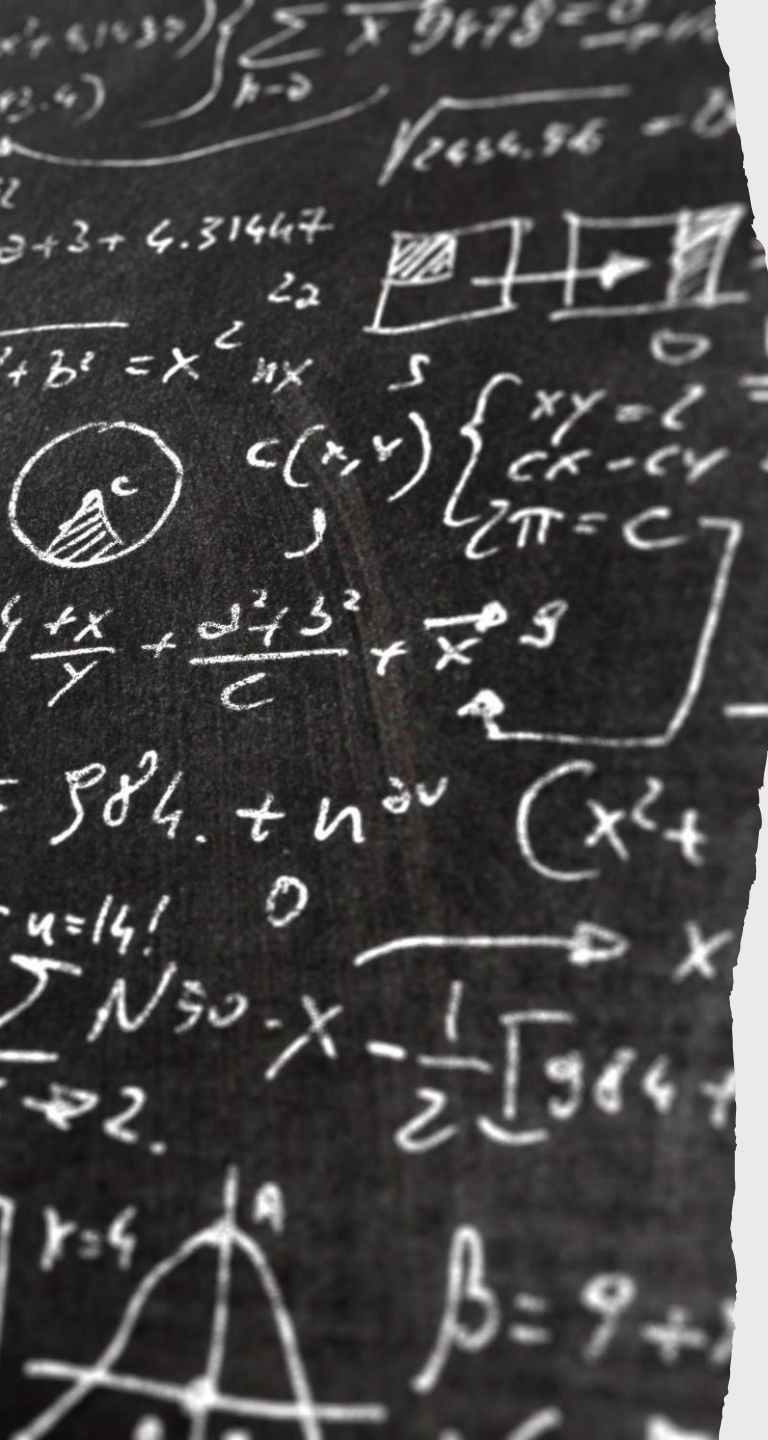


# Neurociência e Altas habilidades

Jaderson Costa da Costa, MD, PhD



- Superdotados retêm e “monitoram” mais conhecimento em *memórias de curto prazo* ou *espaços mentais*, para o domínio ou domínios em que são dotados (Hermelin & O’Connor, 1986).
  - “Reserva” do talento/habilidade no espaço mental
- A compreensão/entendimento é organizado de forma hierárquica com mais características de um especialista do que de um novato.
  - Organização em camadas?
- Apresentam padrões subjetivos e regras pessoais para a informação e organizam suas redes de significado, forma que pode ser descrita como uma compreensão de ‘especialista +’ (Munro, 2013a).
  - Acesso e analogias

**Espaço Mental**  
**Memória**

**Organização**  
**Hierárquica**

**Rede de**  
**Significados**  
**Analogias**



Alunos de alta habilidade geram essa compreensão em parte através de estratégias de pensamento de nível superior e mais complexas, que diferem daquelas usadas pelos alunos médios (*Muir-Broaddus, 1995*).



Eles gerenciam e direcionam melhor suas atividades, estabelecem metas de aprendizagem, planejam, ensaiam, autoavaliam, e persistem em tarefas difíceis (*Alexander, 1996; Alexander, Carr & Schwanenflugel, 1995*).



Diante de uma tarefa desconhecida, utilizam estratégias de forma mais eficiente e aprendem novas estratégias com mais facilidade (*Annevirta & Vauras, 2001; Schwanenflugel, Stevens & Carr, 1997*).



Frequentemente operam “intuitivamente” e desenvolvem teorias pessoais de inteligência (*Hsueh, 1997*).

**Estratégia de Pensamento  
+ Complexo**

**Gerenciamento, Foco e Persistência**

**Estratégia de Ação diante  
de Dificuldades**

**Intuição  
Teorias pessoais**

# Altas habilidades/superdotação

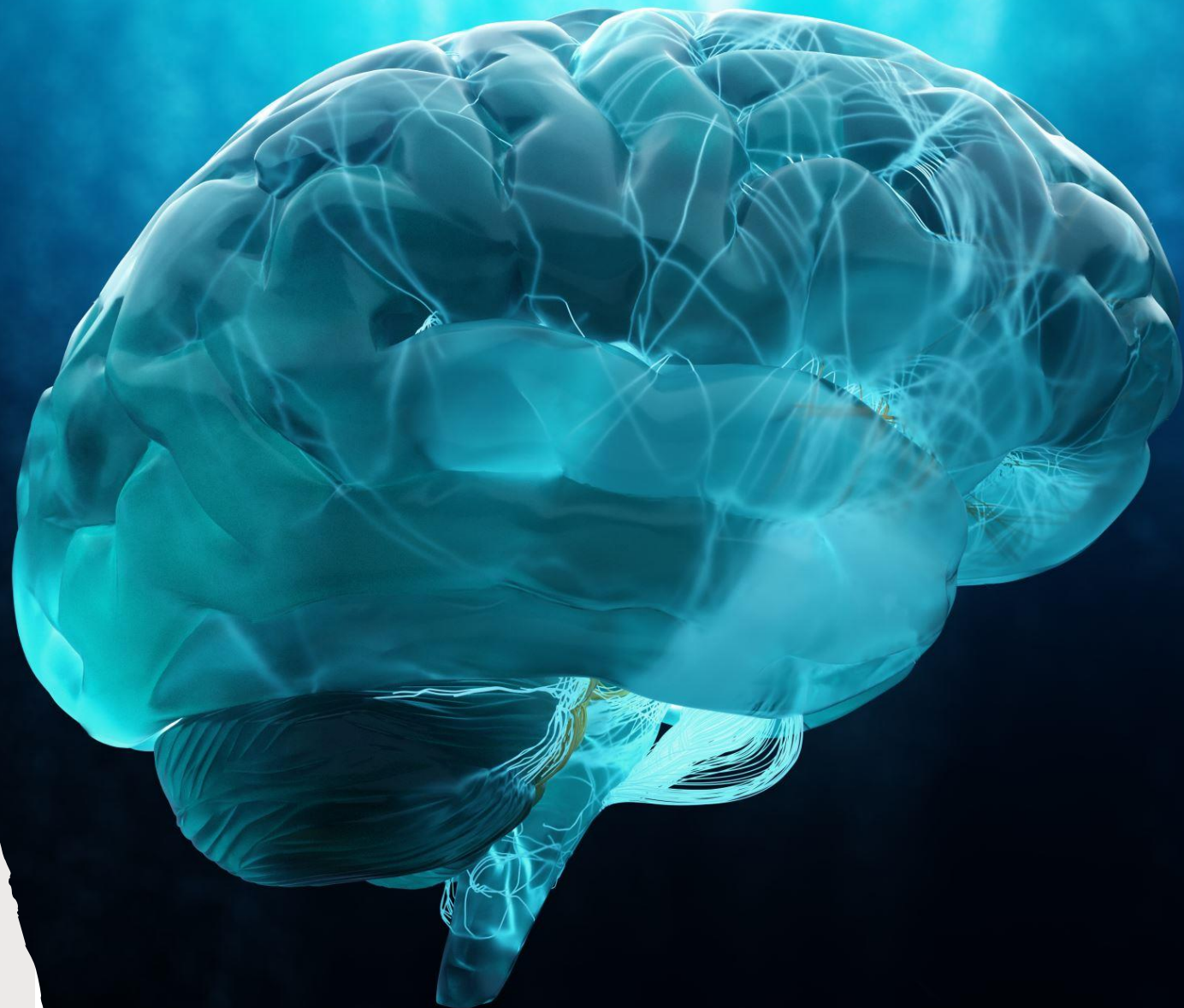
## Os Três anéis – *Joseph Renzulli (2004)*



- a) Habilidade acima da média;
- b) Envolvimento com a tarefa;
- c) Criatividade



Como a neurociência  
pode nos ajudar a  
entender como os  
superdotados e  
talentosos aprendem ?

