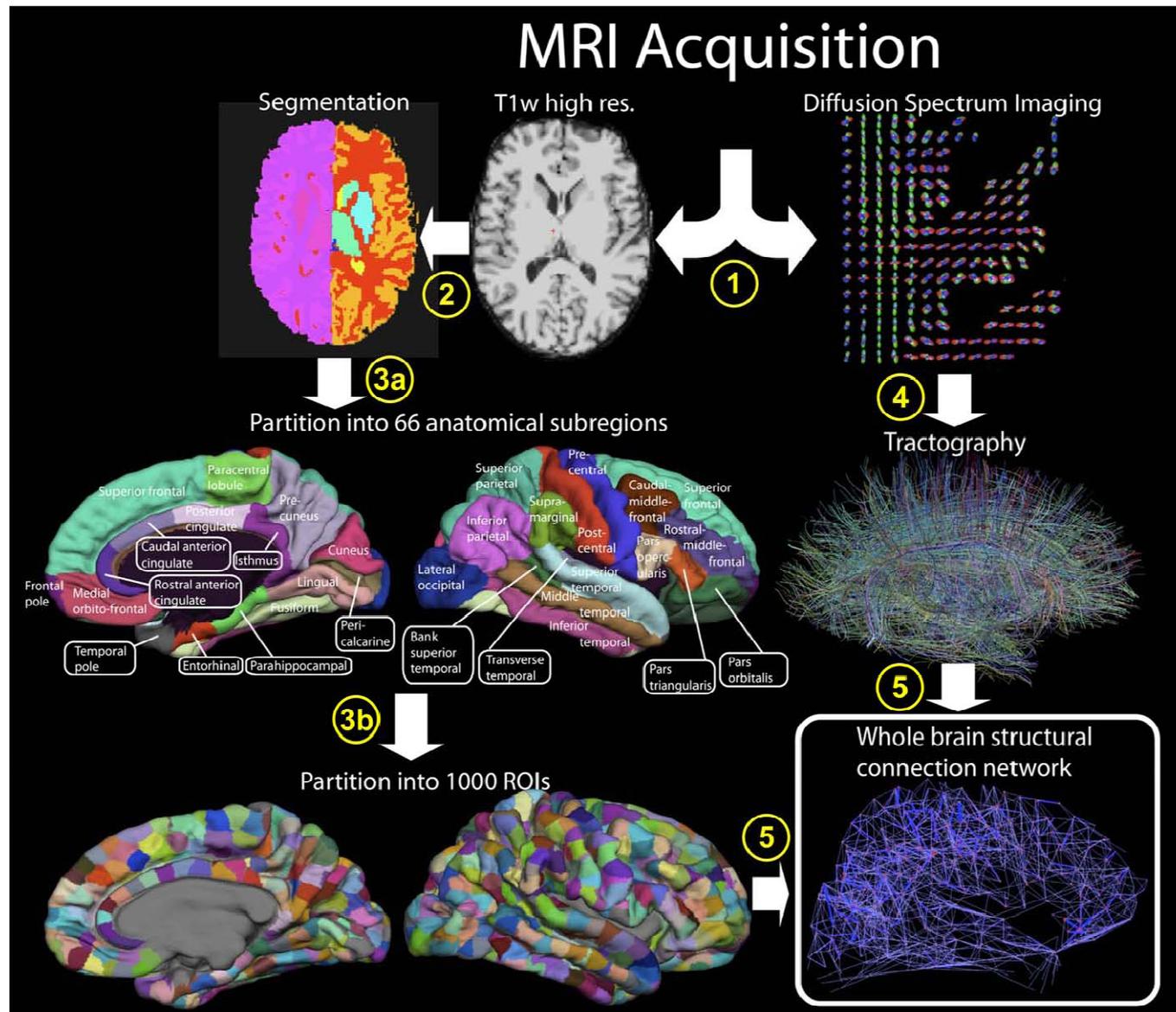
# Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex

Patric Hagmann<sup>1,2</sup>, Leila Cammoun<sup>2</sup>, Xavier Gigandet<sup>2</sup>, Reto Meuli<sup>1</sup>, Christopher J. Honey<sup>3</sup>, Van J. Wedeen<sup>4</sup>,  
Olaf Sporns<sup>3\*</sup>

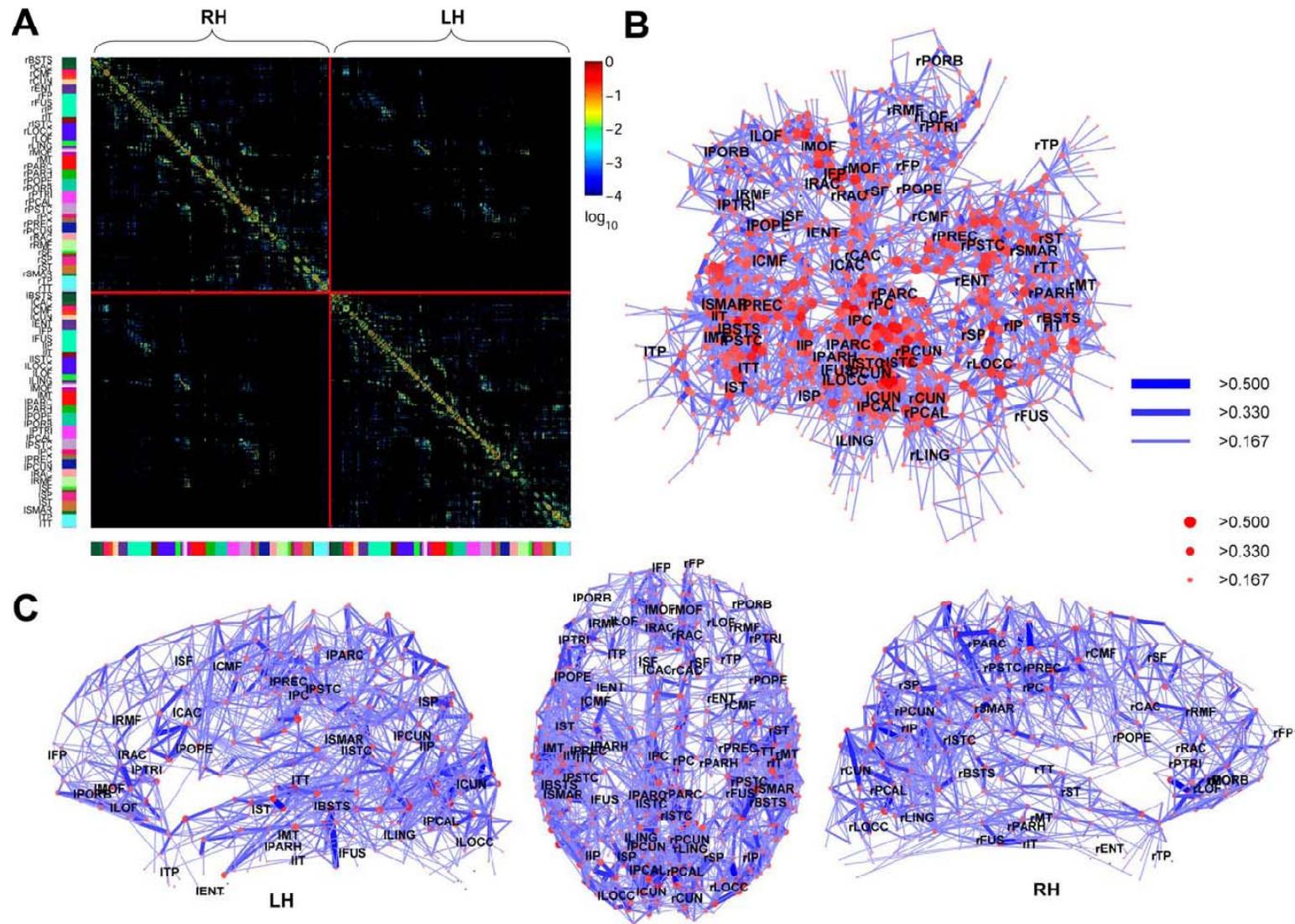
<sup>1</sup> Department of Radiology, University Hospital Center and University of Lausanne (CHUV), Lausanne, Switzerland, <sup>2</sup> Signal Processing Laboratory (LTS5), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland, <sup>3</sup> Department of Psychological and Brain Sciences, Indiana University, Bloomington, Indiana, United States of America, <sup>4</sup> Martinos Center for Biomedical Imaging, Department of Radiology, Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, United States of America

