

Pós-graduação em Motricidade Orofacial  
ed. Lisboa 2017 1 de 2

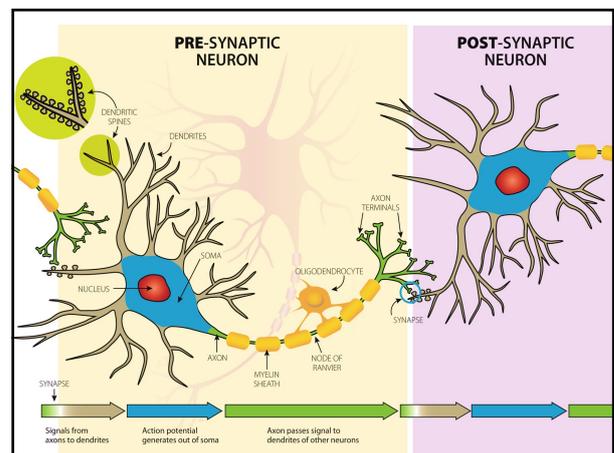
**Bases de Neurologia para  
Terapeutas da Fala**

**Inês Tello Rodrigues**  
SLP, MSc, PhD

Formadora: Dra. Inês Tello Rodrigues Inestellorodrigues@gmail.com www.institutoepap.com

**Na verdade é muito difícil ter uma noção intuitiva da função cerebral.**  
(Castro-Caldas, 2006)

**Revisão de Conceitos**



**Neurotransmissores**

- São substâncias químicas, encontradas nas vesículas próximas às sinapses, que ao serem libertadas pela fibra pré-sináptica na fenda sináptica estimulam ou inibem o neurónio pós-sináptico.

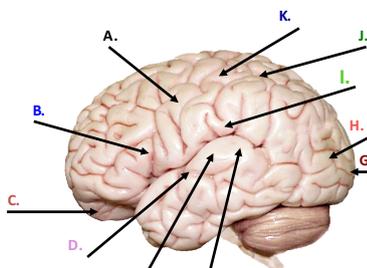
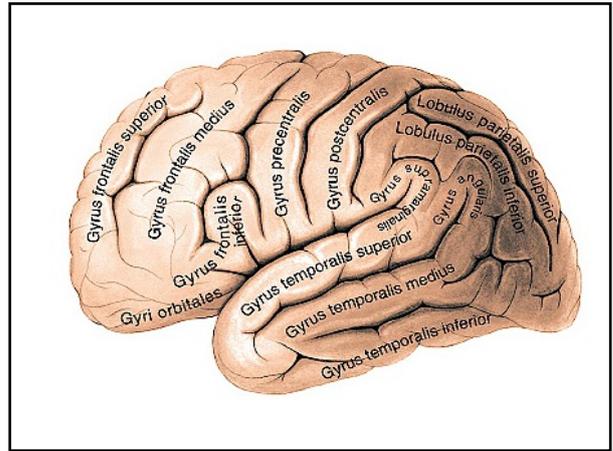
**Neurotransmissores**

**Principais Neurotransmissores:**

- Acetilcolina (ACh) (*Aprendizagem, Ativação muscular*)
- Dopamina (*Controlo muscular, humor*)
- Endorfina(s)
- Noradrenalina
- Serotonina (*humor, apetite*)
- Ocitocina (*amamentação; humor*)
- Aminoácidos - *exemplos:* Gamma Amino Butyric Acid (GABA) (*inibição do SNC*); Glutamato (*excitação do SNC*)

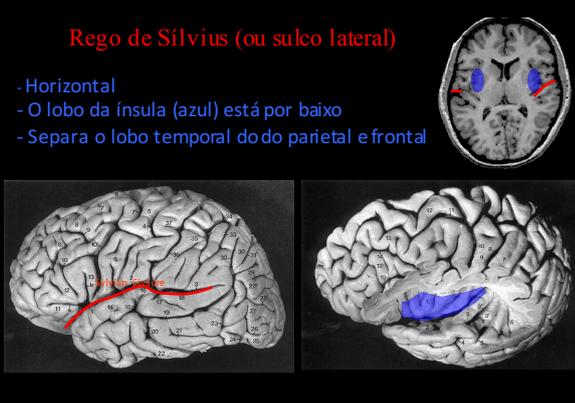
**Cortical Regions**

- A. Primary Motor Cortex/ Precentral Gyrus
- B. Broca's Area
- C. Orbitofrontal Cortex
- D. Primary Olfactory Cortex (Deep)
- E. Primary Auditory Cortex
- F. Wernike's Area
- G. Primary Visual Cortex
- H. Visual Association Area
- I. Primary Gustatory Cortex
- J. Somatosensory Association Cortex
- K. Primary Somatosensory Cortex/ Postcentral Gyrus

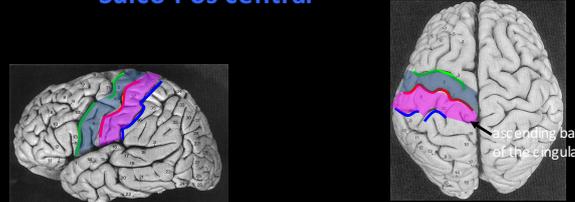
**Rego de Silvius (ou sulco lateral)**

- Horizontal
- O lobo da ínsula (azul) está por baixo
- Separa o lobo temporal do do parietal e frontal

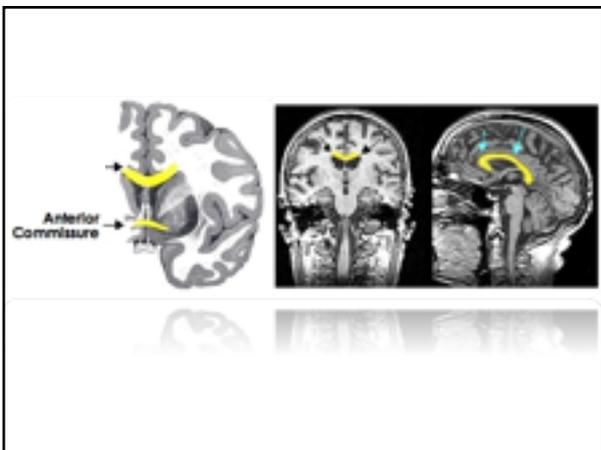


**Sulco Central**      **Sulco Pré-central**

**Sulco Pós-central**



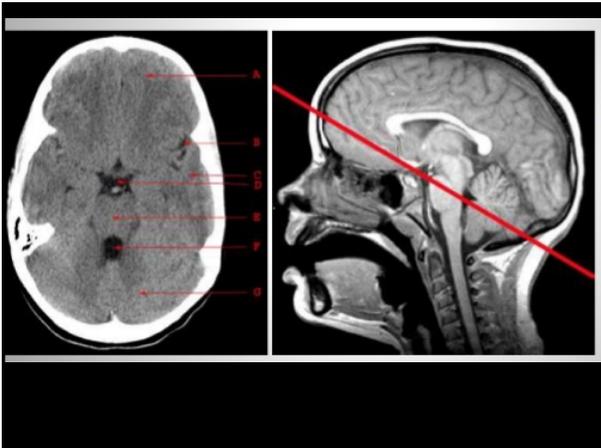
Labels: ascending band of the cingulate



**Tronco Cerebral**



**Bulbo raquidiano ("medulla oblongata")**      **Ponte ("pons")**      **Mesencéfalo ("midbrain")**



### Dominância de Funções Hemisféricas

- Fonologia ⇨ (HE)
- Morfologia ⇨ (HE)
- Semântica ⇨ (BILATERAL)
- Prosódia ⇨ (HD)
- Aspectos Pragmáticos ⇨ (HD)

### Papel do HD vs HE

Dominância **NÃO** significa uma maior utilização de um em prol do outro!

### NEUROPLASTICIDADE

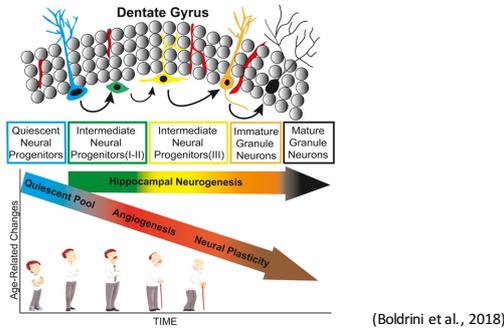
Corresponde à capacidade que o cérebro, e o sistema nervoso em geral, tem de modificar a sua estrutura como resultado do contacto com os estímulos do meio.

### NEUROPLASTICIDADE

*Como?*

- Modificação interna dos neurónios
- Aumentando o número de sinapses entre neurónios;
- Neurogénese.

“Human Hippocampal Neurogenesis **Persists** throughout Aging”



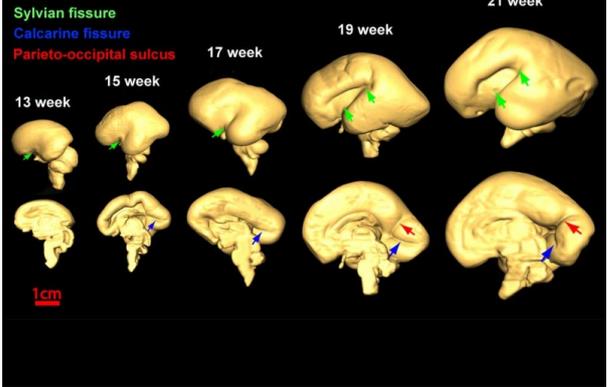
PLASTICIDADE EM DIFERENTES CONTEXTOS

- MECANISMOS BÁSICOS
- O DESENVOLVIMENTO NORMAL DO SISTEMA NERVOSO
- A APRENDIZAGEM
- A RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DEPOIS DE UMA LESÃO CEREBRAL