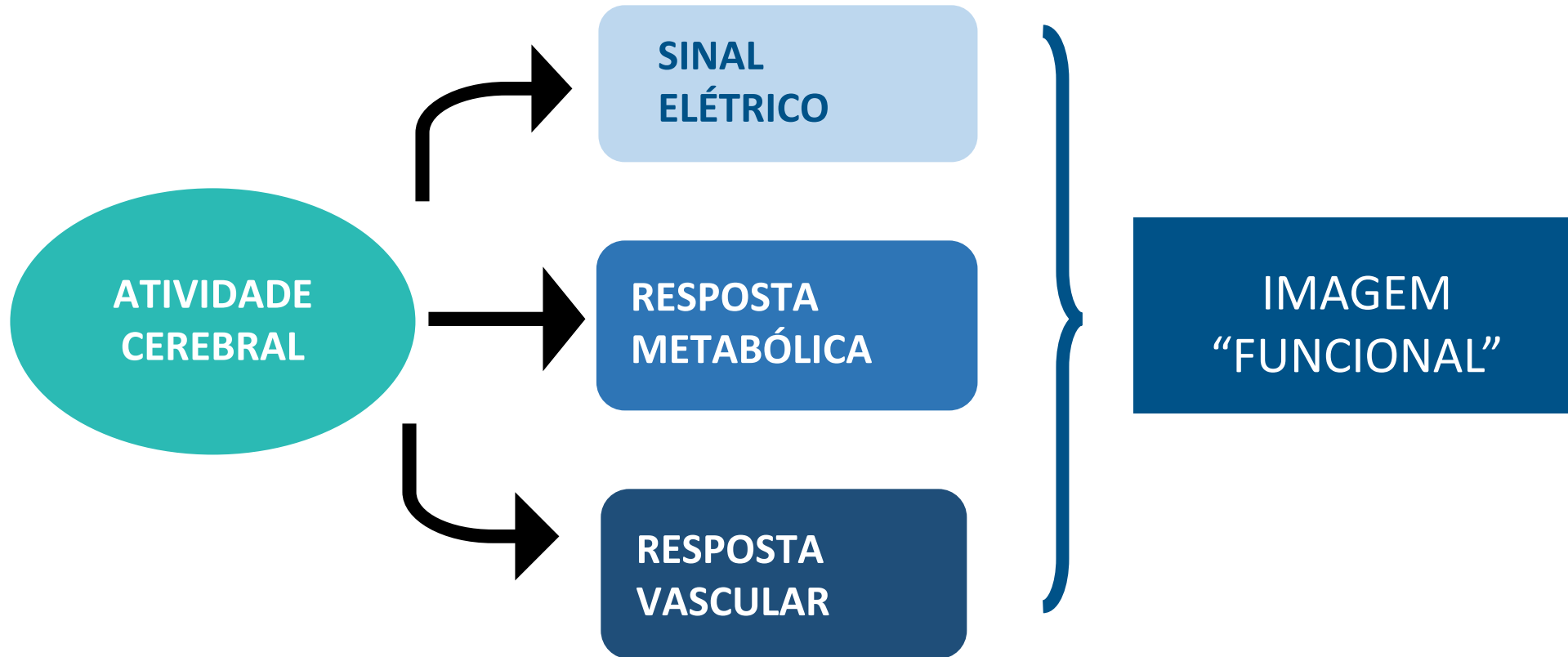






# Leitura da mente

## Como ler o Processamento Cerebral?



Eletro-magneto-fisiológicos (EEG, MEG)

Metabólicos/Vasculares (PET, SPECT, fMRI, fNIRS)



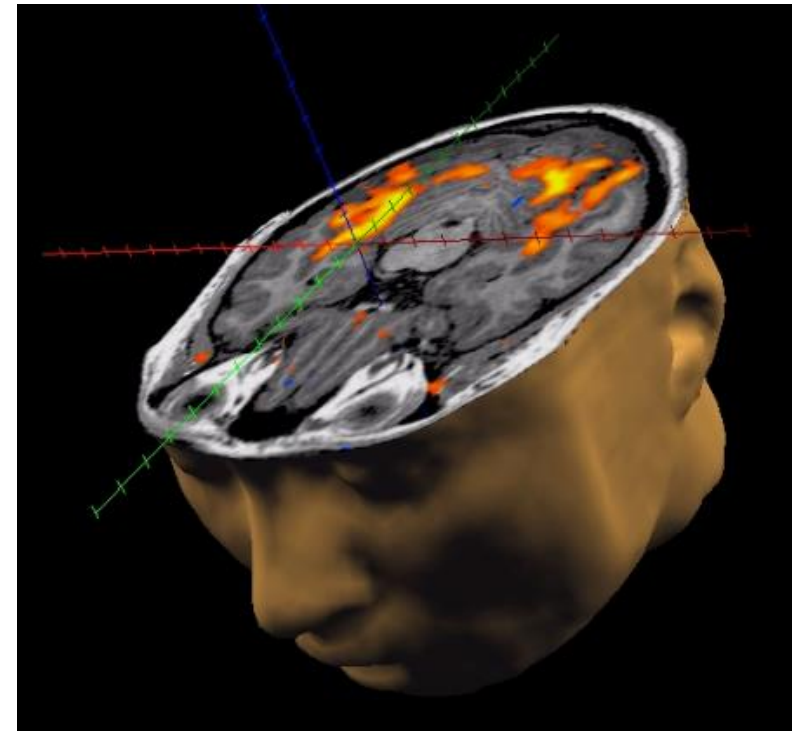
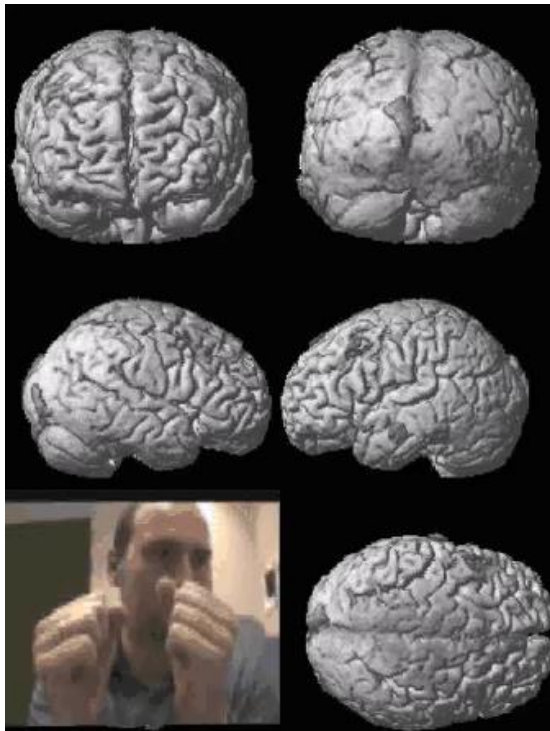
# Ressonância Magnética Funcional