- los componentes clave de ese **núcleo estructural** son partes del córtex medial posterior, que están altamente activadas en reposo, y que puede tener un papel clave en integrar la información de todas las regiones cerebrales, funcionalmente separadas.

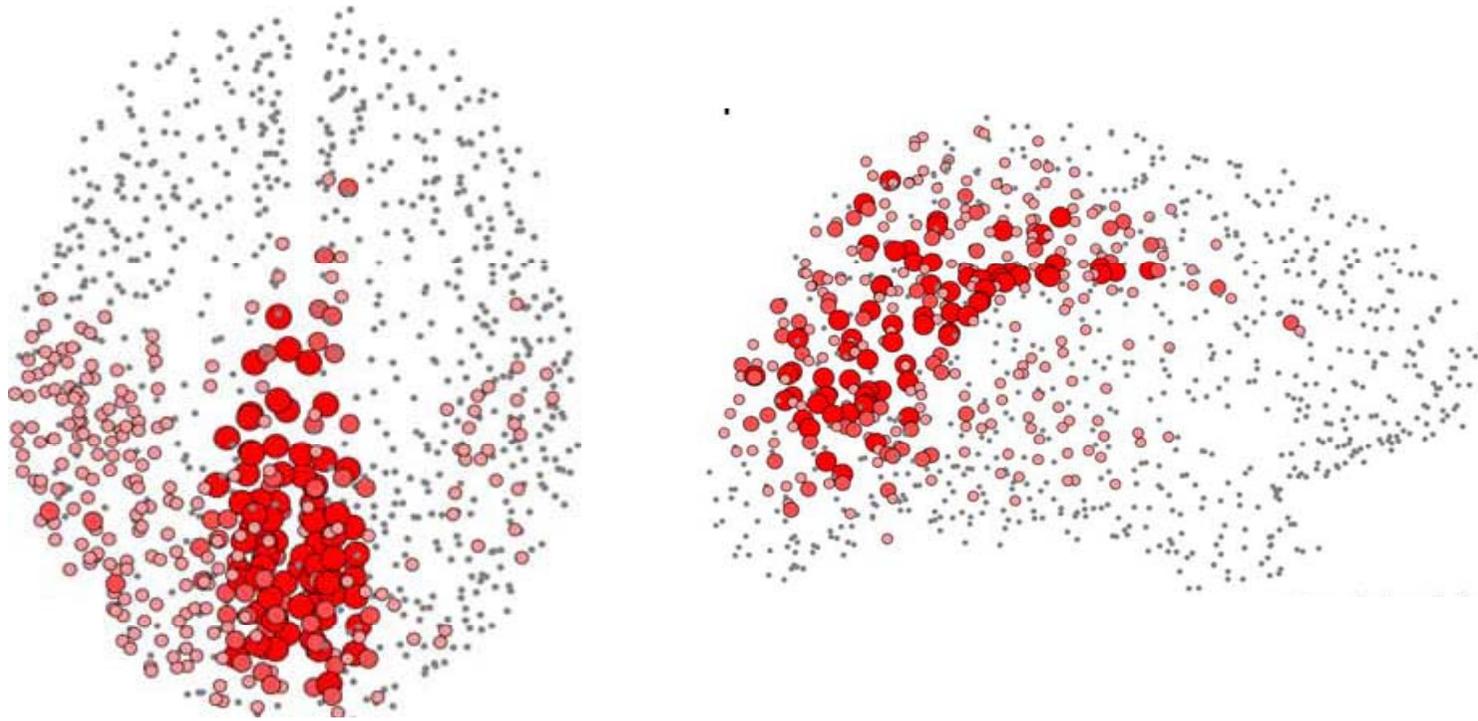




Red de conectividad estructural del cerebro completo



Matriz de conexión de alta-resolución, trazado de redes y conectividad principal



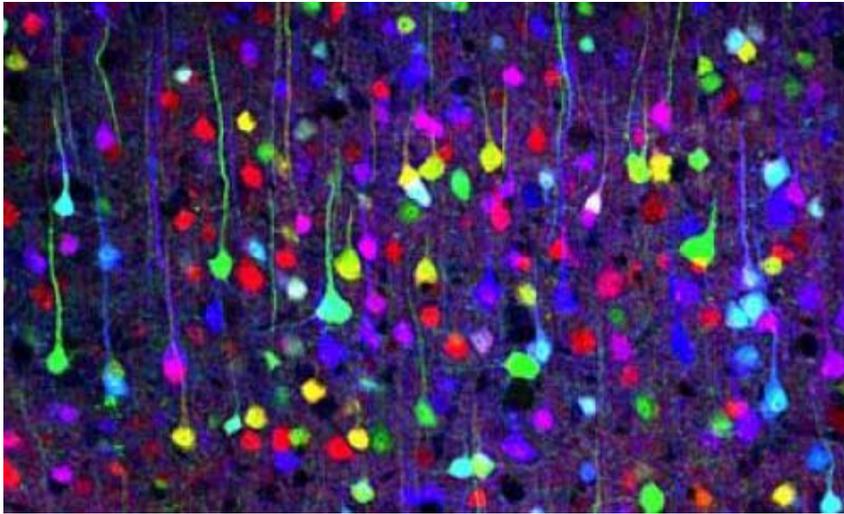
- las regiones parietales y mediales posteriores del córtex son el **núcleo central de la conectividad**, donde confluyen más vías de comunicación procedentes del resto del cerebro. Presenta un alto consumo de energía, mayor activación en reposo, y desactivación durante tareas dirigidas a un objetivo.