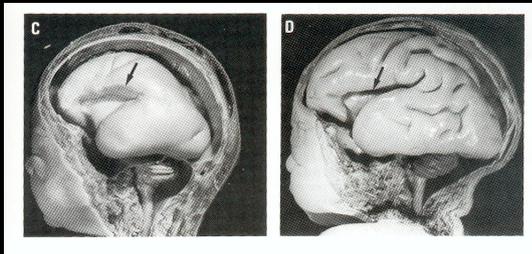
MIELINIZAÇÃO DO CORPO CALOSO



Brain Fissure Development

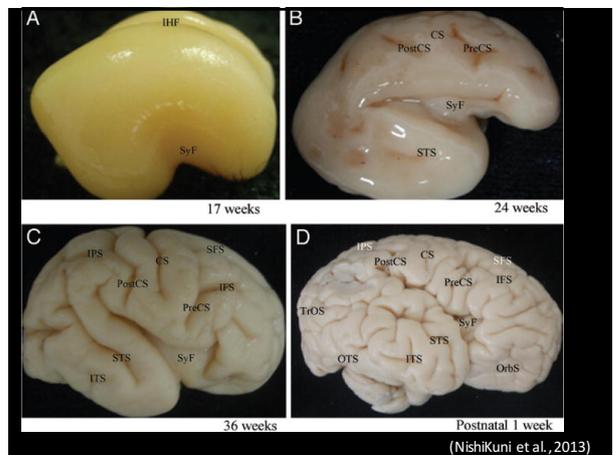


Desenvolvimento das Fissuras



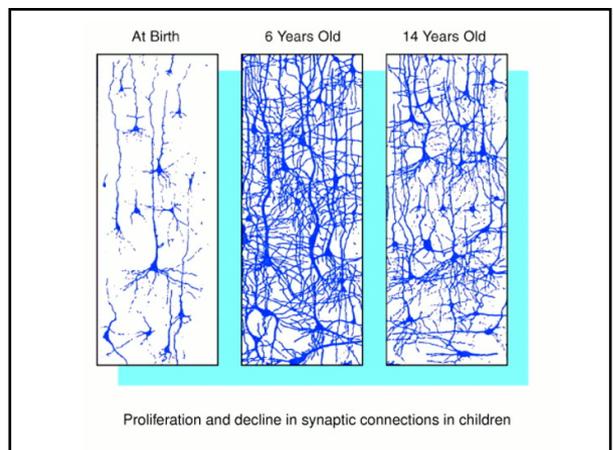
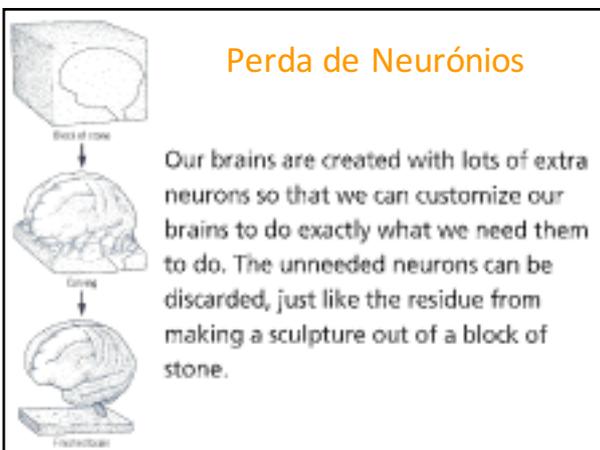
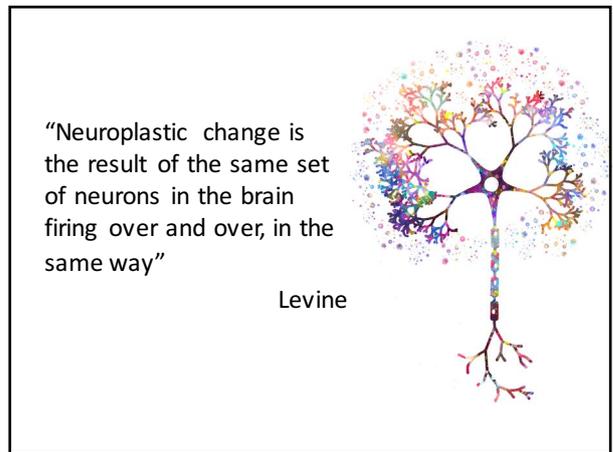
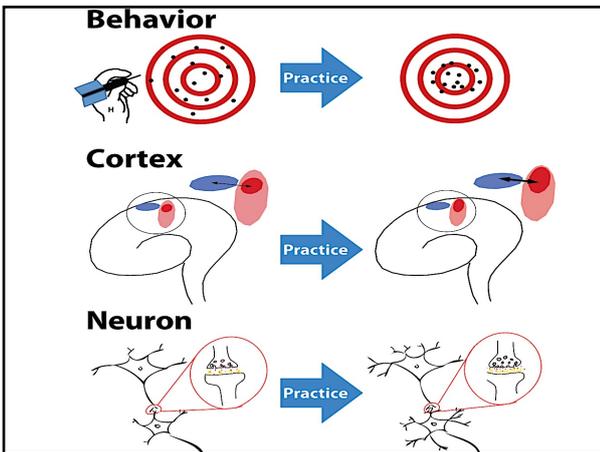
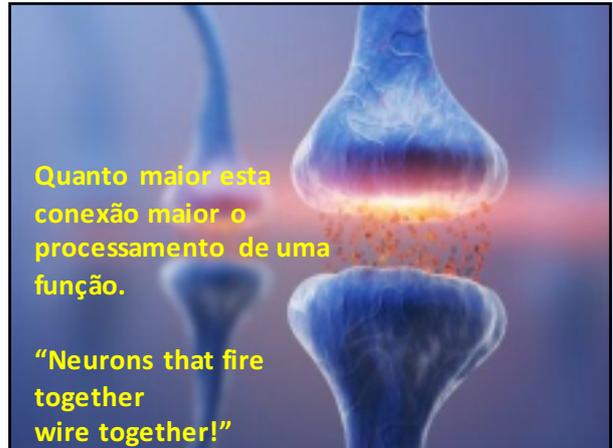
Os sulcos surgem em pontos previsíveis durante o desenvolvimento fetal. O mais proeminente sulco (Rego de Sylvius) surge em primeiro lugar.

Ono, 1990



**PLASTICIDADE EM DIFERENTES CONTEXTOS**

- MECANISMOS BÁSICOS
- O DESENVOLVIMENTO NORMAL DO SISTEMA NERVOSO
- **A APRENDIZAGEM**
- A RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DEPOIS DE UMA LESÃO CEREBRAL

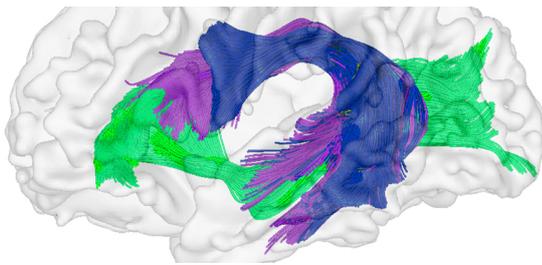
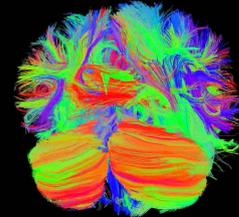


### Menos é Mais?

- Assim, o padrão de conectividade neuronal estabelecido nesta idade é modificado em resposta à experiência através de um processo chamado *synaptic pruning*.
- Sinapses que raramente recebem inputs morrem gradualmente e as que são usadas em maior número mantêm-se e fortalecem.

### Exemplos Práticos

A maturação do cérebro faz-se toda ao mesmo tempo?



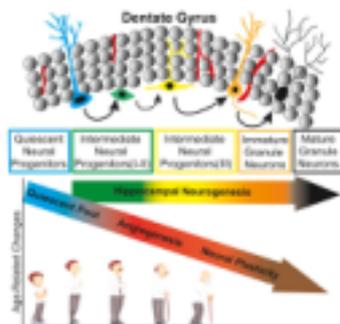
The brain and its several areas that process language mature at a different pace: The short part of the so-called fasciculus arcuatus (blue) and the so-called fasciculus fronto-occipitalis inferior (green) are already developed just after birth. The long part of the fasciculus arcuatus (violet) matures until we reach adulthood. Only then this nerve bundle can send information from the Broca area to the Wernicke area so that we can process complex grammatical sentences.

© MPI CBS

### PLASTICIDADE EM DIFERENTES CONTEXTOS

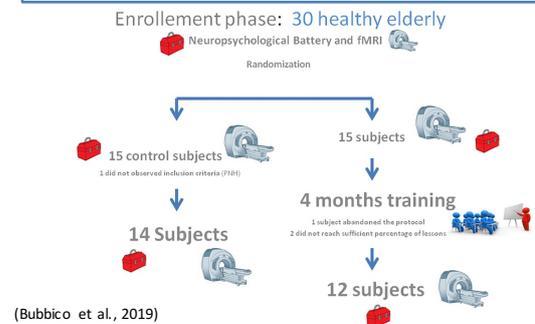
- MECANISMOS BÁSICOS
- O DESENVOLVIMENTO NORMAL DO SISTEMA NERVOSO
- A APRENDIZAGEM NO ENVELHECIMENTO
- A RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DEPOIS DE UMA LESÃO CEREBRAL

### “Human Hippocampal Neurogenesis Persists throughout Aging”



(Boldrini et al., 2018)

### “Effects of Second Language Learning on the Plastic Aging Brain: Functional Connectivity, Cognitive Decline, and Reorganization”



(Bubbico et al., 2019)

**“Efeitos da aprendizagem de uma segunda língua na plasticidade neuronal do idoso: conectividade funcional, declínio cognitivo e reorganização”**

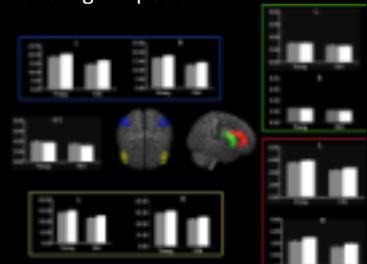
“Results of the study indicate that a 4 months second language learning intervention improves global cognitive performances and reorganizes functional connectivity.”

These findings can be added to the current neurobiological breakthroughs of reshaping brain networks with a short language learning practice in healthy elderly subjects. Therefore, learning a foreign-language may represent a potentially helpful cognitive intervention for promoting healthy aging.