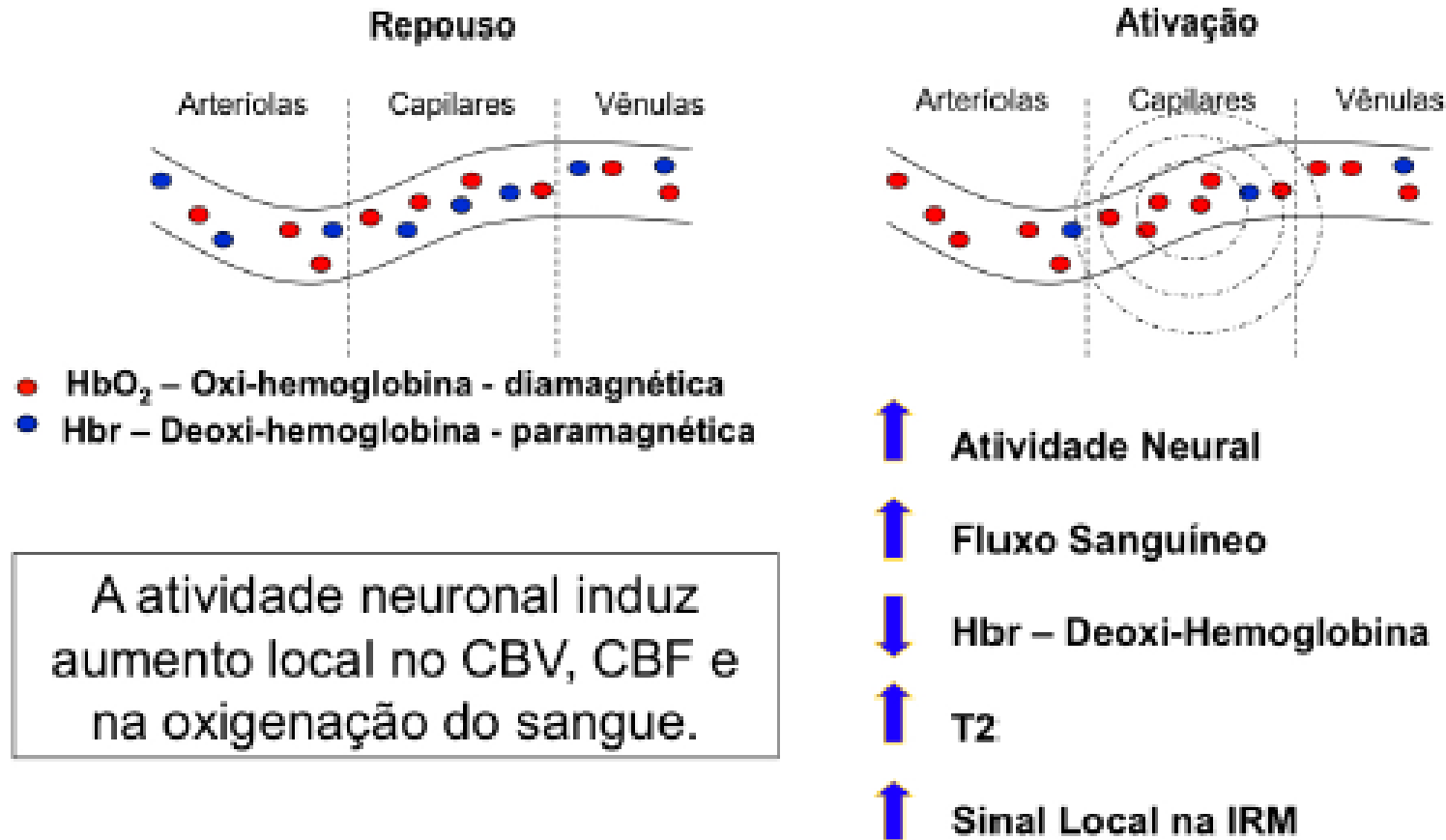
# Avaliação Funcional

## Ressonância Funcional

- BOLD
- Consumo de oxigênio



# Base Molecular da Imagem Funcional por RM



# Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: An fMRI study using mental rotation

James Prescott, Maria Gavrilescu, Ross Cunnington, Michael W. O'Boyle & Gary F. Egan

in three-dimensional space, they could imagine the rotation around whichever axis was required with equal ease.

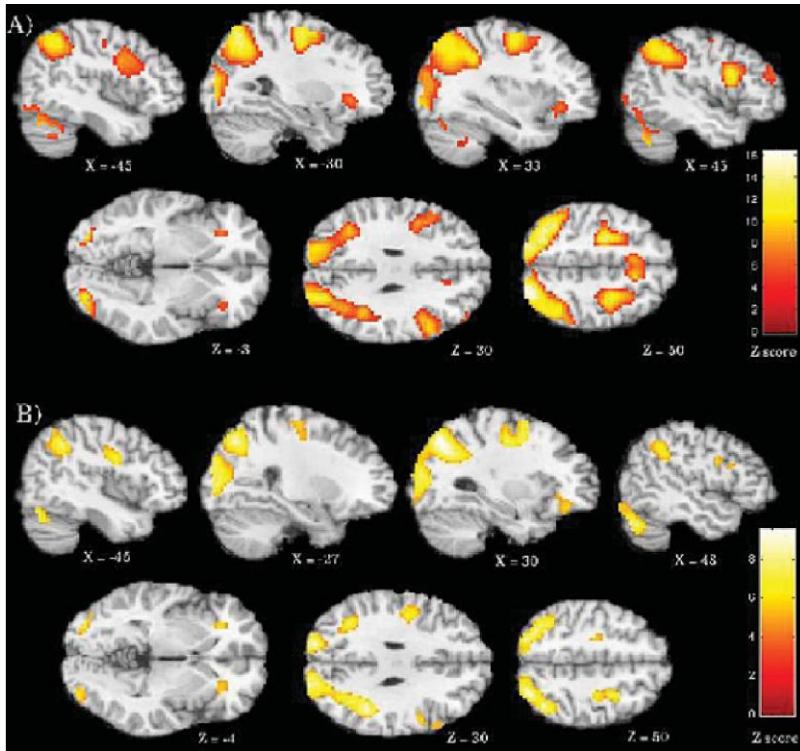
In the experiment each of eight adult subjects was presented with 1600 pairs of perspective line drawings. For each pair the subject was asked to pull a right-hand lever as soon as he determined that the two drawings portrayed objects that were congruent with respect to three-dimensional shape and to pull a left-hand lever as soon as he determined that the two drawings depicted objects of different three-dimensional shapes. According to a random sequence, in half of the pairs (the "same pairs") the two objects could be rotated into congruence with each other (as in Fig. 1, A and B), and in the other half (the "different" pairs) the two objects differed by a reflection as well as rotation and could not be rotated into congruence (as in Fig. 1C).

- Teste da rotação da representação mental de objetos 3D;
- Comparar 2 objetos e estabelecer se são a mesma imagem ou imagens especulares (enantiomorfos)
- (A) "mesmo par", que difere por rotação de 80 graus, no plano do desenho. (B) "mesmo par", que difere por rotação, em 80 graus na profundidade; e (C) um par "diferente", que não pode ser trazido à congruência por qualquer rotação.
- Grupo de adolescentes talentosos em matemática (MG) com um grupo de controle, com habilidade matemática média, realizando rotação mental de figuras de blocos tridimensionais;
- Avaliação por fMRI da conectividade intra-hemisférica e inter-hemisférica.

*Mental Rotation of Three-Dimensional Objects*

*Shepard, RN & Metzler, J. Science, 171 (3972): 701-703, 1971.*





Cortes sagitais e coronais mostrando ativações significativas para os talentoso em matemática (MG) (A) e grupo controle (B)

*Os MG mostraram conectividade frontoparietal aumentada, bem como aumento da conectividade entre o córtex pré-frontal dorsolateral e o córtex pré-motor*