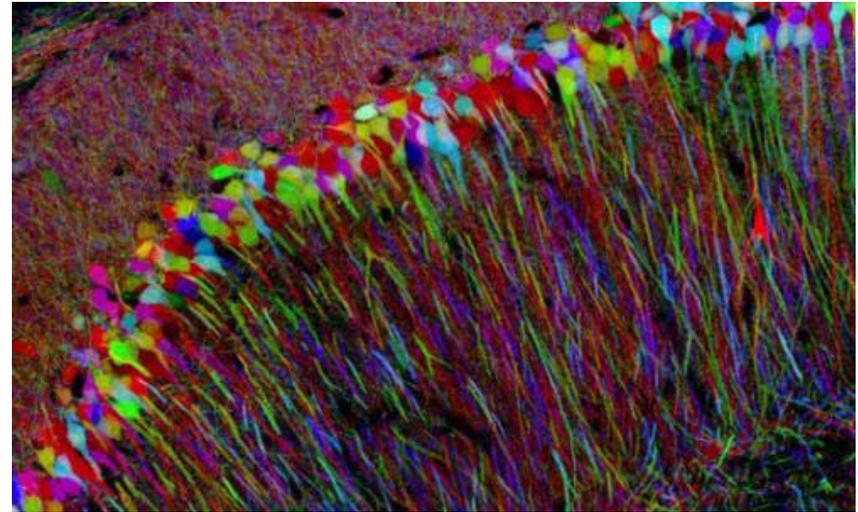
## Connectome Project Harvard (USA)

**2005:** Jeff Lichtman y el Center for Brain Science

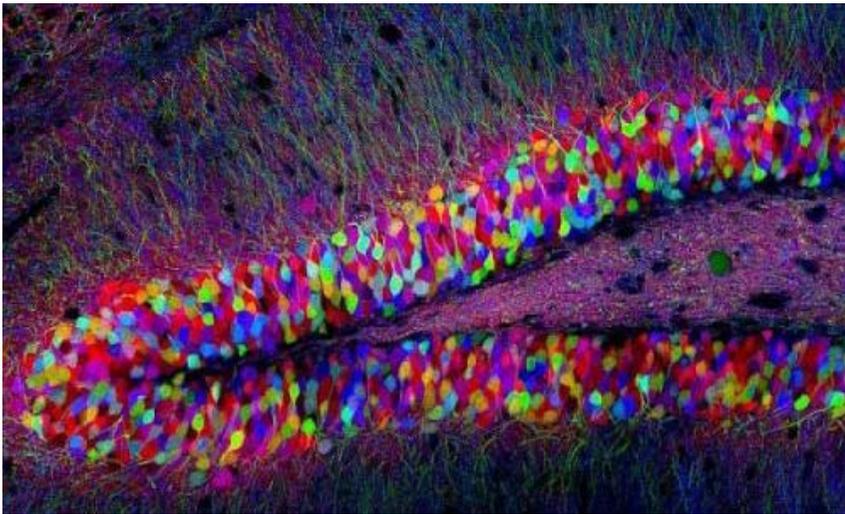
- **Objetivo:** comprender los circuitos neurales (estructura, funciones y cómo cambian durante el desarrollo, la vejez y la enfermedad)
- Método genético que etiqueta a cada neurona con un color diferente para identificar y rastrear la trayectoria de sus axones y dendritas en distancias largas, *en ratones transgénicos*.