(Bubbico *et al.*, 2019)

**Bilinguismo e Envelhecimento**

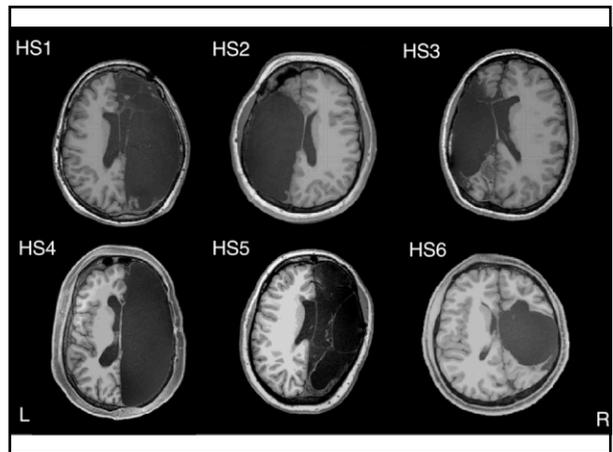
“Both young and senior bilinguals are therefore shown to have greater neural reserve in all ROIs as compared to their monolingual peers.”



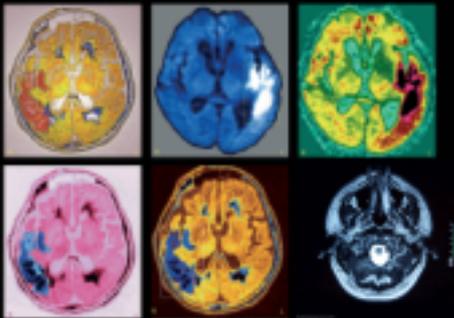
(Del Maschio *et al.*, 2018)

**PLASTICIDADE EM DIFERENTES CONTEXTOS**

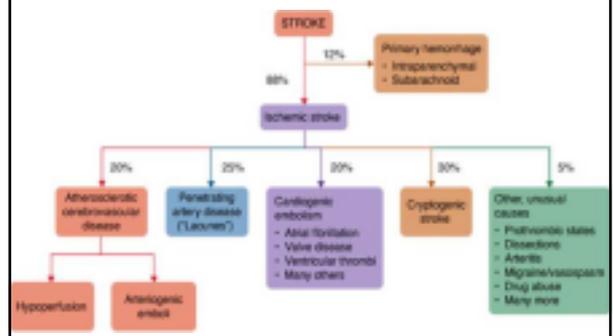
- MECANISMOS BÁSICOS
- O DESENVOLVIMENTO NORMAL DO SISTEMA NERVOSO
- A APRENDIZAGEM
- A RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DEPOIS DE UMA LESÃO CEREBRAL



**Acidentes Vasculares Cerebrais**



**Classificação AVC**



(Fagan & Hess, 2008)

## Tipos AVC e Etiologia

Reconhecem-se, na maioria das classificações, 3 tipos de AVC:

- **Enfarte/Isquemia cerebral** (representa 80% de todos os AVC) **Trombótico ou Embólico**
- **Hemorragia cerebral** (resulta de uma ruptura de um vaso do cérebro, malformações cerebrovasculares, abuso de substâncias como a cocaína e anfetaminas, tumor cerebral...)
- **Hemorragia subaracnóideia** (causado por ruptura de artérias superficiais, malformações vasculares intracranianas, traumatismo...). É a forma menos frequente.

## Classificação Patológica

### – Arterial

#### • Acidente Vascular Cerebral (AVC)

##### –Isquêmico

- Acidente Vascular Cerebral Isquêmico (AVC I)
- Acidente Isquêmico Transitório (AIT)

##### –Hemorrágico

- Acidente Vascular Cerebral Hemorrágico (AVC H) (Hemorragia Parenquimatosa)
- Hemorragia Subaracnoideia (HSA)

### – Venoso

- Trombose Venosa Cerebral (TVC)

## AVC ISQUÊMICO vs AIT

### • Ambos são:

- Episódios de disfunção neurológica focal de presumível etiologia vascular isquêmica;
- Início súbito (abrupto) de sinais neurológicos com déficit máximo após segundos ou minutos.

### AIT:

Duração dos sintomas < 24 horas (geralmente < 1 hora);  
Sem evidência de enfarte isquêmico agudo (exame imagem)

### AVC isquêmico:

Defeito neurológico persistente (duração dos sintomas >24 horas ou mesmo a morte)  
Evidência de enfarte isquêmico agudo

## AVC ISQUÊMICO CLASSIFICAÇÃO ETIOLÓGICA

### Classificação TOAST (Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment)

- AVCs isquêmicos de acordo com os mecanismos fisiopatológicos que são reconhecidos como a causa da maioria dos mesmos.
- Baseada nos aspectos clínicos e resultados de exames auxiliares:
  - neuroimagem, testes cardíacos e avaliações laboratoriais



## AVC ISQUÊMICO CLASSIFICAÇÃO ETIOLÓGICA

### • 5 subtipos de AVC isquêmico segundo o TOAST:

- Aterosclerose de grandes artérias
- AVC de outra etiologia determinada
- AVC de etiologia indeterminada
- Oclusão de pequenos vasos
- Cardioembolismo



## ASPECTS

### Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS)

The **Alberta stroke programme early CT score (ASPECTS)** is a **10-point** quantitative topographic CT scan score used in patients with **middle cerebral artery (MCA) stroke**. It has also been adapted for the posterior circulation.

## ASPECTS

Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS)

Classificação **varia de 0 a 10**, sendo 10 o resultado "normal" – ou seja, nenhuma hipodensidade nas regiões determinadas para graduar a ASPECTS.

0 é o pior resultado que corresponde a uma hipodensidade em todas as "regiões" da TC avaliadas.

## ASPECTS

**Regiões (total de 10 regiões):**

**C:** Caudado

**L:** Lentiforme

**I:** Insula

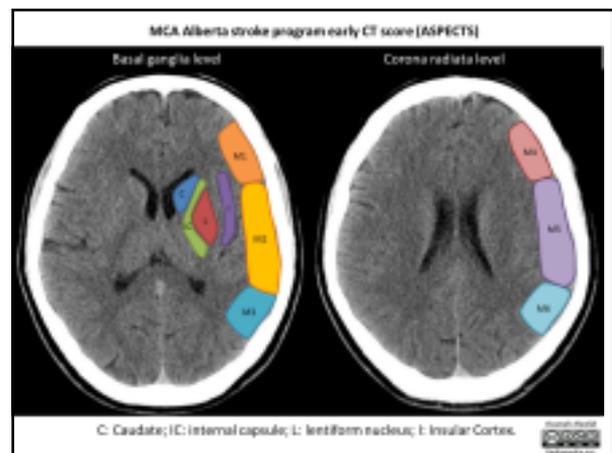
**IC:** Cápsula interna

**M1 a 6:** Cerebral média em cortes mais inferior (M1-3) e superior (M4-6)

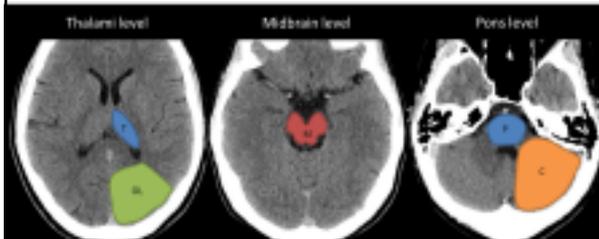
## ASPECTS

Para cada região com integridade do parênquima, visualizada na TC da fase aguda, conta-se **um ponto**. Se há hipodensidade na região, perde-se o ponto na aquela região.

**Por exemplo**, um ASPECTS de 7 = 3 regiões com alguma hipodensidade; ASPECTS de 6 = 4 regiões com hipodensidade; ASPECTS de 9, apenas um local com hipodensidade.



Posterior circulation Acute stroke prognosis early CT score (pc-ASPECTS)



## BASIS

**Boston Acute Stroke Imaging Scale (BASIS) classification**

Classification method based on the **location** and the **extent** of thrombosis detected with **CT angiography**.

BASIS is **correlated to short-term clinical outcome** evaluated at discharge from the hospital and the length and the costs of hospitalization.

(Torres-Mozqueda *et al.* 2008)

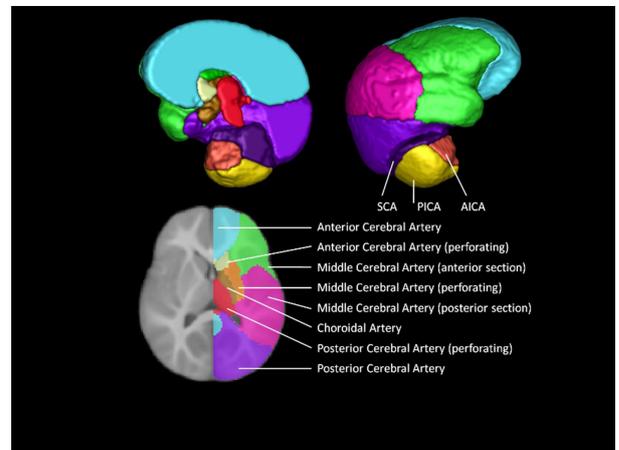
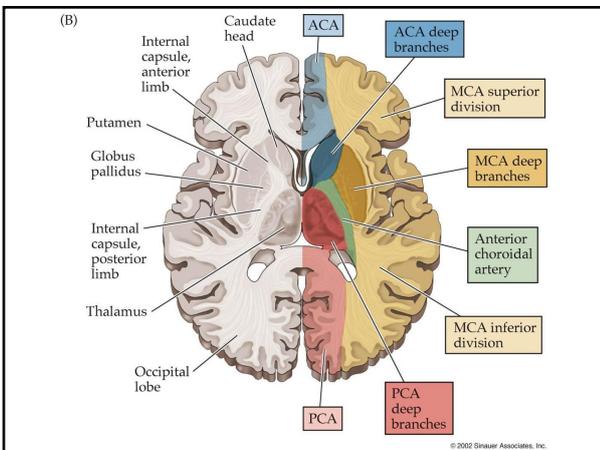
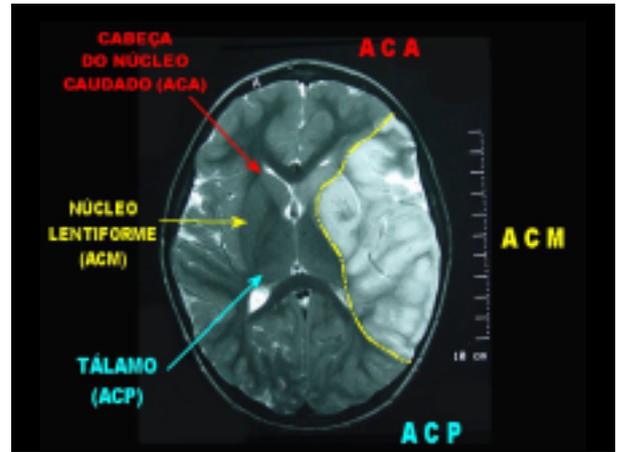
## AVC ISQUÊMICO CLASSIFICAÇÃO CLÍNICA