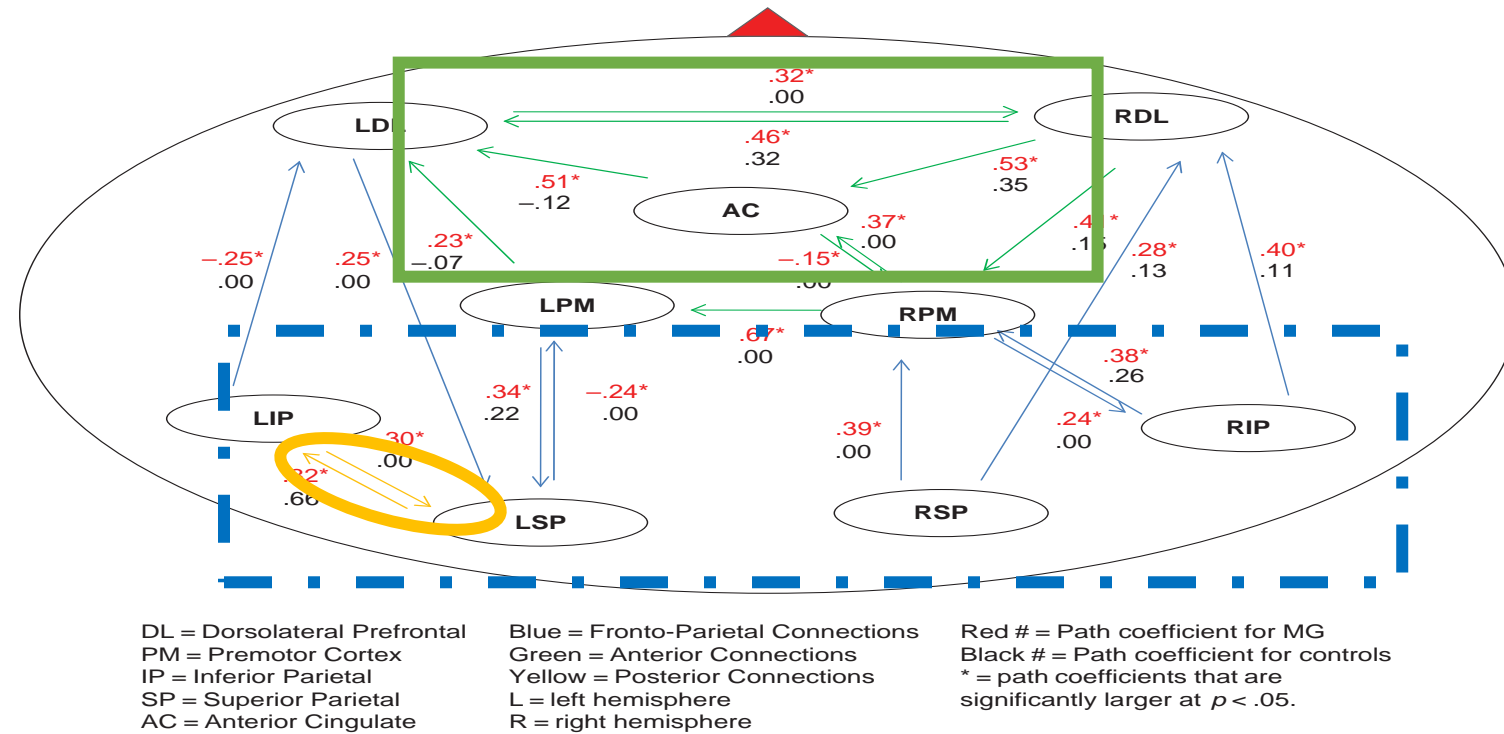
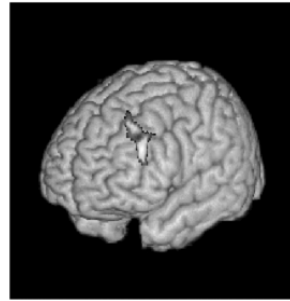
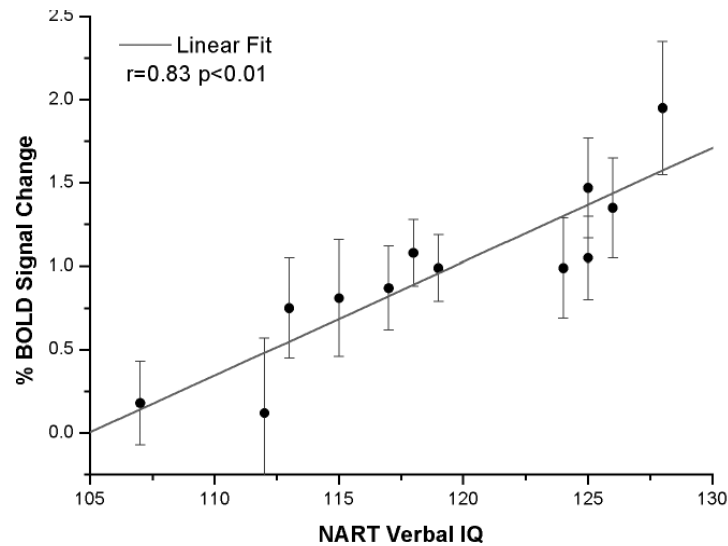
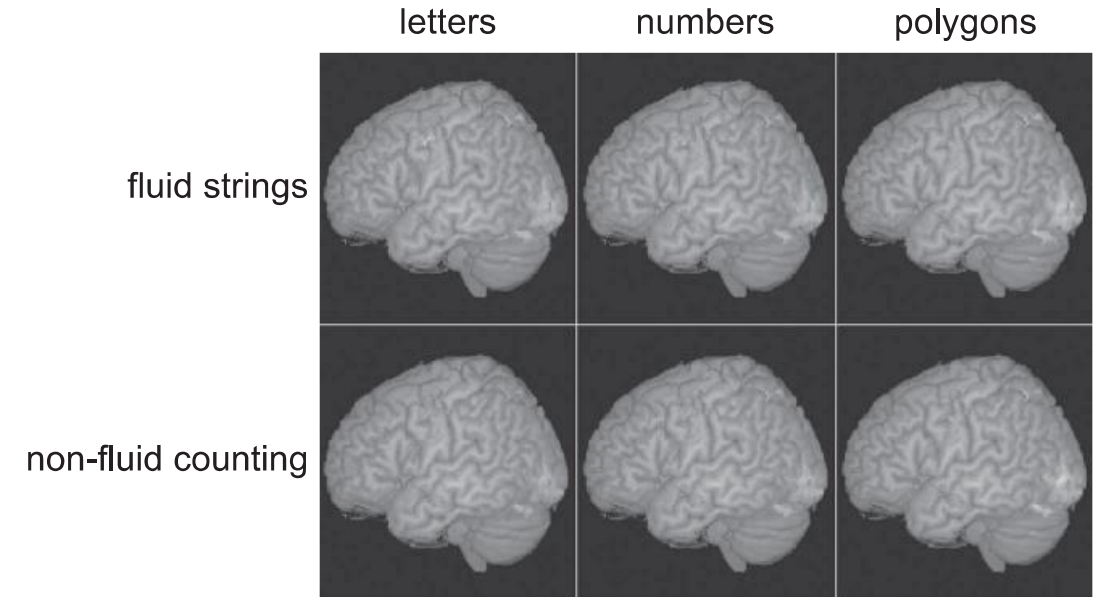


Diagrama esquemático das conexões cerebrais que são significativamente maiores no MG ao realizar a rotação mental.

Três sub-redes hipotéticas envolvidas na execução da tarefa de rotação mental: **(amarelo)** codificação da entrada através de **conexões posteriores**; **(azul)** o processamento e manipulação da informação espacial codificada mediada por **conexões frontoparietais**; **(verde)** funcionamento executivo central, incluindo processos de raciocínio/decisão e execução de respostas, mediados por **conexões anteriores**.



Correlação entre QI verbal e ativação neural no córtex pré-frontal lateral esquerdo durante as analogias. *J. G. Geake e P. Hansen, 2005.*



Ativação neural (pré-frontal e parietal) em resposta a analogias de letras, números e polígonos e contagem sequencial. *J. G. Geake e P. C. Hansen, 2006,*

Se a sequência abc mudar para a sequência abd, para que mudará a sequência pqr?

Se a sequência abc mudar para a sequência abd, para que mudará a sequência ppqrr?

Se a sequência abc mudar para a sequência abd, para o que a sequência mrrjjj mudará?

Se a sequência abc mudar para a sequência abd, para que mudará a sequência xyz?

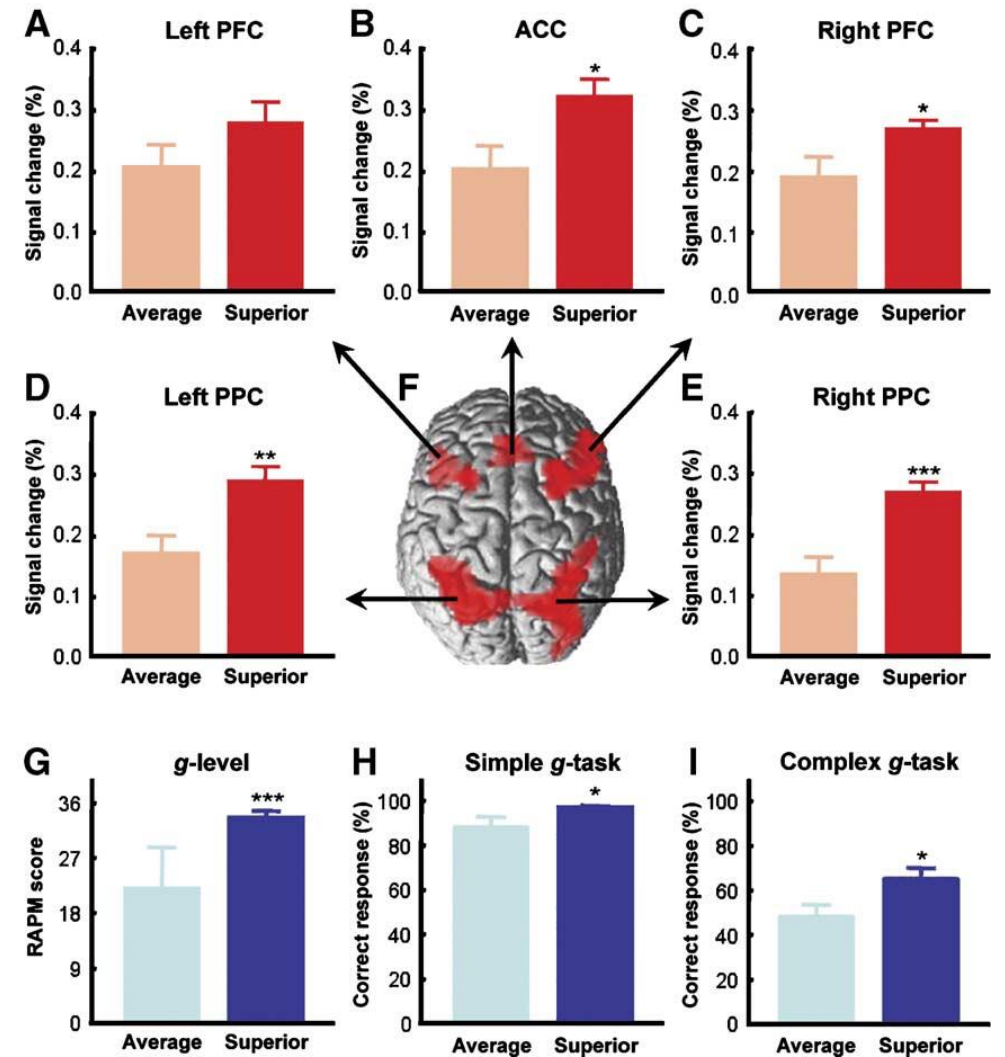
Se a sequência axbxcx mudar para a sequência abc, para que mudará a s sequência xpxqxr?

## Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex

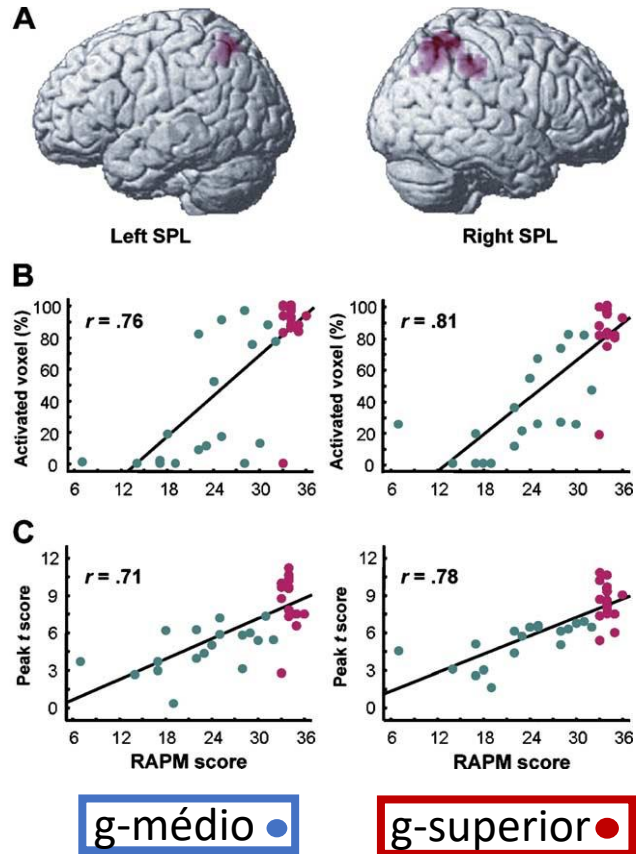
Kun Ho Lee,<sup>a,\*</sup> Yu Yong Choi,<sup>a,e</sup> Jeremy R. Gray,<sup>b</sup> Sun Hee Cho,<sup>c</sup> Jeong-Ho Chae,<sup>d</sup> Seungheun Lee,<sup>e</sup> and Kyungjin Kim<sup>a</sup>

1. Grupo g-superior: 25 alunos da academia nacional para adolescentes superdotados (Busan, Coreia), selecionados por três critérios: (1) ter recebido o primeiro ou segundo prêmio na Olimpíada nacional para ciências e matemática, (2) ser recomendado pelo diretor da escola e pelo professor responsável, e (3) passar no teste de admissão que avalia a capacidade de resolução de novos problemas;
2. Grupo g-médio: 25 alunos voluntários, controle, de escolas secundárias regulares locais.
3. Todos FIQ maior ou igual a 85; fMRI, 3 Teslas

**RAPM** - Matrizes progressivas avançadas de Raven  
g – Inteligência geral



PFC, córtex pré-frontal; ACC, córtex cingulado anterior; PPC, córtex parietal posterior.



Substratos neurais relacionados ao nível g (A) Clusters de ativação relacionados ao nível g nos lobos parietais superiores (SPLs) esquerdo e direito; (B) e (C): gráficos de regressão mostrando correlações ( $r$ ) dos escores RAPM com a taxa de voxel ativado (B) e o escore t de pico (C), em ambos os clusters de ativação - painel esquerdo, SPL esquerdo; painel direito, SPL/IPS direito;

O principal resultado do presente estudo, enfatizou o papel da região parietal posterior (especificamente, SPL bilateral e IPS direito (BA 7/40)) entre todos os componentes da rede de g. Esses resultados demonstram que as regiões parietais posteriores, incluindo o SPL bilateral e o IPS direito, poderiam ser os correlatos neurais da inteligência geral superior.

# Conectividade Funcional espontânea

## Default Mode Network – Rede de Modo Padrão

- Conectividade funcional espontânea: relações temporais da atividade cerebral espontânea em áreas espacialmente remotas (*Friston et al., 1993*).
- Está ativa quando uma pessoa **NÃO** está focada no mundo exterior e o cérebro está em repouso (RS – resting State, Estado de Repouso) durante a vigília, como durante as divagações da mente.
- Um dessas redes RS, a rede de modo padrão (DMN), inclui o córtex pré-frontal medial (MPFC), o córtex cingulado posterior (PCC), o precuneus (PCU) e o lóbulo parietal inferior (IPL).
- O DMN está ativo durante a atividade mental orientada introspectivamente em repouso (por exemplo, autorreflexão, teoria da mente ou divagação mental) e é suprimido na presença de uma tarefa externa (*Raichle et al., 2001; Buckner et al., 2008*).
- O DMN desempenha um papel fundamental no processamento autorreferencial – cognição autorreferencial (*Raichle et al., 2001; Weissman et al., 2006; Mason et al., 2007; Buckner et al., 2008; Andrews-Hanna et al., 2008; Andrews-Hanna et al., 2008; Andrews-Hanna et al. al., 2014*).



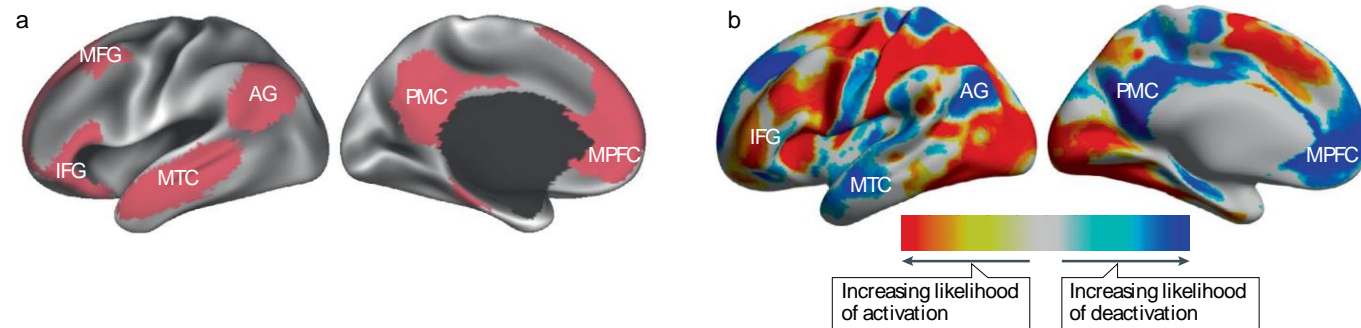
---

# The default mode network in cognition: a topographical perspective

---

Jonathan Smallwood , Boris C. Bernhardt, Robert Leech , Danilo Bzdok, Elizabeth Jefferies and Daniel S. Margulies 

NATURE REVIEWS | NEUROSCIENCE



- a. Em repouso, DMN (rosa)
- b. As regiões identificadas como sendo mais consistentemente desativadas (azul) por tarefas incluem regiões DMN clássicas, como o córtex posteromedial (PMC), o córtex temporal médio (MTC), o córtex pré-frontal medial (MPFC) e o giro angular (AG).