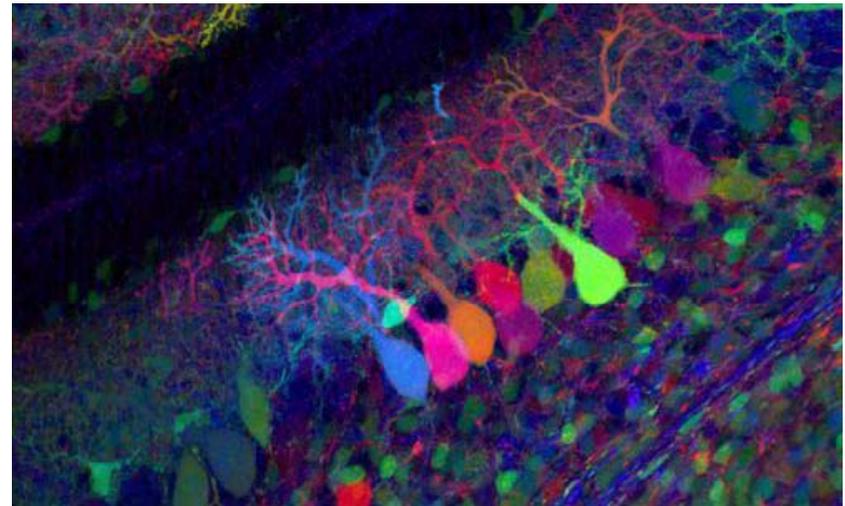
córtex



hipocampo CA1



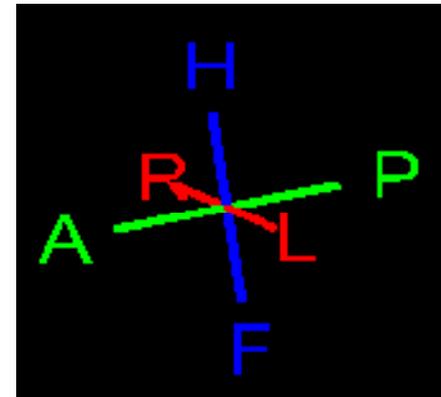
circunvolución dentada

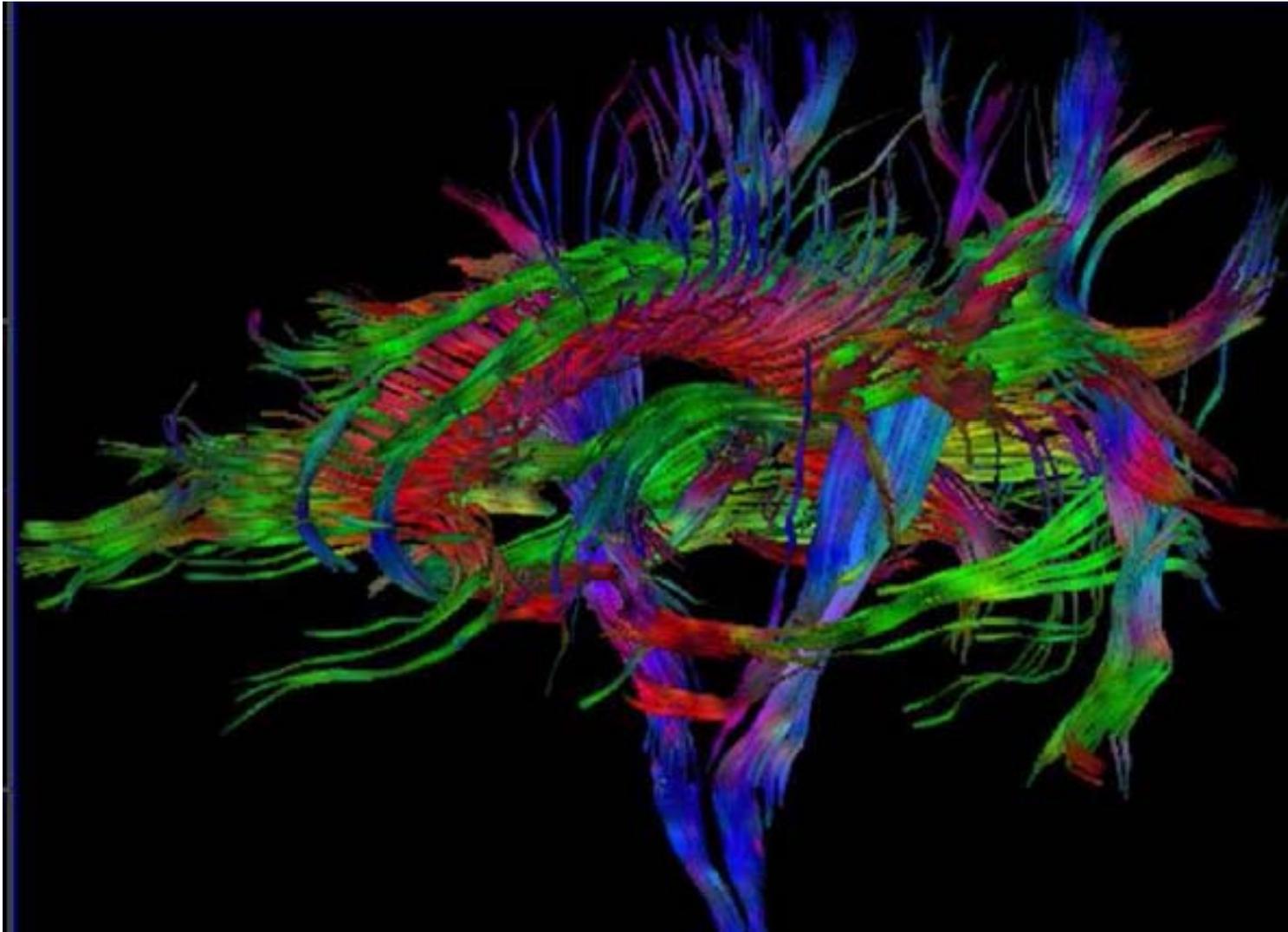


cel. Purkinje

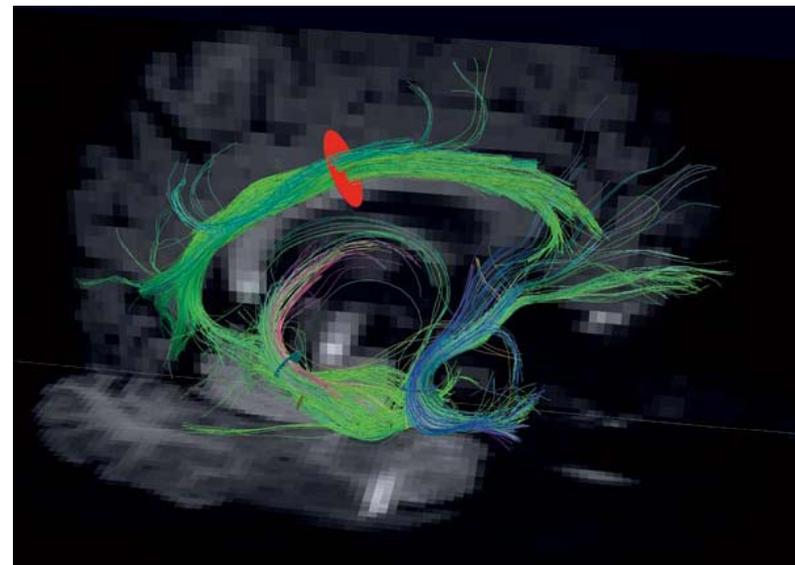
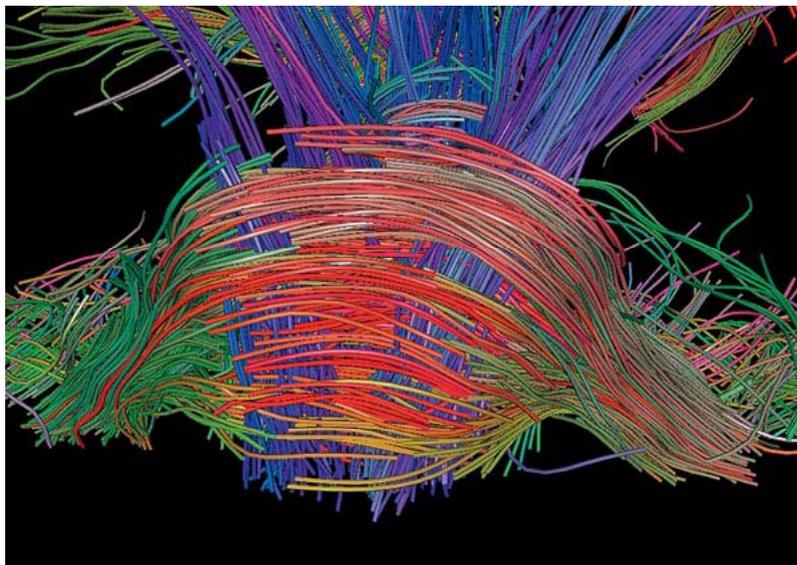
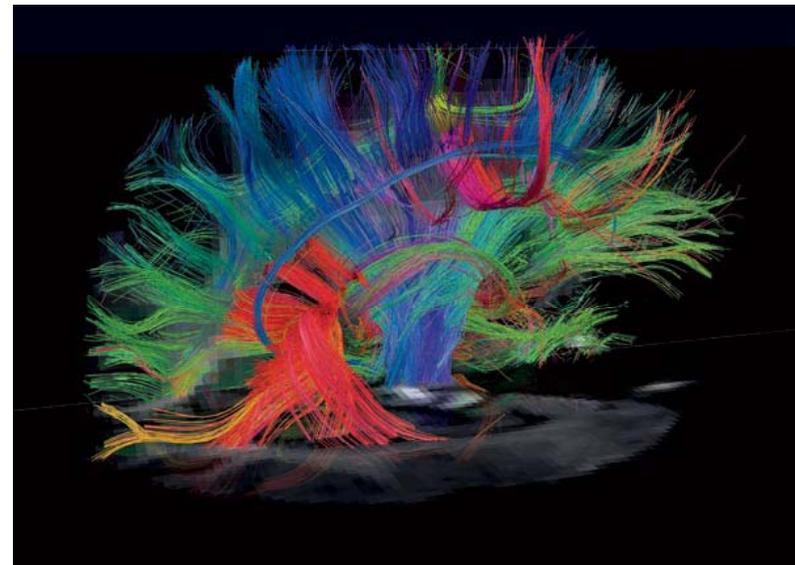
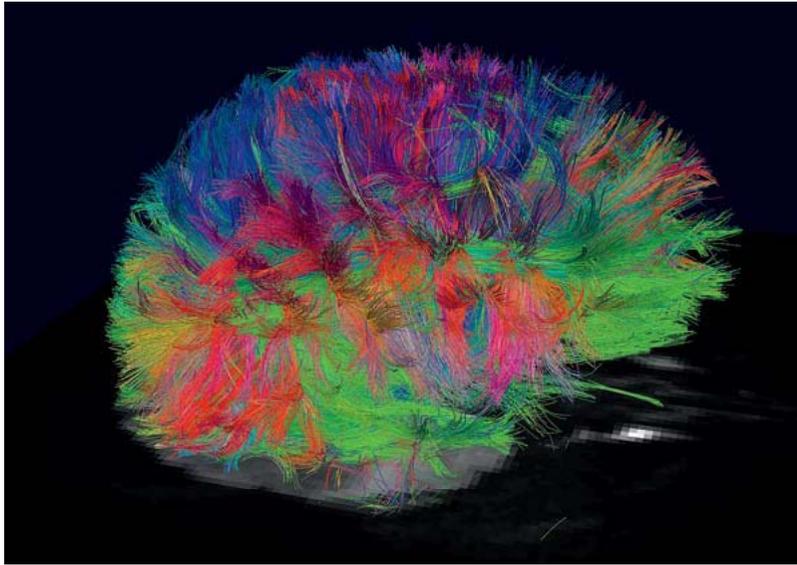
# Tractografía