- **Enfarte lacunar (LACI)**
- **Enfarte total da circulação anterior (TACI)**
- **Enfarte parcial da circulação anterior (PACI)**
- **Enfarte da circulação posterior (POCI)**

## Oxford stroke classification

- **Total Anterior Cerebral Infarct (TACI)**
- **Partial Anterior Cerebral Infarct (PACI)**
- **Lacunar Infarct (LACI)**
- **Posterior Cerebral Infarct (POCI)**

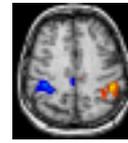
	Location	Vessel	Frequency (approx.)	deficits
Total anterior circulation stroke (TACS)	Large cortical stroke	Anterior or middle cerebral arteries	25%	1. Unilateral weakness and/or sensory deficit of the face and/or arm and/or leg; 2. Homonymous hemianopia; 3. Higher cerebral dysfunction
Partial anterior circulation stroke (PACI)	Cortical stroke	Anterior or middle cerebral arteries	25%	2/3 TACS deficits
Lacunar stroke (LACS)	Subcortical stroke	Small deep perforating arteries	25%	1. Pure motor sensory or sensorimotor (limb & face, arm, leg) 2. Ataxic hemiparesis
POCS (POCI)	Cortical, cerebellum, brainstem stroke	Posterior cerebral artery, vertebral artery, basilar artery and branches	25%	1. Cerebellar or brainstem syndrome 2. Loss of consciousness 3. Isolated homonymous hemianopia



### Factores de risco para o AVC

- Patologias ou marcadores patológicos:
  - Hipertensão arterial
  - Malformações arterio-venosas
  - Patologia cardíaca
  - Acidente isquémico transitório
  - Diabetes *Mellitus*
  - Enxaqueca (Migrane)
  - Hipercolesterolemia

Classification of cerebrovascular diseases III;  
*Stroke*, 21,638-76



### Introdução às Técnicas de Neuroimagem



Que métodos podemos usar para estudar o papel de uma determinada área no cérebro?

Lesões



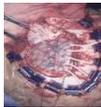
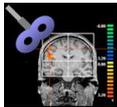
fmri



EEG



Estimulação



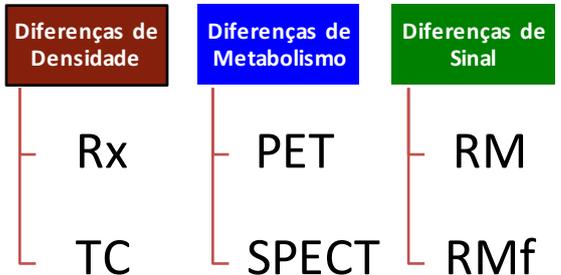
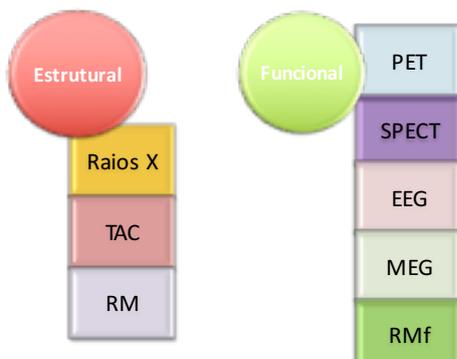
single cell recording



### Técnicas de Estudo de Cérebro

- Medidas temporais e espaciais
  - **Resolução Espacial:** capacidade de localização do método variando desde sinapses ao cérebro como um todo.
  - **Resolução Temporal:** a escala temporal com que um determinado método contabiliza a medições, variando de milissegundos a minutos.

### Instrumentos de Imagem



### Raios – X



- Baseia-se na absorção diferencial dos fótons de raios X pelos diferentes tecidos
- A imagem é obtida em função da **densidade**
- Radiação Ionizante
- ↑ densidade,
- ↑ radiação absorvida

### Tomografia Computorizada



#### Componentes

##### Externos:

- Gandry
- Mesa
- Computador
- Consola Técnica

Um exame pode gerar +- 800/1000 imagens.  
Um estudo pode ter 350 Megabytes a 1 Gigabyte!

### TC-CE

- Eliminação da sobreposição dos tecidos;
- Maior capacidade de distinguir menores diferenças de atenuação entre tecidos.



### TC

#### • Vantagens:

- Indolor, não invasiva
- Proporciona imagens do osso, tecidos moles e vasos sanguíneos ao mesmo tempo
- Mais precisa que os Raios- X convencionais
- Permite diagnóstico diferencial e minimiza a necessidade de cirurgias exploratórias ou de biópsias

#### • Desvantagens:

- Exposição a radiação X

(Em caso omissio, será considerado sem relatório)

#### Tabela de Equivalências Dosimétricas

Exame	Dose (mSv)	N.º Rx Torax	Rad. Natural
Tórax	0'02	1	3 dias
Abdomen	1	50	6 meses
C. Lombar	1'3	65	7 meses
U.I.V.	2'5	125	14 meses
Trânsito E.G.D.	3	150	16 meses
Clister Opaco	7	350	3,2 anos
TC Crânio	2'3	115	1 ano
TC Tórax	8	400	3,6 anos
TC Abdomen	10	500	4,5 anos

### TC-CE - Hematomas

- Nos **hematomas** intracerebrais, dependendo da sua dimensão, a **hiperdensidade** pode demorar semanas ou meses a desaparecer.



Conseguem compreender a metodologia?

**Effects of Alphabet-Supplemented Speech on Brain Activity of Listeners: An fMRI Study**

Kelene Fercho,<sup>a,b</sup> Lee A. Baugh,<sup>a,b</sup> and Elizabeth K. Hanson<sup>b,c</sup>

**Purpose:** The purpose of this article was to examine the neural mechanisms associated with increases in speech intelligibility brought about through alphabet supplementation.

**Method:** Neurotypical participants listened to dysarthric speech while watching an accompanying video of a hand pointing to the 1st letter spoken of each word on an alphabet display (treatment condition) or a scrambled display (control condition). Their hemodynamic response was measured with functional magnetic resonance imaging, using a sparse sampling event-related paradigm. Speech intelligibility was assessed via a forced-choice auditory identification task throughout the scanning session.

**Ressonância Magnética**

Como funciona a máquina?

- Campo magnético produz-se ao fazer circular a corrente eléctrica através de uma liga de titânio e nióbio.
- Os fios condutores são arrefecidos de modo a diminuir a resistência à passagem eléctrica.
- O arrefecimento é feito com hélio líquido atingindo temperaturas de -269° - próximo do zero absoluto.



**Como funciona a RM?**

O primeiro requisito é a existência de um campo magnético muito elevado

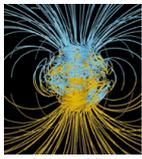
1 Tesla (T) = 10,000 Gauss

Campo magnético da Terra = 0.5 Gauss

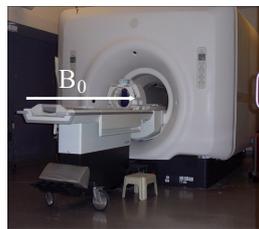
3 Tesla = 3 x 10,000 ÷ 0.5 = 60,000 x campo magnético da Terra!

Está sempre ligado!

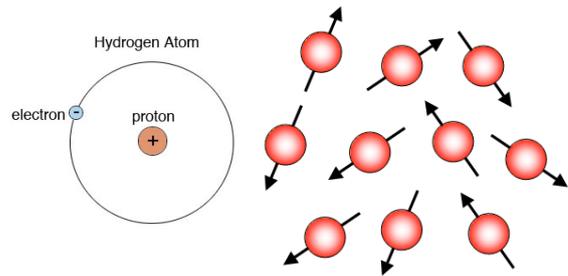
Campo magnético externo = B<sub>0</sub>



x 60,000 =

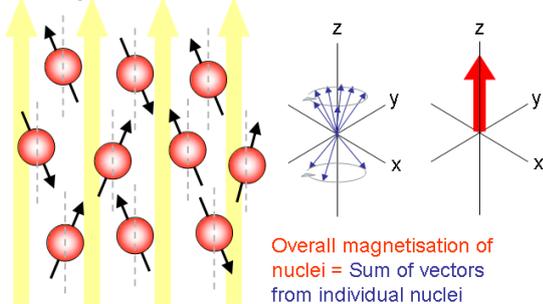


**Átomos de Hidrogénio**



<http://physiology-physics.blogspot.co.uk/2010/06/un-des-tandi-ng-basic-p-rincipi-es-of-htm>

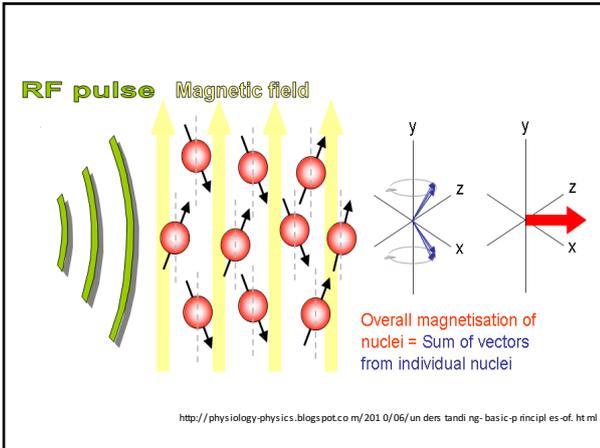
**Magnetic field**



<http://www.feedalive.com/science-feeds/p/physic-feeds/p/physiology-physics-wov-en-fine.html>



- 1) Uma vez iniciado o exame de RM é aplicado um pulso de Radiofrequência (RF) que é específico apenas para os átomos de Hidrogénio.
- 2) O sistema dirige o pulso para a área de interesse;
- 3) O pulso faz com que os prótons nessa área absorvam a energia necessária para forçar os átomos de hidrogénio a tomar uma direcção específica – a isto se chama **RESSONÂNCIA**



**Noção de Ponderação: T1, T2, DP**

**Regra Geral:** T1: "líquidos" hiposinal – escuro - Anatomia  
 DP: "líquidos" isosinal – cinzento  
 T2: "líquidos" hipersinal – branco - Patologia  
 T2\*: 'fMRI' ~ função cerebral

**RM Convencional**

- T1 (anatomia): rápida aquisição, excelente detalhe das estruturas (substância branca e cinzenta)
- T2 (patologia): aquisição mais lenta, menor resolução que em T1, excelente para detectar patologias.