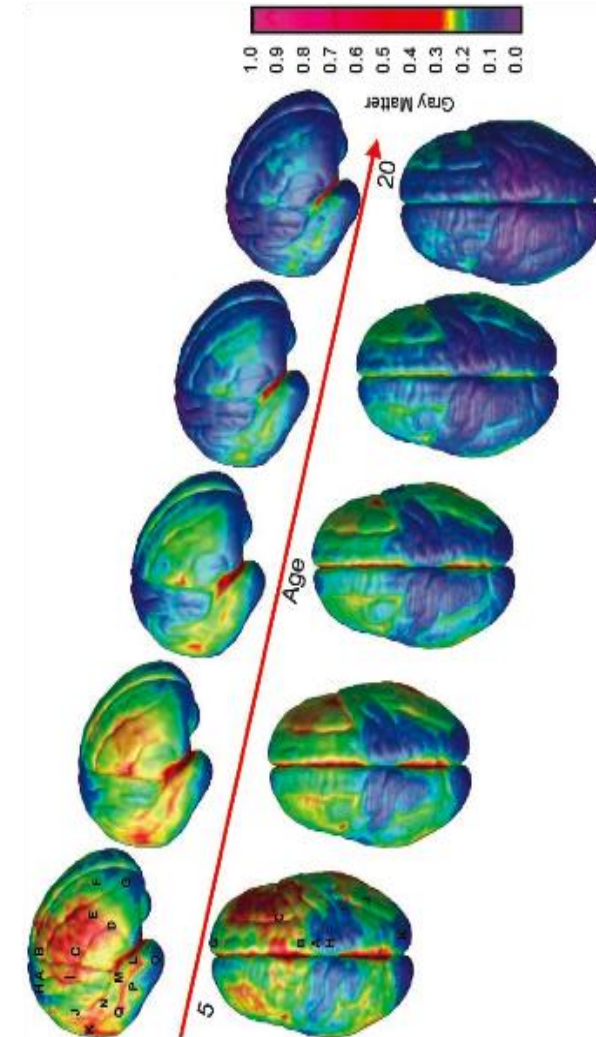
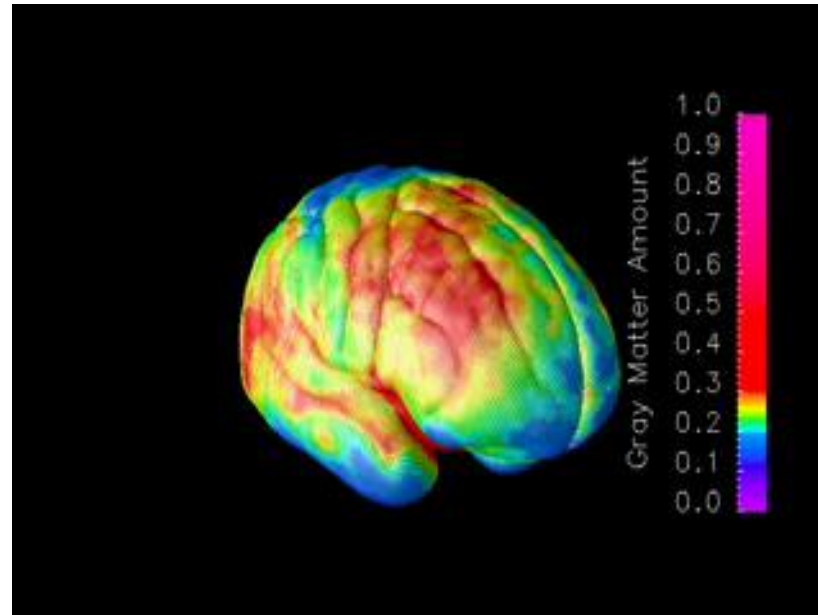
- fMRI, em estado de repouso (RS): avaliar redes neurais de crianças com elevado QI (HIQ);
- Diferenças significativas na integração e segregação das redes cerebrais no HIQ em comparação com crianças com QI padrão;
- Comparados dois perfis de crianças com HIQ, homogêneos e heterogêneos (*diferença significativa entre duas subescalas de QI - índice de compreensão verbal (VCI) e índice de raciocínio perceptivo (PRI)*);
- As mudanças na rede cerebral foram mais pronunciadas nos subgrupos heterogêneos do que nos homogêneos;
- Quanto maior o FSIQ, maior a modificação da organização cerebral em todo o cérebro e maior no hemisfério esquerdo;
- *Esses achados apoiam a hipótese de que a inteligência se baseia numa melhor eficiência neural, o que promove uma melhor transmissão da informação.*

## Topological Modification of Brain Networks Organization in Children With High Intelligence Quotient: A Resting-State fMRI Study

Ilaria Suprano<sup>1</sup>, Chantal Delon-Martin<sup>2</sup>, Gabriel Kocevar<sup>1</sup>, Claudio Stamile<sup>1</sup>, Salem Hannoun<sup>3</sup>, Sophie Achard<sup>4</sup>, Amanpreet Badhwar<sup>5</sup>, Pierre Fournier<sup>6</sup>, Olivier Revol<sup>6</sup>, Fanny Nusbaum<sup>7,8</sup> and Dominique Sappey-Marinier<sup>1,9\*</sup>

<sup>1</sup> Univ. Lyon, INSA-Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, UJM-Saint Étienne, CNRS, INSERM, CREATIS UMR 5220, Lyon, France, <sup>2</sup> Univ. Grenoble Alpes, INSERM, U1216, Grenoble Institut Neurosciences, Grenoble, France, <sup>3</sup> Nehme and Therese Tohme Multiple Sclerosis Center, Faculty of Medicine, American University of Beirut, Beirut, Lebanon, <sup>4</sup> GIPSA-Lab, UMR CNRS 5216, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France, <sup>5</sup> Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal, Université de Montréal, Montreal, QC, Canada, <sup>6</sup> Service de Psychopathologie du Développement de l'Enfant et de l'Adolescent, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France, <sup>7</sup> Laboratoire Parcours Santé Systémique (Equipe d'Accueil 4129), Université de Lyon, Université Claude Bernard-Lyon 1, Lyon, France, <sup>8</sup> Centre PSYRENE, Lyon, France, <sup>9</sup> CERMEP – Imagerie du Vivant, Université de Lyon, Lyon, France

# Desenvolvimento Cerebral: modificações na espessura do córtex cerebral: 5 aos 20 anos

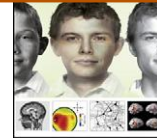


## Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood

Nitin Gogtay<sup>\*†</sup>, Jay N. Giedd<sup>\*</sup>, Leslie Lusk<sup>\*</sup>, Kiralee M. Hayashi<sup>‡</sup>, Deanna Greenstein<sup>\*</sup>, A. Catherine Vaituzis<sup>\*</sup>, Tom F. Nugent III<sup>\*</sup>, David H. Herman<sup>\*</sup>, Liv S. Clasen<sup>\*</sup>, Arthur W. Toga<sup>‡</sup>, Judith L. Rapoport<sup>\*</sup>, and Paul M. Thompson<sup>‡</sup>

<sup>\*</sup>Child Psychiatry Branch, National Institutes of Mental Health, National Institutes of Health, Bethesda, MD 20892; and <sup>‡</sup>Laboratory of Neuro Imaging, Department of Neurology, University of California School of Medicine, Los Angeles, CA 90095-1769

Gogtay, Giedd, et al. (2004) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101, 8174-8179