- método rápido, no-invasivo, para estudiar la integridad y orientación de los *tractos* (vías) nerviosos de la sustancia blanca en sujetos sanos y enfermos, “in vivo”, mediante MRI con tensores de difusión (DT-MRI)
- orientación predominante en un sistema de coordenadas tridimensional: **rojo** (eje X), **verde** (eje Y) y **azul** (eje Z)



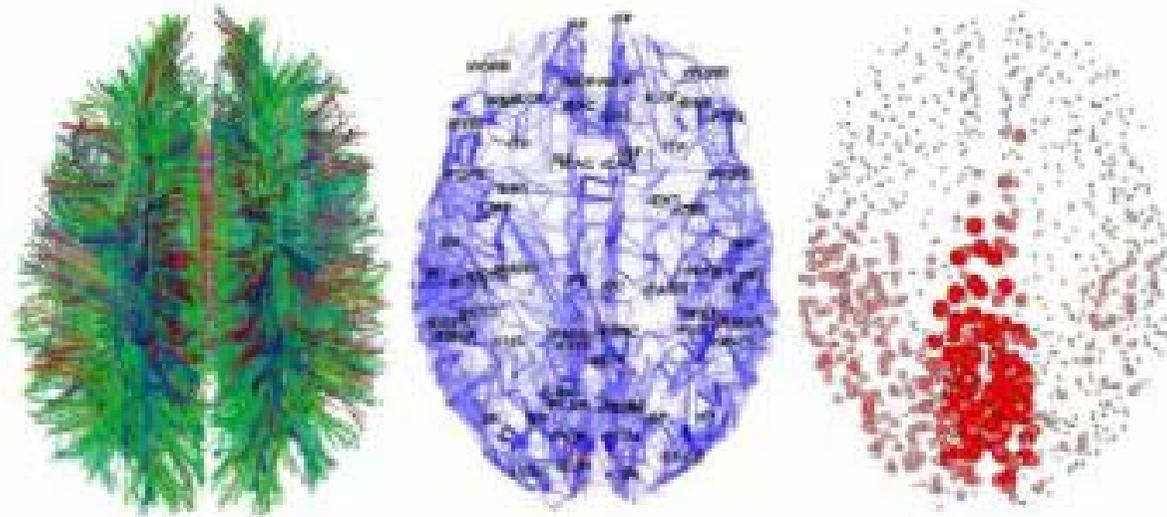


Principales vías nerviosas  
Fibras comisurales (**rojo**), de asociación (**verde**) y de proyección (**azul**)



Representación en 3D de trayectorias de haces y fascículos largos en humanos *in vivo* (Tractografía/MRI-f-DT)

# Predicción del estado mental *(Hanson et. al , 2010)*

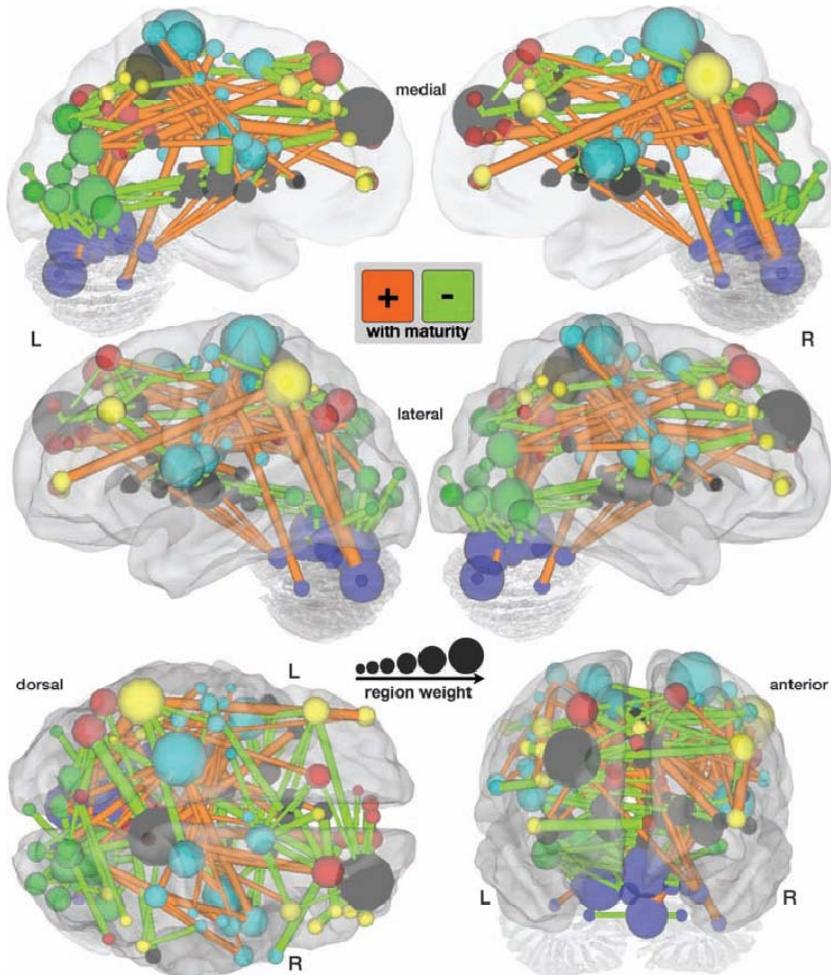


- el cerebro percibe la información antes de que la persona sea consciente de ello (fMRI)
- en una tarea de procesamiento no se implica sólo un área cerebral específica, sino que se conectan muchas y distintas
- el cerebro ordena y reordena las conexiones, según la tarea a realizar (flexibilidad/plasticidad); pero, ¿cómo se conectan?