Legend for T1 and T2 scans:

T1	CSF	calcium	grey matter	white matter	bone marrow	fat	melanin
T2	bone	fat	white matter	grey matter	CSF	brain edema	water

Additional labels: blood > 48hrs

**RM Funcional (fMRI)**

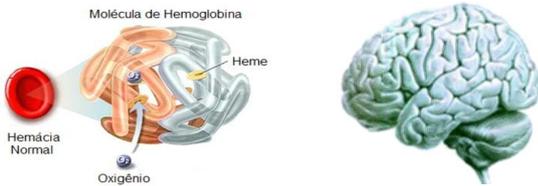
- Técnica que permite medir a atividade cerebral através da detecção de modificações locais de fluxo sanguíneo e de oxigenação do sangue que ocorrem em resposta à atividade neuronal.
- É **não invasiva** e não envolve radiação
- Tem boa resolução espacial e temporal
- Mede o sinal **BOLD** – *Blood Oxygenation level dependent*.

**Sinal BOLD -Blood Oxygenation level dependent**

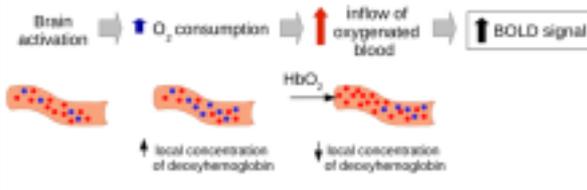
- A hemoglobina quando oxigenada não apresenta propriedades magnéticas mas quando **desoxigenada comporta-se como um pequeno ímã**.
- São estas propriedades magnéticas que criam pequenas diferenças no sinal da RM.

**Sinal BOLD -Blood Oxigenation level dependent**

•Porquê a medição do sinal BOLD?

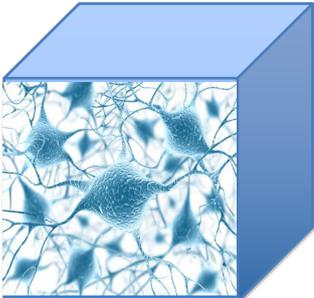


↑actividade neuronal  
↑necessidade de oxigénio  
↑fluxo sanguíneo

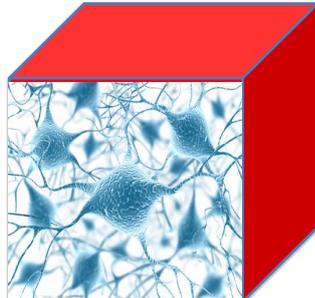


(Almeida et al., 2017)

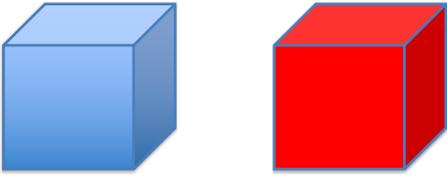
Quando há maior actividade neuro eléctrica e neuro química há maior aporte sanguíneo.



Quando há maior actividade há maior aporte sanguíneo.



A fMRI detecta estas as variações porque um voxel com muito oxigénio (vermelho) é menos atraído pelo campo magnético do que um sem tanto oxigénio (azul).



**O Cérebro é Barulhento!**

O cérebro está constantemente activo, constantemente a receber e a processar informações!



**Então como retirar os dados?**

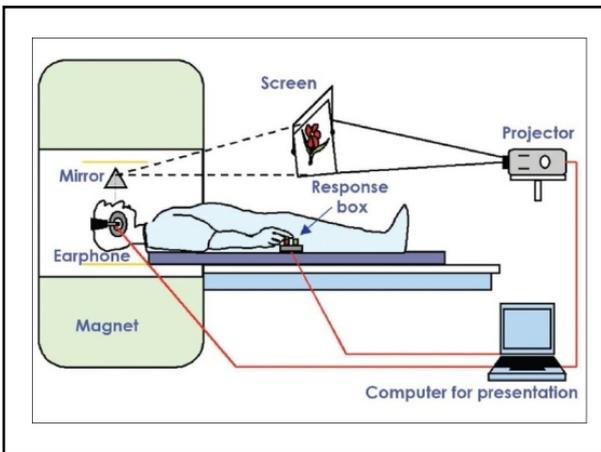


**Tarefa A** **Tarefa B**

A subtração de um bom contraste pode eliminar muito ruído.

**Método da Ressonância magnética funcional (fMRI)**

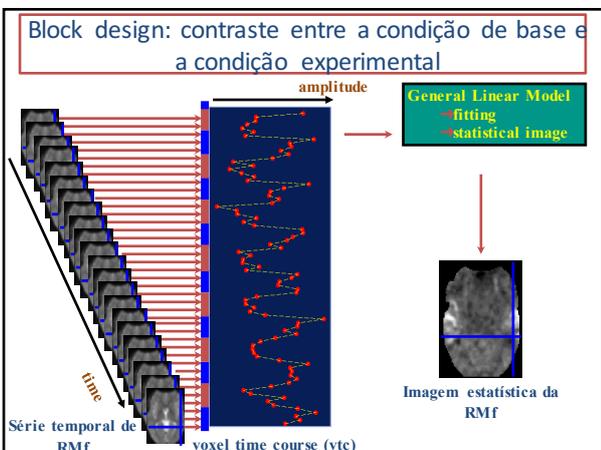
- Apresentação visual ou (auditiva) do material estímulo
- Diferentes métodos de apresentação dos estímulos: *block design* ou *event design*
- Aquisição de dados comportamentais serve para controlar a atenção e colaboração do examinado

**Exemplo de um paradigma usado na RMf**

Processos (cognitivos) envolvidos

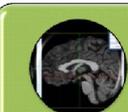
- Percepção visual
- Descodificação do estímulo visual
- Activação da representação conceptual
- Acesso ao léxico
- Processo da decisão
- Resposta motora



**E depois?**



conversion to AC-PC alignment

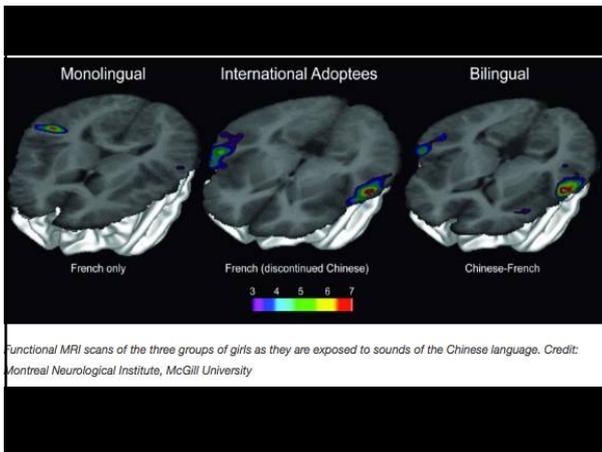
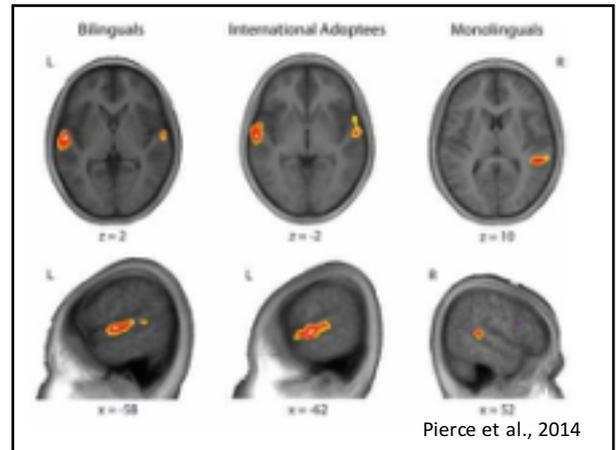
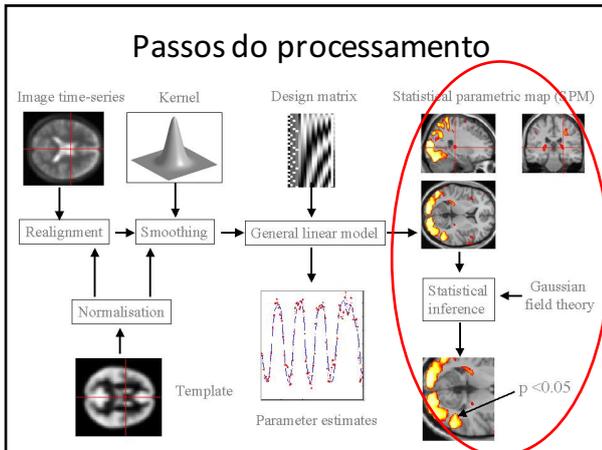


conversion to Talairach space



application of Talairach atlas

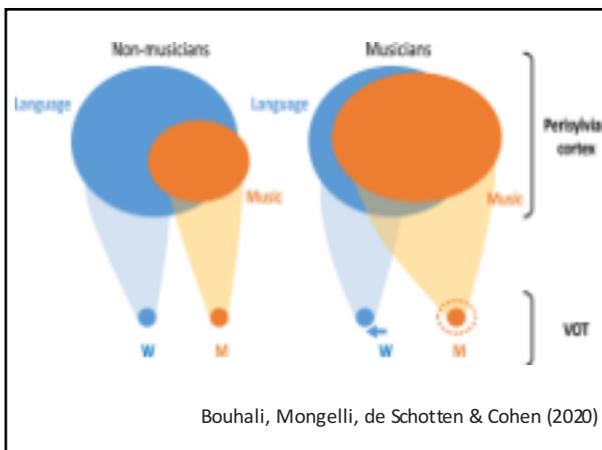




Reading music and words: The anatomical connectivity of musicians' visual cortex

Florence Bouhali<sup>1,2</sup>, Fabrice Mongelli<sup>1,2</sup>, Michel Théoret de Schotten<sup>1,2</sup>, Laurence Cohen<sup>1,2</sup>

“Musical expertise had a double impact on the connectivity of the music region. First, **music tracts were significantly larger in musicians** than in non-musicians, associated with marginally higher connectivity to perisylvian music-related areas. Second, the **spatial similarity between music and word tracts was significantly increased in musicians**, consistently with the increased overlap of language and music functional activations in musicians, as compared to non-musicians.