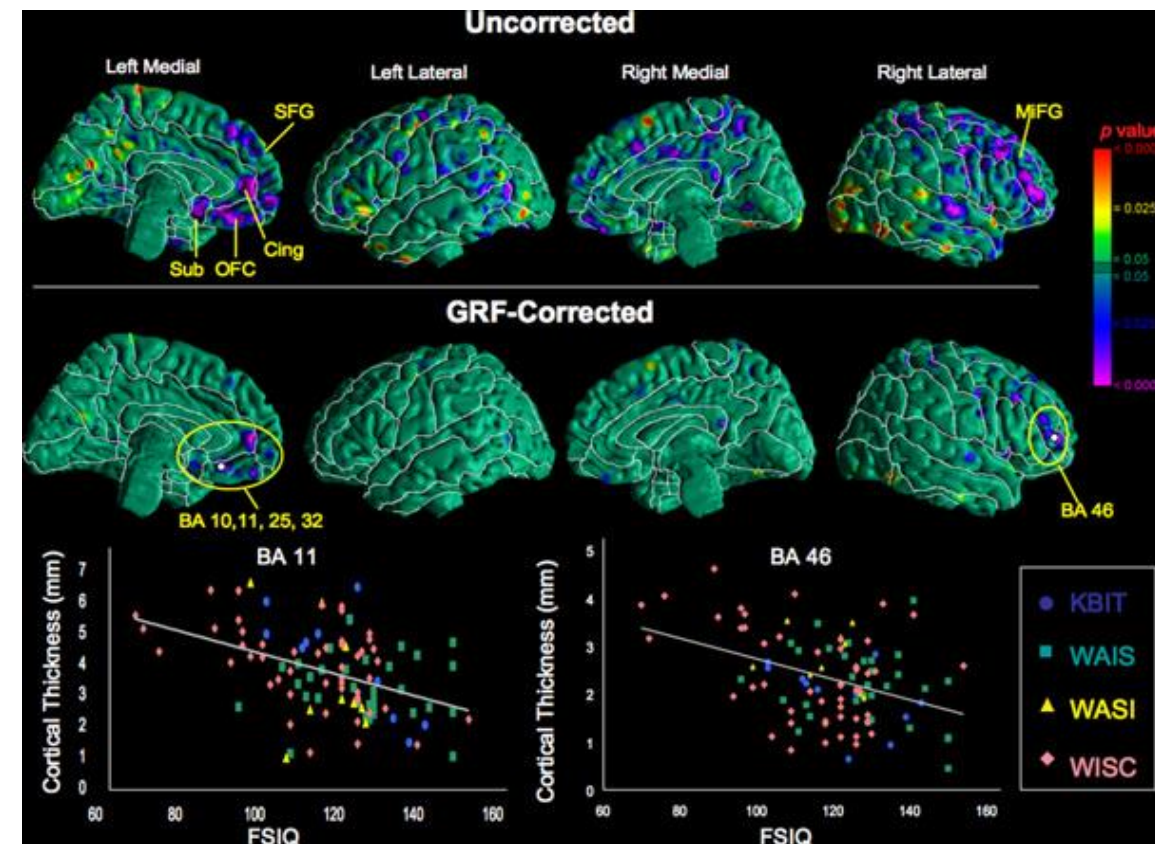
## Neuroanatomical correlates of intellectual ability across the life span

Suzanne Goh\*, Ravi Bansal, Dongrong Xu, Xuejun Hao, Jun Liu, Bradley S. Peterson

Columbia University Medical Center and New York State Psychiatric Institute, 1051 Riverside Drive, Unit 74, New York, NY 10032, United States

- 105 indivíduos saudáveis, idades entre 7 e 57 anos, QI total (FSIQ) de 70 ou mais alto. Avaliar a relação do FSIQ com espessura cortical e volume de substância branca.
- A menor espessura dos córtices pré-frontais ventromedial esquerdo e dorsolateral direito correlacionou-se significativamente com o FSIQ.
- Correlações inversas do volume da substância branca frontal direita, com o FSIQ, provavelmente correspondendo a tratos de fibras da coroa radiada superior e do fascículo longitudinal superior.

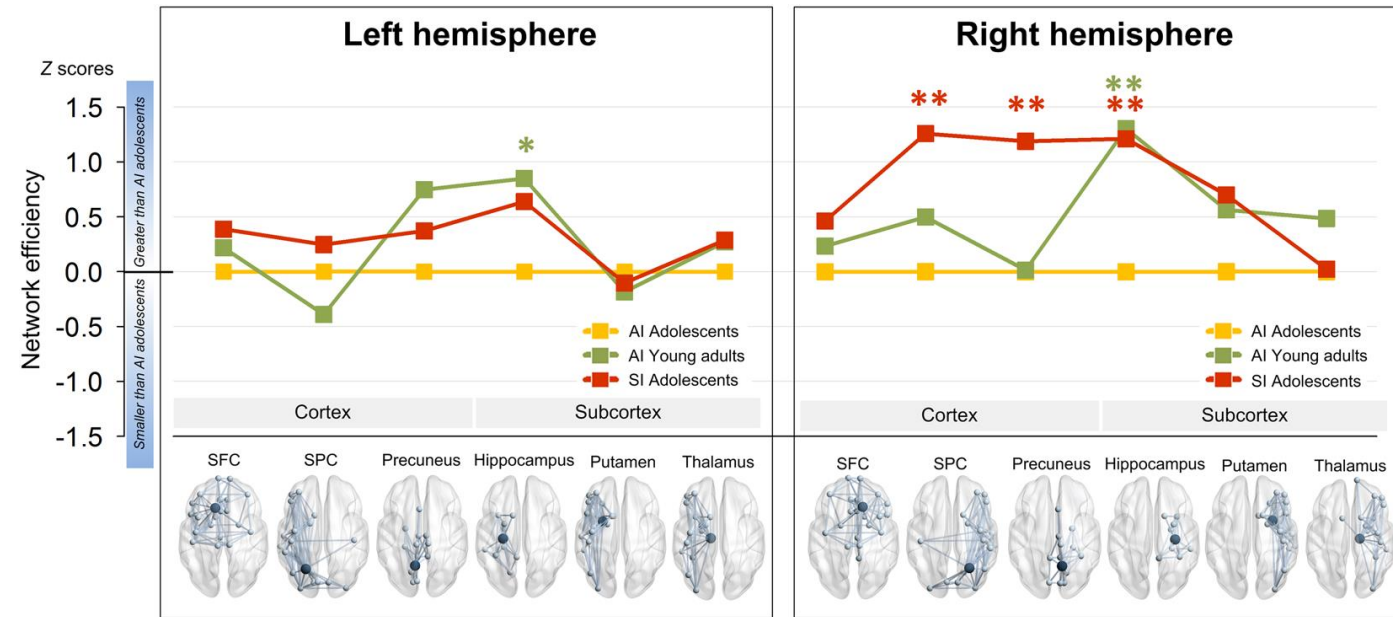
- A barra colorida indica a significância estatística das correlações (roxo, correlação negativa; vermelho, correlação positiva).
- Giros com regiões proeminentes de alta significância estatística ( $p < 0,0001$ ): giro frontal superior esquerdo (SFG), giro cingulado esquerdo (Cing), córtex orbitofrontal esquerdo (OFC), região subgenual esquerda (Sub) e giro frontal médio direito (MiFG).





# Network attributes underlying intellectual giftedness in the developing brain

Jiyoung Ma<sup>1,2</sup>, Hee Jin Kang<sup>1,3</sup>, Jung Yoon Kim<sup>1</sup>, Hyeonseok S. Jeong<sup>4</sup>, Jooyeon Jamie Im<sup>1,2</sup>, Eun Namgung<sup>1,3</sup>, Myeong Ju Kim<sup>1,3</sup>, Suji Lee<sup>1,3</sup>, Tammy D. Kim<sup>1</sup>, Jin Kyoung Oh<sup>4</sup>, Yong-An Chung<sup>4</sup>, In Kyoony Lyoo<sup>1,3,5</sup>, Soo Mee Lim<sup>6</sup> & Sujung Yoon<sup>1,3</sup>



- fMRI: 25 adolescentes com inteligência superior (SI-Adol), 25 adolescentes com inteligência média (AI-Adol) e 27 adultos jovens com inteligência média (AI-Adulto).
- SI-Adol: rede de alta eficiência e alta densidade das conexões, em relação ao AI-Adol.
- Tomados em conjunto, os resultados sugerem que um cérebro altamente inteligente pode comunicar (network) mais extensivamente.



## High Abilities at Fluid Analogizing: A Cognitive Neuroscience Construct of Giftedness

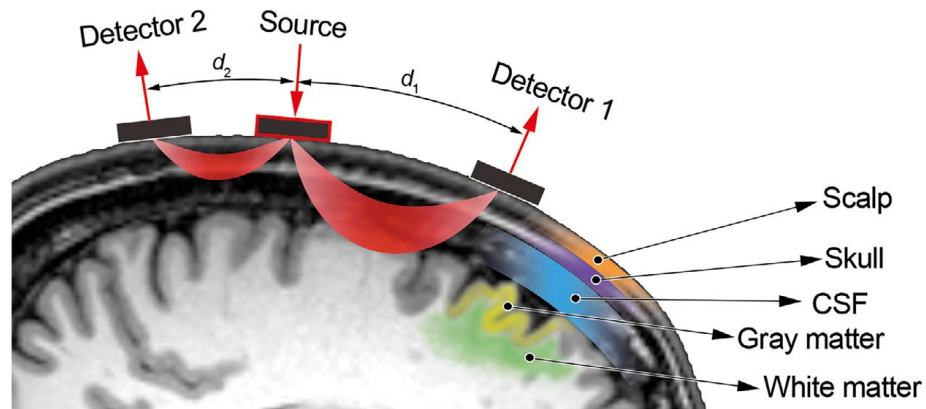
John G. Geake

- A evidência de que este é um processo cognitivo fundamental vem de estudos sobre o desenvolvimento conceitual de crianças pequenas, que são caracteristicamente analógicos (*Goswami, 2001*).
- Fazer analogias perspicazes é necessário para o sucesso em uma ampla gama de empreendimentos, incluindo reconhecimento de padrões, composição de variações musicais, produção e apreciação de humor, tradução entre idiomas, poesia, exercícios em sala de aula e grande parte da fala cotidiana (*Goswami, 2001*). ; *Holyoak e Thagard, 1995*)
- Propõe que a inteligência superdotada é o resultado de uma facilidade para analogias fluidas – uma construção de nível cognitivo que descreve o processamento seletivo de informações entre módulos dentro do cérebro (*Dehaene, Kerszberg, & Changeux, 1998*).
- A analogização fluida suporta um conjunto de funções neurais associadas à memória de trabalho (*Geake & Hansen, 2005*).
- Conseqüentemente, a elevada capacidade de uma pessoa sobredotada em fazer analogias fluidas explica a sua memória de trabalho mais eficaz, que por sua vez suporta altos níveis de inteligência criativa