*(\* imágenes de Hagmann et al., 2008)*

# Predicción de maduración del cerebro (fMRI)

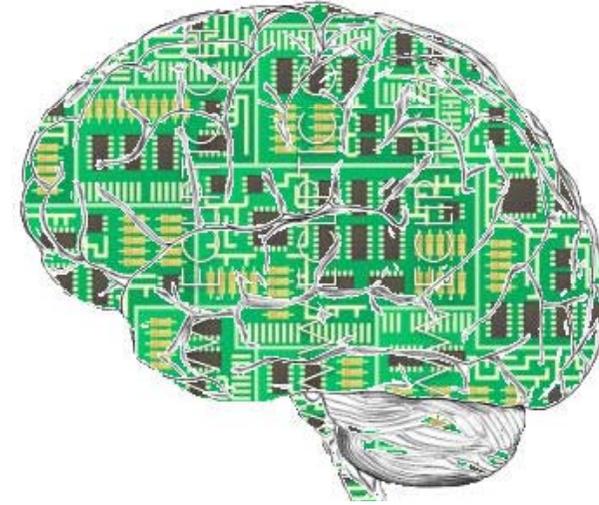
(Dosenbach et al., 2010)



- las redes de las conexiones cerebrales se desarrollan y cambian con la edad
- niño/a tiene redes neuronales más cortas que unen regiones cerebrales próximas

---

**verde:** conexiones cortas; **naranja:** largas; **círculos:** 160 áreas de interés; **tamaño círculo:** fuerza; **color:** función (memoria, movimiento...)



- **índice de maduración de la conectividad**
- **evolución normal:** disminución de las conexiones funcionales cortas y aumento de las largas
- **anormal:** las áreas cerebrales quedan separadas sin conexiones (sin integración) con las demás
- estudiar **trastornos del desarrollo** y enf. neuropsiquiátricas de inicio en la infancia, y otras.

# Development of Large-Scale Functional Brain Networks in Children

Kaustubh Supekar<sup>1,2\*</sup>, Mark Musen<sup>2</sup>, Vinod Menon<sup>3,4\*</sup>

- el desarrollo de la conectividad interregional se caracteriza por la reducción de la conectividad funcional de rango-corto y el aumento de rango-largo.
- el proceso de la hiperconectividad seguida de la poda renueva el cableado de la conectividad neuronal, y también reconfigura la conectividad subcortical y paralímbica en el cerebro en desarrollo

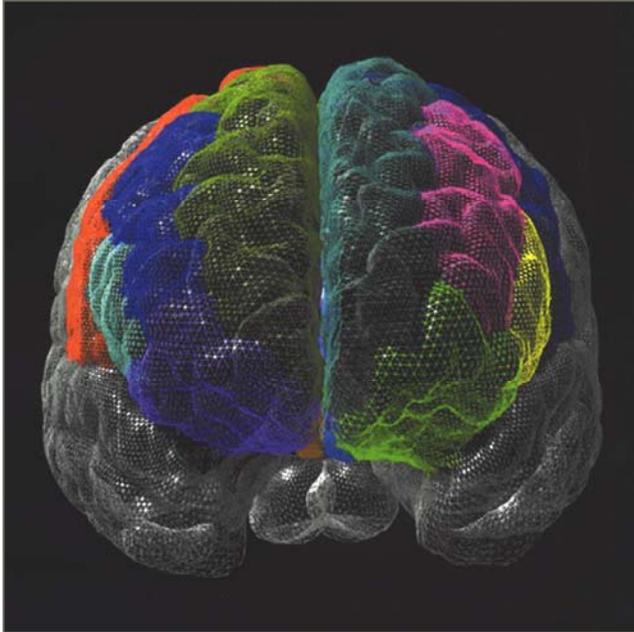


# Development of Large-Scale Functional Brain Networks in Children

Kaustubh Supekar<sup>1,2\*</sup>, Mark Musen<sup>2</sup>, Vinod Menon<sup>3,4\*</sup>

- la alteración de la organización cerebral normal de escala-larga en humanos subyace en varios trastornos conductuales
- la alteración de la conectividad entre regiones cerebrales concretas es clave para la patología específica de los TEA

# Teoría de la hipoconectividad



“El autismo es un sistema complejo de trastornos interrelacionados que impiden la coordinación, la sincronización y la

integración entre las diferentes áreas cerebrales. No es una, sino múltiples alteraciones cerebrales.” *(Just et al., 2004)*