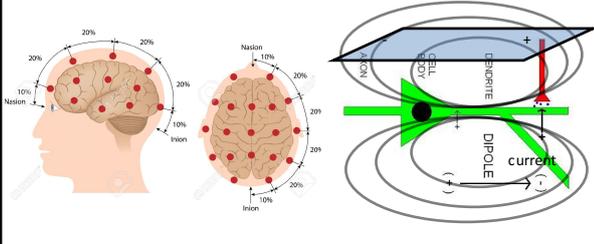
### Electroencefalograma (EEG)

Instrumento utilizado para medir a actividade eléctrica dos neurónios através de electrodos.

Kassin, Essentials of Psychology - ©2004 Prentice Hall Publishing

## Electro-Encefalografia (EEG)

- Mede a corrente eléctrica originada pelas áreas corticais
- Mede através de eléctrodos no crânio e do tecido



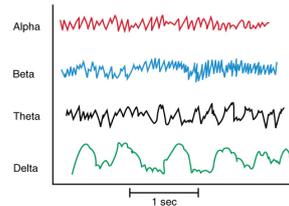
## Electroencefalograma (EEG)

- **O que mede?**
  - Mudanças eléctricas num grupo de neurónios
- **Como é medido?**
  - Diferenças entre dois electrodos
- **Que tipos de variações podem ser medidas?**
  - Alterações durante o sono, certas patologias neurológicas
- **Como são medidas estas variações?**
  - Frequência, Amplitude e Tipos de onda específicos

## EEG

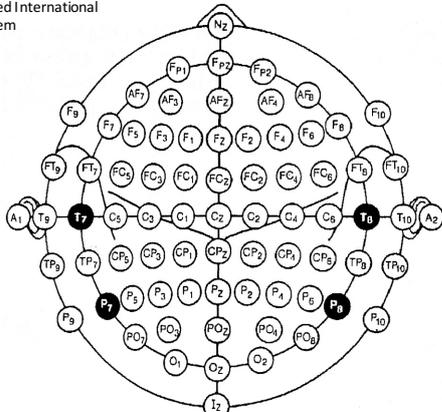
- Para que o sinal eléctrico consiga ser detectado por um elétrodo de EEG através do crânio, é necessário obter um sinal e sincronizado de um conjunto de neurónios:
- Que se comportam do **mesmo modo**, ao **mesmo tempo**;
- **Mesma orientação** para que o polo negativo e negativo não se anulem ao mesmo tempo.

## Electroencephalogram (EEG)



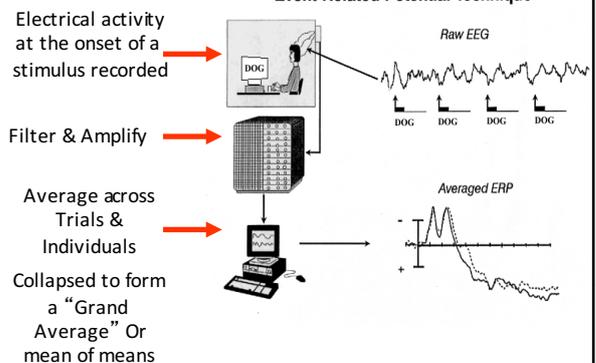
- Brain waves are millions of nerve action potentials in cerebral cortex
  - diagnosis of brain disorders (epilepsy)
  - brain death (absence of activity in 2 EEGs 24 hours apart)
- Alpha -- awake & resting
- Beta -- mental activity
- Theta -- emotional stress
- Delta -- deep sleep

1994 Revised International 10/20 System



American Electroencephalographic Society (1994)

### Event-Related Potential Technique

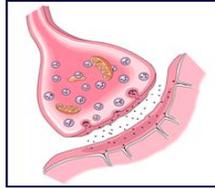


## De onde vêm estes Potenciais?

• Não são potenciais de Acção...

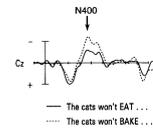
-Excitatory PostSynaptic Potential's

-Inhibitory PostSynaptic Potential's

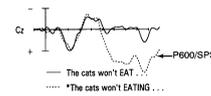


• Os ERPs reflectem a actividade sincronizada de um conjunto de neurónios no córtex e são igualmente sensíveis ao tronco cerebral e à actividade talâmica.

## EEG e Linguagem



**N400** = ERP "component" related to **meaning**  
 - Bigger when words meaning doesn't fit context  
 - Bigger for unfamiliar words  
 - May reflect amount of work required to integrate with context



**P600** = ERP "component" related to **form**  
 - Bigger when word not of expected type for a position in a sentence  
 - Sometimes called Syntactic Positive Shift (SPS)

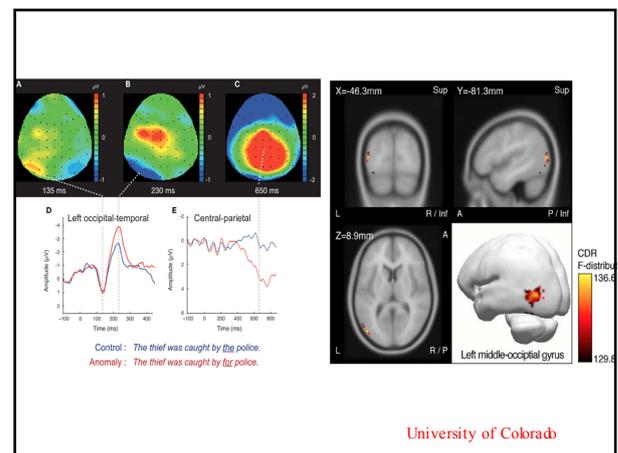
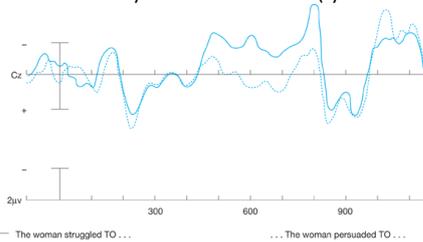
Can evoke both at once

## EEG e Linguagem

• Neurophysiology of language in the intact brain

– ERP studies

• The P600: Syntactic Positive Shift (syntactic violation)



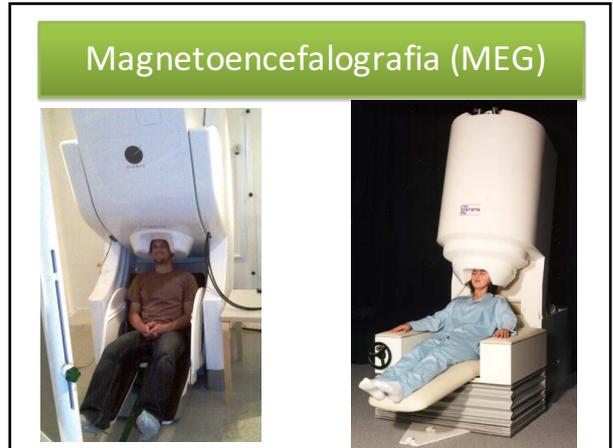
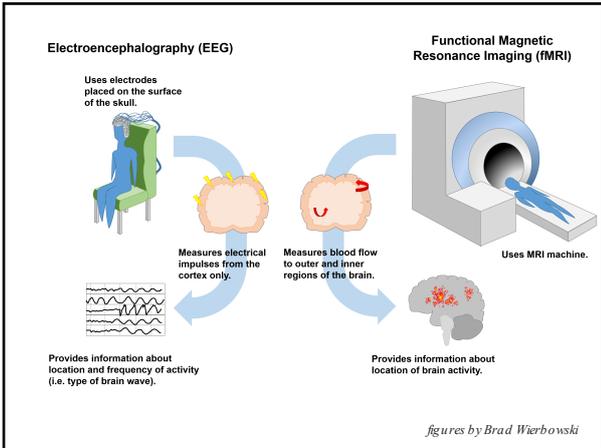
University of Colrad

## Precauções no uso ERP

- Não determina **Onde** apenas **Quando**
- Não mede toda a actividade cerebral
- Só pode ser utilizado em contexto

## EEG

- **Vantagens:**
  - Relativamente fácil de administrar
  - Barato
  - Elevada resolução temporal (milissegundos)
- **Desvantagens:**
  - Difícil de interpretar (ruído, artefactos)
  - Não mede activação subcortical
  - Fraca resolução espacial



**Magnetoencefalografia (MEG)**

- Corrente eléctrica dos neurónios cria campos magnéticos localizados.
- MEG mede as mudanças no campo magnético local a partir do escalpe e via bobinas super-condutoras. (Super-conducting coils (SQUIDS)).

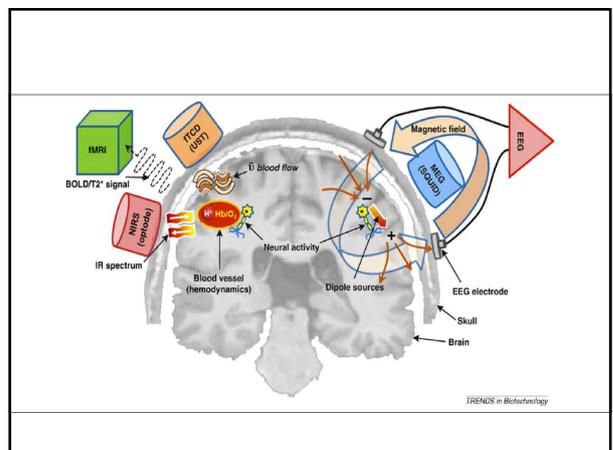
**Magnetoencefalografia (MEG)**

- Medição dos campos magnéticos associados à actividade eléctrica cerebral.
- Técnica não invasiva que permite seguir, à semelhança da EEG, a evolução dos processos electrofisiológicos na escala do milissegundo.
- Com o auxílio desta técnica, é possível localizar regiões funcionais do córtex cerebral, com uma **resolução espacial superior à da EEG** e avaliar a integridade das vias de transmissão de sinais.
- **Aplicações Clínicas:** localização funcional pré-cirúrgica e a localização da actividade epiléptica.