## The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience


Paola Pinti,<sup>1,2</sup> Ilias Tachtsidis,<sup>1</sup> Antonia Hamilton,<sup>2</sup> Joy Hirsch,<sup>1,3,4,5</sup> Clarisse Aichelburg,<sup>2</sup> Sam Gilbert,<sup>2</sup> and Paul W. Burgess<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, University College London, London, UK. <sup>2</sup>Institute of Cognitive Neuroscience, University College London, London, UK. <sup>3</sup>Department of Psychiatry, Yale School of Medicine, New Haven, Connecticut. <sup>4</sup>Department of Neuroscience, Yale School of Medicine, New Haven, Connecticut. <sup>5</sup>Comparative Medicine, Yale School of Medicine, New Haven, Connecticut



- fNIRS: técnica de neuroimagem óptica, não invasiva, que permite a medição de alterações na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) e desoxigenada (HbR) no tecido cerebral, após a ativação neuronal.
- Utiliza luz NIR (650-950 nm) direcionada na cabeça, que aproveitando a relativa transparência do tecido biológico, dentro desta janela óptica NIR, atingirá o tecido cerebral.
- Percurso, em vermelho, seguido pelos fótons NIR da fonte de luz até o detector através das diferentes camadas da cabeça. A profundidade de penetração da luz é proporcional à distância fonte-detector.

## The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience

Paola Pinti, <sup>1,2</sup> Ilias Tachtsidis,<sup>1</sup> Antonia Hamilton,<sup>2</sup> Joy Hirsch,<sup>1,3,4,5</sup> Clarisse Aichelburg,<sup>2</sup> Sam Gilbert,<sup>2</sup> and Paul W. Burgess<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, University College London, London, UK <sup>2</sup>UCL




Sinais de HbO<sub>2</sub> (vermelho) e HbR (azul) de um canal representativo (circulado em magenta no painel C) no córtex visual, durante estímulo visual (tabuleiro de xadrez) ativando o córtex occipital bilateralmente (A). Áreas cinzentas: período de estimulação. Painel B, resposta hemodinâmica: aumento da HbO<sub>2</sub> e diminuição da HbR; Painel C: alterações máximas, para HbO<sub>2</sub> (superior) e para HbR (inferior).

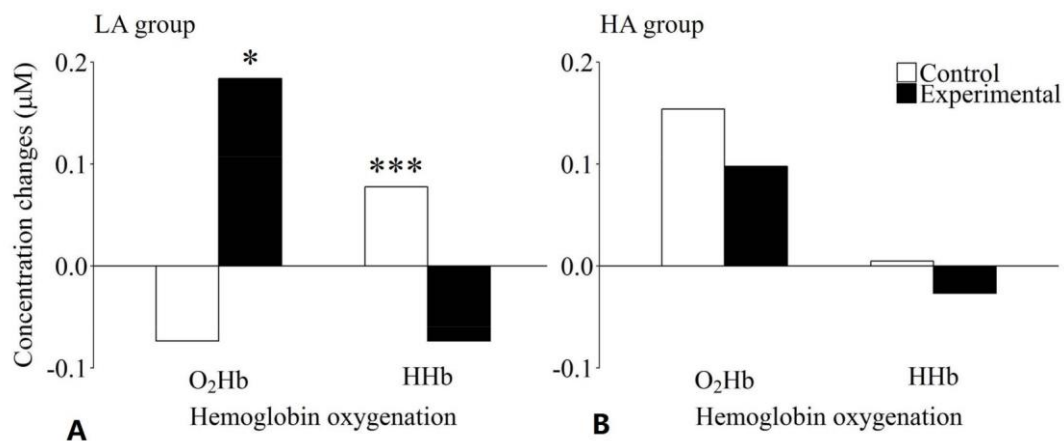
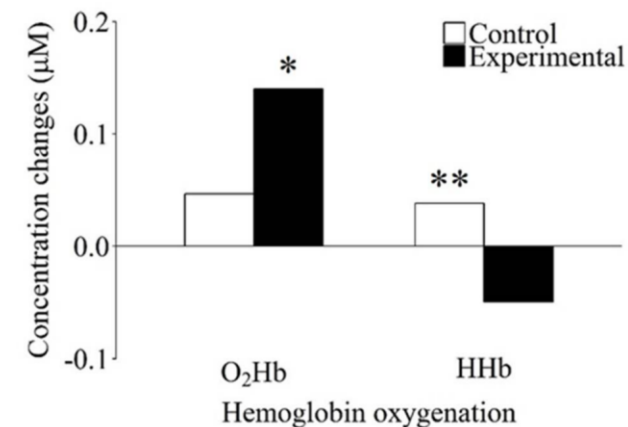
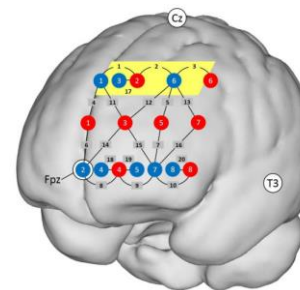
Experimento de memória; (A) áreas cinzentas mostram o período de estimulação. Painel B, resposta hemodinâmica: aumento da HbO<sub>2</sub> e diminuição da HbR. Painel C: alterações máximas, para HbO<sub>2</sub> (parte superior) e para HbR (parte inferior). Atividade do córtex pré-frontal na tarefa de memória, mostrando maior número de vermelho - HbO<sub>2</sub> e azul - HbR.

Article

# The Validity of Functional Near-Infrared Spectroscopy Recordings of Visuospatial Working Memory Processes in Humans

Joëlle S. Witmer<sup>1</sup>, Eva A. Aeschlimann<sup>1</sup>, Andreas J. Metz<sup>1</sup>, Stefan J. Troche<sup>2</sup>  and Thomas H. Rammsayer<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Institute of Psychology, University of Bern, 3012 Bern, Switzerland; joelle.witmer@psy.unibe.ch (J.S.W.); eva.aeschlimann@psy.unibe.ch (E.A.A.); andreas.j.metz@gmail.com (A.J.M.)  
<sup>2</sup> Department of Psychology and Psychotherapy, University of Witten/Herdecke, 58455 Witten, Germany; stefan.troche@uni-wh.de (S.J.T.)



- Tarefa de memória de trabalho no grupo de habilidade mental inferior (A) e superior (B).
- Grupo de menor capacidade mental (LA): aumento significativo de Hb oxig. e diminuição significativa das concentrações de Hb desoxig. na condição experimental.
- Nenhuma diferença significativa pôde ser observada para o grupo de maior habilidade mental (HA)
- 

*Grupo LA: indivíduos com capacidade mental média (QI variando de 90 a 112), Grupo HA: indivíduos com capacidade mental, acima da média (QI variando de 130 a 145).*

- PET e SPECT: menor ativação funcional em indivíduos com habilidades mentais mais altas durante o processamento de tarefas cognitivas em comparação com indivíduos com habilidades mentais mais baixas [32,67,68]).
- fNIRS [74], tarefas cognitivas de tomada de decisão: as decisões de baixo conflito (ou seja, menores demandas cognitivas) produziram uma resposta hemodinâmica mais forte no córtex frontal em participantes com baixas habilidades mentais em comparação com participantes com altas habilidades mentais.
- Este padrão de ativação funcional, não se aplica a decisões de alto conflito com maiores demandas de tarefas cognitivas.
- Indivíduos com capacidades mentais mais baixas apresentaram uma ativação funcional maior, em comparação com indivíduos com capacidades mentais mais elevadas durante o processamento de tarefas cognitivas com níveis baixos a moderados de dificuldade de tarefa.
- Os desempenhos nestas tarefas cognitivas confirmaram as diferenças entre os grupos: os indivíduos com capacidades mentais mais baixas tiveram consistentemente um desempenho pior do que os indivíduos com capacidades mentais mais elevadas durante o processamento da mesma tarefa de WM.
- Uma determinada tarefa cognitiva com baixa dificuldade, é subjetivamente mais exigente para indivíduos com capacidades mentais mais baixas em comparação com indivíduos com capacidades mentais mais elevadas.

-