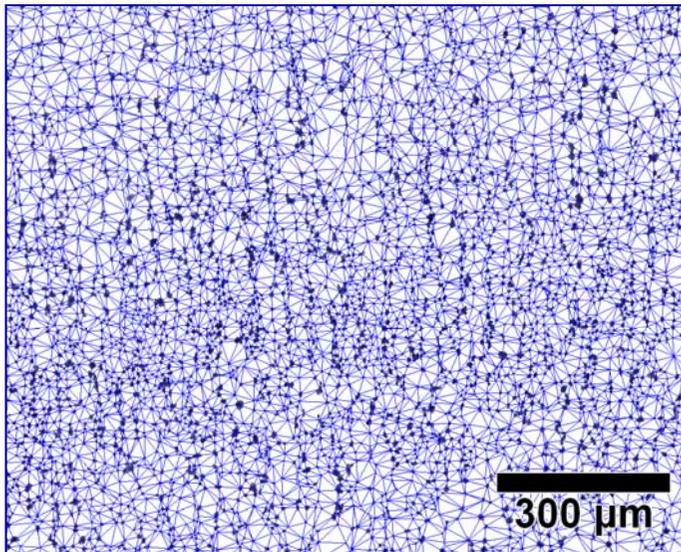
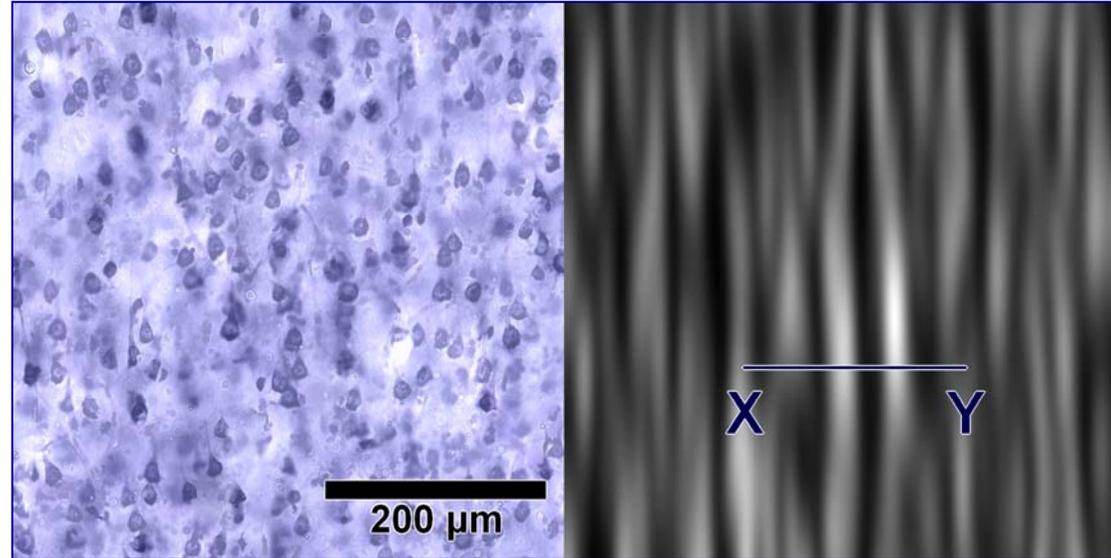
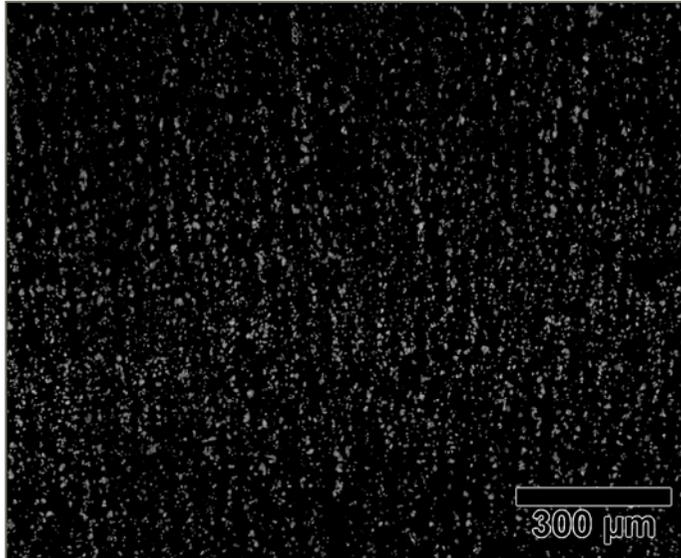
- la teoría de la *hipoconectividad* justificaría las alteraciones en lenguaje, interacción social recíproca, reconocimiento de expresiones faciales, reciprocidad socio-emocional...
- también la *paradoja* del autismo: habilidades *superiores* en tareas localizadas (*“islas del genio”*)

---

**Autism and genius: is there a link?  
The involvement of central brain loops and  
hypotheses for functional testing**

Marianna Boso, MD, Enzo Emmanuele, MD, Francesca Prestori, PhD, et al.

Functional Neurology 2010; 25(1): 15-20



las anomalías en las minicolumnas y sus conexiones de personas con autismo favorecen la integración de la información **dentro de un área concreta**, pero dificultan o impiden la conectividad entre áreas y hemisferios.

*(Casanova et al., 2006)*

## High-density SNP association study and copy number variation analysis of the *AUTS1* and *AUTS5* loci implicate the *IMMP2L–DOCK4* gene region in autism susceptibility

E Maestrini<sup>1,11</sup>, AT Pagnamenta<sup>2,11</sup>, JA Lamb<sup>2,3,11</sup>, E Bacchelli<sup>1</sup>, NH Sykes<sup>2</sup>, I Sousa<sup>2</sup>, C Toma<sup>1</sup>, G Barnby<sup>2</sup>, H Butler<sup>2</sup>, L Winchester<sup>2</sup>, TS Scerri<sup>2</sup>, F Minopoli<sup>1</sup>, J Reichert<sup>4</sup>, G Cai<sup>4</sup>, JD Buxbaum<sup>4</sup>,  
C M

doi:10.1038/nature07999

nature

## Common genetic variants on 5p14.1 associate with autism spectrum disorders

Kai Wang<sup>1\*</sup>, Haitao Zhang<sup>1\*</sup>, Deqiong Ma<sup>2\*</sup>, Maja Bucan<sup>3</sup>, Joseph T. Glessner<sup>1</sup>, Brett S. Abrahams<sup>4</sup>,  
Daria Salyakina<sup>2</sup>, Marcin Imielinski<sup>1</sup>, Jonathan P. Bradfield<sup>1</sup>, Patrick M. A. Sleiman<sup>1</sup>, Cecilia E. Kim<sup>1</sup>, Cuiping Hou<sup>1</sup>,  
D

## Functional impact of global rare copy number variation in autism spectrum disorders

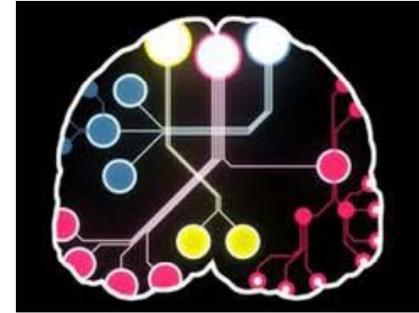
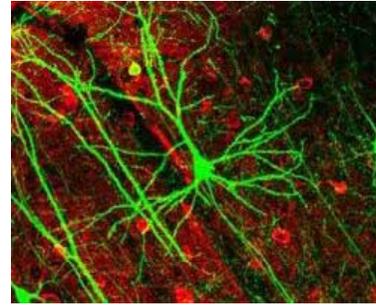
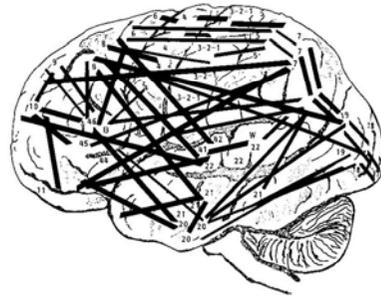
Dalila Pinto, Alistair T. Pagnamenta, Lambertus Klei, Richard Anney, Daniele Merico, Regina Regan, Judith Conroy, Tiago R. Magalhaes, Catarina Correia, Brett S. Abrahams, Joana Almeida, Elena Bacchelli, Gary D. Bader, Anthony J. Bailey, Gillian Baird, Agatino Battaglia, Tom Berney, Nadia Bolshakova, Sven Bölte, Patrick F. Bolton, Thomas Bourgeron, Sean Brennan, Jessica Brian, Susan E. Bryson, Andrew R. Carson, et al.