(Trindade, 2004)

**Sumário**

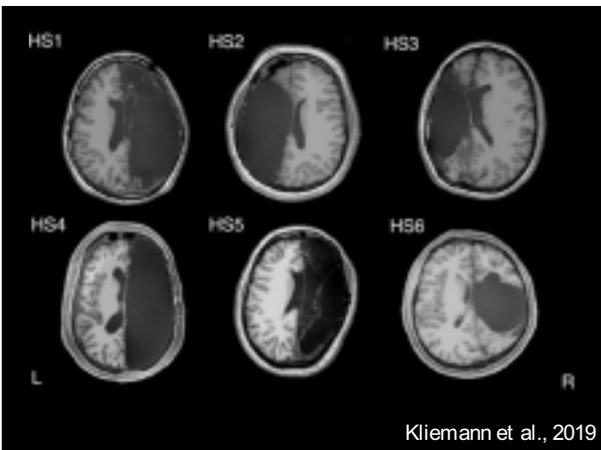
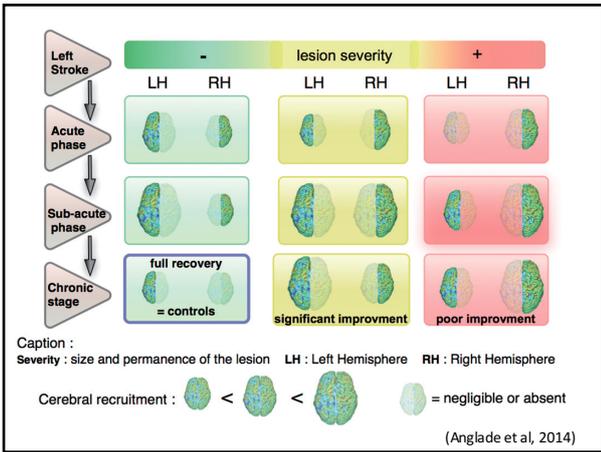
- As técnicas de Neuroimagem criam mapas anatómicos e/ou funcionais do Cérebro.
- As abordagens mais comuns para medir a actividade neuronal/sinal hemodinâmico são o EEG, MEG, PET e fMRI.
- A utilização de técnicas de neuroimagem envolvem a relação entre o benefício para a investigação/clínica e os parâmetros económicos.





### Papel do HD vs HE

- Maior activação no hemisfério direito em doentes com afasia quando comparados com controlos (Cao *et al.*, 1999);
- Áreas perilesionais mais eficientes na recuperação de funções linguísticas (Zahn *et al.*, 2004; Richter *et al.*, 2008, Fridriksson *et al.*, 2010);
- Tempo de Evolução
- Importância da dimensão da lesão (Crosson *et al.*, 2007)
  - Lesões pequenas: HE
  - Lesões extensas: HD



### Intrinsic Functional Connectivity of the Brain in Adults with a Single Cerebral Hemisphere

**Graphical Abstract**

**Functional networks**

Controls      Hemispherectomy

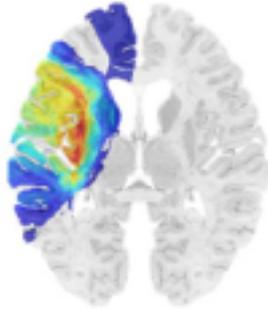
**Authors**  
Dorit Kliemann, Ralph Acosta, J. Michael Tysicki, ..., Kinya Kato, Julie Dobson, Lynn R. Paul

**Correspondence**  
dortik@uab.edu

**In Brief**  
Kliemann *et al.* present resting state neuroimaging data in six adults with childhood hemispherectomies, compared to controls. They find an intact functional organization into canonical networks, yet identify an increase in communication between networks—a possible characterization of functional reorganization in hemispherectomy.

This study provides evidence on the neural reorganization that produces compensated cognition after the surgical removal of one hemisphere.

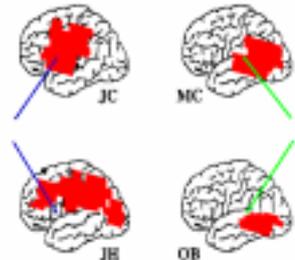
Lesão vs Função



Teoria Tradicional:

JC will have Broca's and MC will have Wernicke's Aphasia

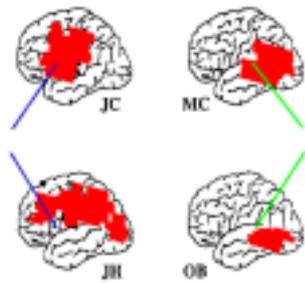
JH and OB will not have aphasia



Dronkers et al. (2000)

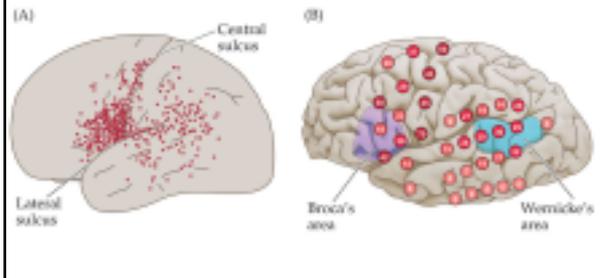
Realidade!

- Neither JC or MC has Aphasia
- JH has Broca's and OB has Wernicke's Aphasia.

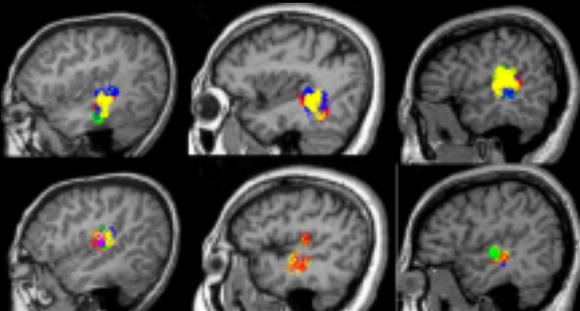


Dronkers et al. (2000)

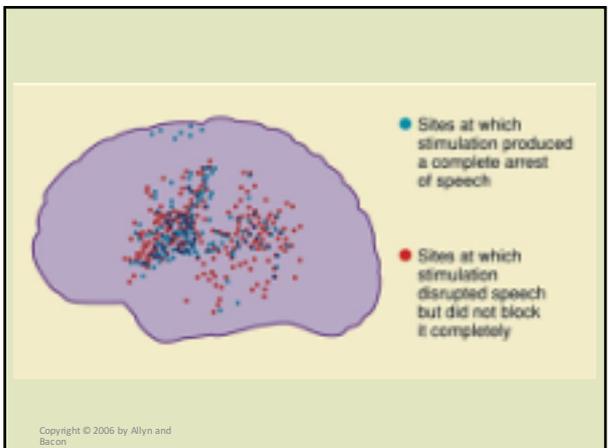
Variabilidade individual da representação da linguagem



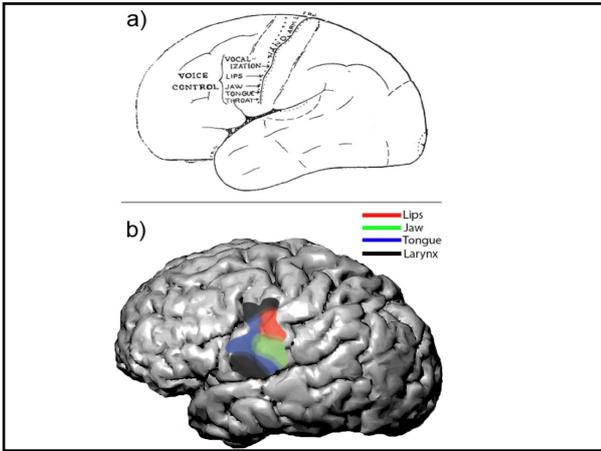
Variability in location of Wernicke's area (different subjects)



From MEG lab, UT Houston



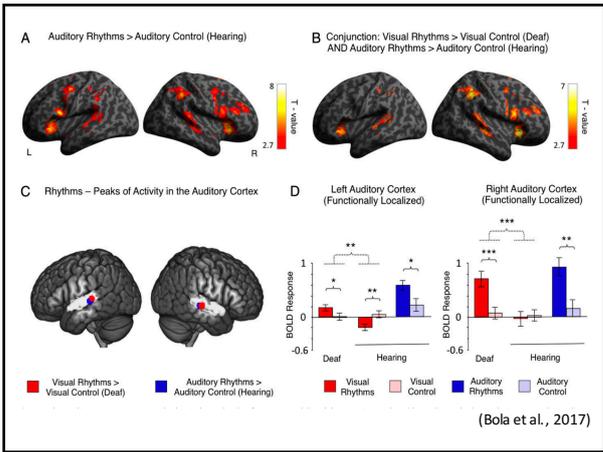
Copyright © 2006 by Allyn and Bacon



### Compreensão e Produção verbal: Mecanismos Cerebrais

- Mas... Ouvir palavras também desencadeia automaticamente os mecanismos motores da fala!
- O circuito dos **neurónios em espelho** parece desempenhar um papel muito importante na compreensão e produção do discurso.

### Neurónios em Espelho



### fMRI + DTI + TMS

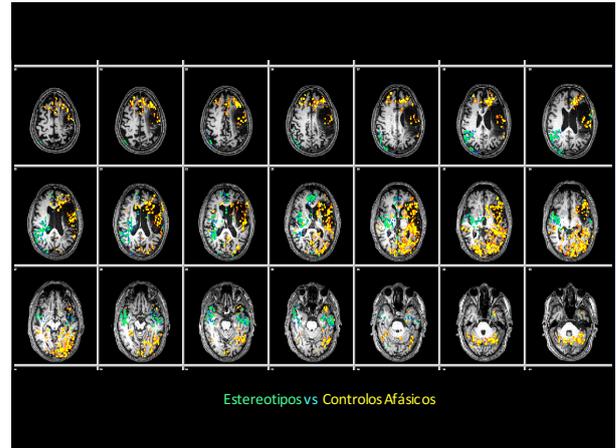
- Que áreas são activadas durante a produção do estereotipo?
- Que conexões ainda estão preservadas entre as áreas da linguagem?
- Inibição efectuada através de TMS melhora o desempenho?

### Estereotipo?

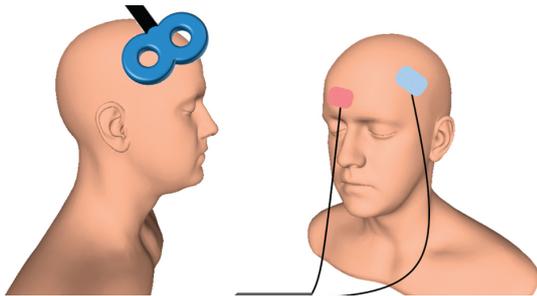
- Verbal stereotype** or **stereotyped utterances** (Alajouanine, 1956, Luria, 1980, Kaczmarek, 1984)
- Recurrent** or **recurring utterances** (Jackson 1874, Code, 1982, Poeck et al. 1984, de Bleser & Poeck 1985)
- Speech automatism** (Huber, Poeck, Weniger & Willmes, 1983, Mcelduff & Drummond, 1991)

## Recurring Utterances

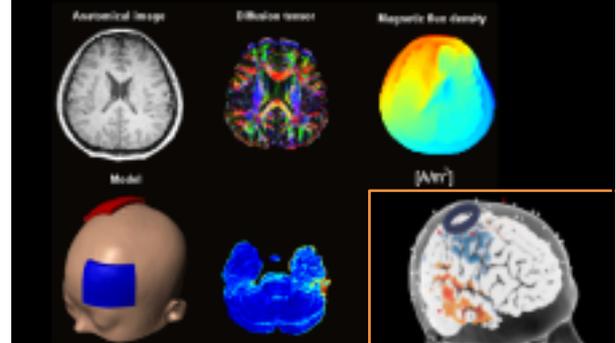
<p>H. Jackson</p> <p><b>Non propositional Language</b></p> <p><b>Mediated by RH</b></p>	<p>C. Code</p> <p>Real words recurring utterances (RH)</p> <p>And nonmeaningful recurring utterances (LH)</p>	<p>Blanken &amp; Marini</p> <p>Same patient with both RU?</p> <p>Same pathological mechanisms</p> <p>But where?</p>
---	---	---



## Tipos de Neuromodulação

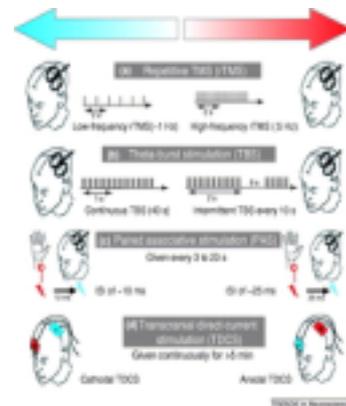


## Neuroestimulação e Neuromodulação



## Recente?

- Século I DC: o médico Romano Scribonius Largus introduziu a utilização do peixe eléctrico "torpedo" no tratamento de cefaleias.
- Galeno refere a utilização do mesmo peixe no tratamento da epilepsia na infância (*De puer epileptico*).



## História da TMS

1985  
=  
1ª resposta motora  
em seres humanos  
após estimulação  
transcraniana do  
córtex motor



Barker, 1985

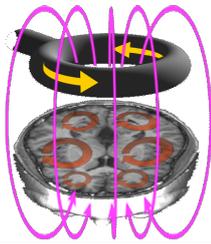
## Como Funciona?

- Uma corrente eléctrica passa por uma bobina que contém fios condutores no seu interior e que é colocada junto ao escalpe do doente.



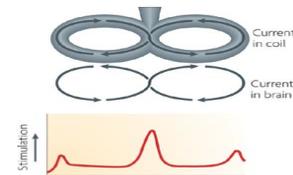
## Como Funciona?

- Um campo magnético é então produzido, o que segundo as leis originais de Faraday (1831), pode induzir um campo eléctrico no cérebro.



## Como Funciona?

- Este campo eléctrico produz (des)polarização das células nervosas, o que resulta na estimulação ou supressão da actividade cerebral local.



Nature Reviews | Neuroscience

## Como Funciona?

- A TMS pode ser aplicada com variações da intensidade, local e orientação do campo magnético.
- Quando aplicada repetidamente (do ponto de vista clínico) é usualmente referida como **rTMS**.

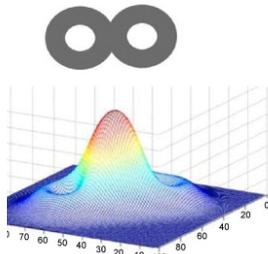


## Variáveis

- A resposta do cérebro à TMS, além de depender destas variáveis, depende do **formato da bobina**.
- Em geral há uma tendência para utilizar bobinas em **forma de 8**, por produzirem campos magnéticos mais focais quando comparados com outras bobinas (em forma de o, por exemplo).

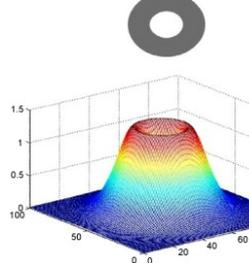
## Tipo de Coil?

Figure-of-Eight Coil



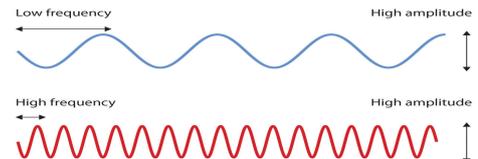
B

Circular Coil



- **Frequências baixas** (0.5, 1Hz) **diminuem** a actividade cortical (frequência inibitória)

- **Frequências Altas** (5, 10, 20 Hz) **aumentam a actividade cortical** da área estimulada (frequência excitatória)



## Diferentes Categorias

- **Diagnóstico** – Por exemplo, para medir a actividade de circuitos periféricos em casos de EM, ELA; para ajudar no mapeamento pré-cirúrgico);
- **Terapia** - Por exemplo, para o tratamento de perturbações psiquiátricas como a *Depressão Major*, Esquizofrenia; no tratamento do *Tinnitus*; no suporte à reabilitação pós AVC (afasias, hemiparésia, *neglet*), no tratamento da dor neuropática crónica.

## Efeitos Secundários

- **Comuns**: ligeiro desconforto no local da estimulação, dor de cabeça;
- Não deve ser utilizado em doentes com *pacemaker*;
- Pode induzir reacções vagais;
- **Raros**: Pode induzir crises convulsivas

Taylor et al., 2018

Di Iorio & Rossini, 2017



## Como se localizam as áreas?

- Definindo pontos na face (orelhas, ponta do nariz + câmara/receptor ultrassom, calcula a imagem da cabeça)
- Através dos dados da Ressonância
- Calibração da Coil
- Diversos *softwares* de navegação

## Aplicações Clínicas

- Depressão *Major*
- Epilepsia
- Alternativa ao teste de Wada
- Esquizofrenia
- Doença de Parkinson
- AVC (**Afasia** e Hemiparésia)
- (...)

## Mecanismo de Actuação da TMS

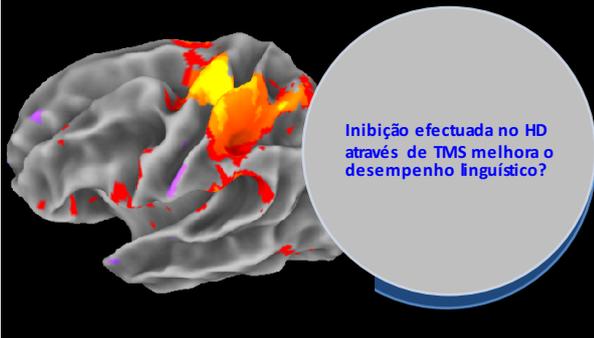
Modular a neuroplasticidade para influenciar o comportamento humano.



## Aplicações Clínicas

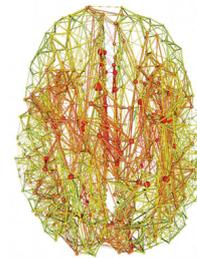
- Depressão *Major*
- Para doentes com depressão *major* que não responderam previamente a pelo menos dois fármacos distintos.
- Aprovado pela FDA
- Intervenção não sistémica, não invasiva
- Protocolo de estimulação no HE (frontal)

## TMS e Afasia



## Porquê o HD?

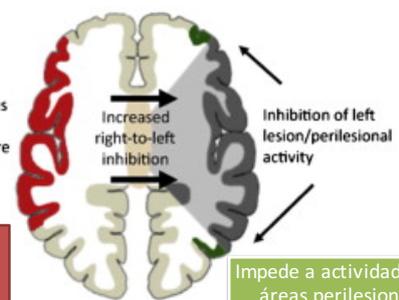
O HD poderá bloquear a possibilidade de se obter uma recuperação mais funcional?



## Inibição Interhemisférica!

(c)

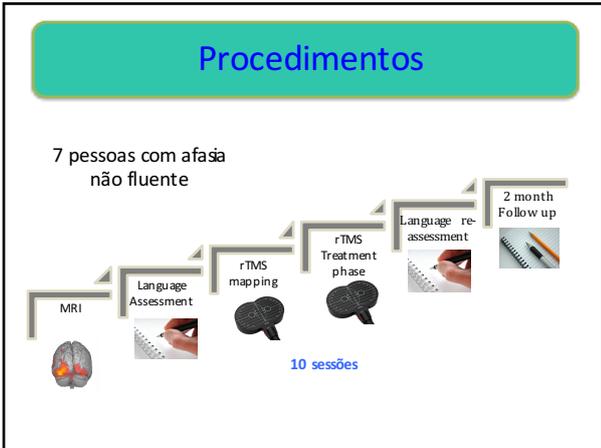
Deleterious right hemisphere activity



Aumenta a inibição do HD para o HE

Impede a actividade das áreas perilesionais

(Hamilton et al., 2011)



### rTMS

- Não substitui Terapia!
- Não funciona em todos os casos!
- **Potencia** Reabilitação!

## Considerações Finais

Não existe um único processo de recuperação da linguagem

Factores clínicos e biográficos interagem entre si.

Áreas perilesionais estão associadas a melhor prognóstico.

O mapeamento do processamento da linguagem é fundamental para compreender os mecanismos individuais de plasticidade.

## OBRIGADA!

Inês Tello Rodrigues  
inestellorodrigues@gmail.com