Nature 466, 368–372 (15 July 2010)

De los más de 400 genes candidatos relacionados con la etiología del autismo, han sido replicados:

- **CDH9/CDH10 en 5p14.1** (*Wang et al., 2009*)
- **IMMP2L-DOCK4 en 7q21.3-q23** (*Maestrani et al., 2009*)
- **SHANK2, SYNGAPI, DLGAP2, y el locus DDX53-PTCHD1 (ligado al X)** (*Pinto et al., 2010*)

(variaciones múltiples del número de copias genéticas, asociación de SNP de alta-densidad...)



- **precisamente, estos genes están implicados en modelar la conectividad** funcional y estructural de regiones cerebrales encargadas de asociaciones.
- su ausencia y/o disfunción causan manifestaciones clínicas típicas de TEAs, lo que indica la existencia de un **síndrome de desconexión neuronal**.

*(Just et al.,2004; Casanova et al.,2006; Klinhans at al., 2008; Supekard et al., 2009; Dosenbach et al., 2010; Pinto et al., 2010 Sahin et al., 2010...)*

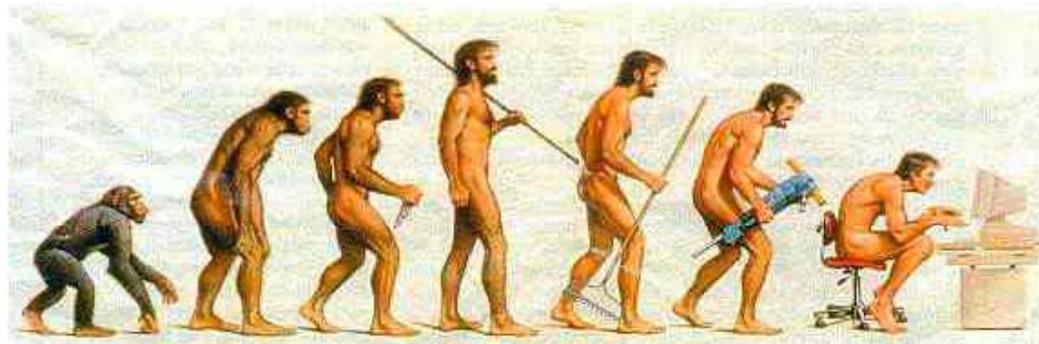
# Conclusiones

**Cuando se identifiquen todas las interconexiones neuronales se podrá saber cómo:**

- se originan los trastornos y enfermedades mentales y neurológicas
- aumentar y mejorar el funcionamiento cerebral
- realizar diagnósticos tempranos precisos
- instaurar tratamientos eficaces
- **y, lo más esperanzador, garantizar la prevención**

**... y, sobre todo,**

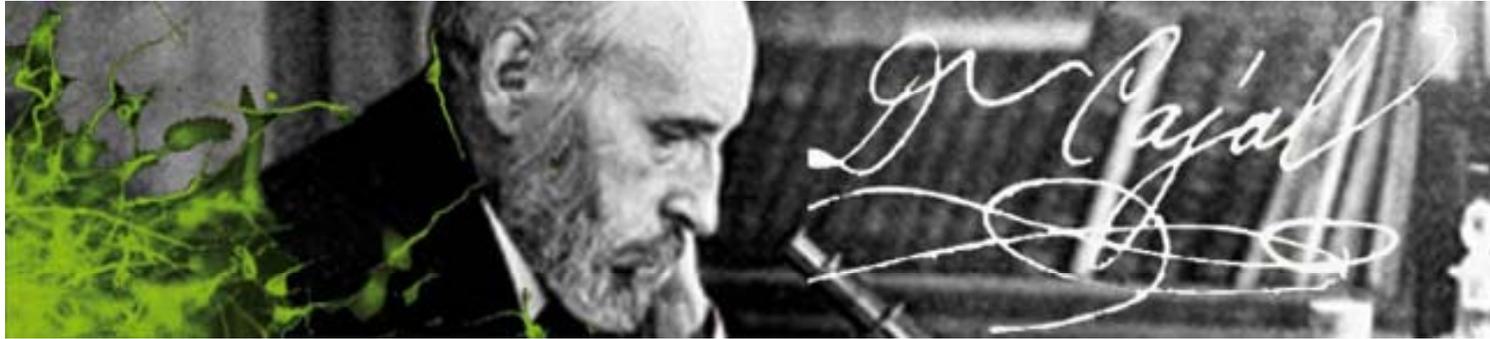
- cómo se forma, desarrolla y envejece el cerebro
- cómo los impulsos eléctricos llegan a convertirse en pensamientos, recuerdos, creencias, amor, sensaciones, sentimientos, mentiras...
- qué es la conciencia humana
- **en definitiva, qué es lo que nos hace humanos**





“Nuestro cerebro es un órgano construido para modificarse en respuesta a las experiencias.”

*Richard Davidson (2007)*

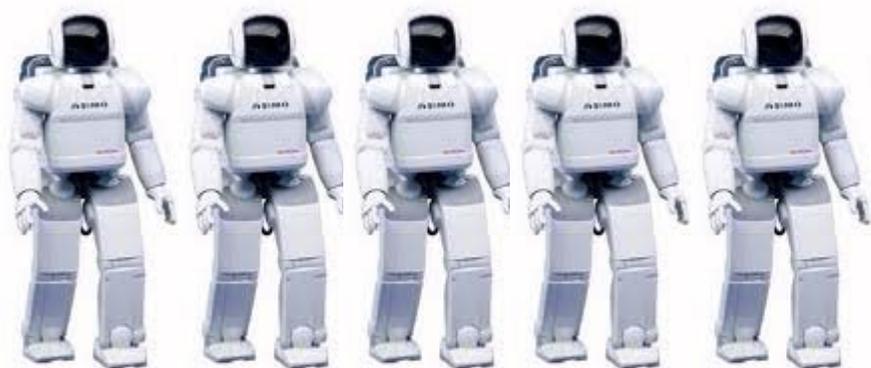


- “la arquitectura cortical no es una estructura fija...
- “la corteza cerebral ha conservado su plasticidad de crecimiento y su fuerza de diferenciación...
- “el órgano del pensamiento (cerebro) es maleable y susceptible de perfección...
- **“... para acomodarse a la influencia del medio (padres, maestros, libros, consejos, ambiente físico, etc.)”**

Estoy pensando cómo  
serán las próximas  
Juntas Directivas de  
AETAPI y sus nuevos  
socios/as ... y sí no,  
al tiempo.



# *Junta Directiva*



*y*



*socias*

*socios*

**Muchas gracias  
¡¡¡Adiós!!!**

