

Quando a divulgação científica vira aula: caminhos para o ensino de física

Carlos Alberto dos Santos

Professor Orientador MNPEF - UFERSA

cas.ufrgs@gmail.com



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Objetivo

Apresentar uma metodologia para transformar um texto de divulgação científica em material didático para a educação básica



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

<https://professorcas.com>



USANDO FONTES BIBLIOGRÁFICAS PRIMÁRIAS

AI-Generated

DADOS DIRETOS!

\$\$\$

TESTEMUNHO
EM
PRIMEIRA MÃO

Relato direto!

$$E=mc^2$$

CONECTÔMICA

OUVI DIZER...

VI NO SITE...

INTERNET

RUMORES:

Distância da Fonte.

Interpretação:

Fontes Primárias

- Artigos Originais
- Diários / Notas
- Documentos da Época

Fonte Primária
Confiável e Precisa!

Fonte Secundária
Podem ter Erros e Distorções.





Instituto de Física da UFRGS



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com



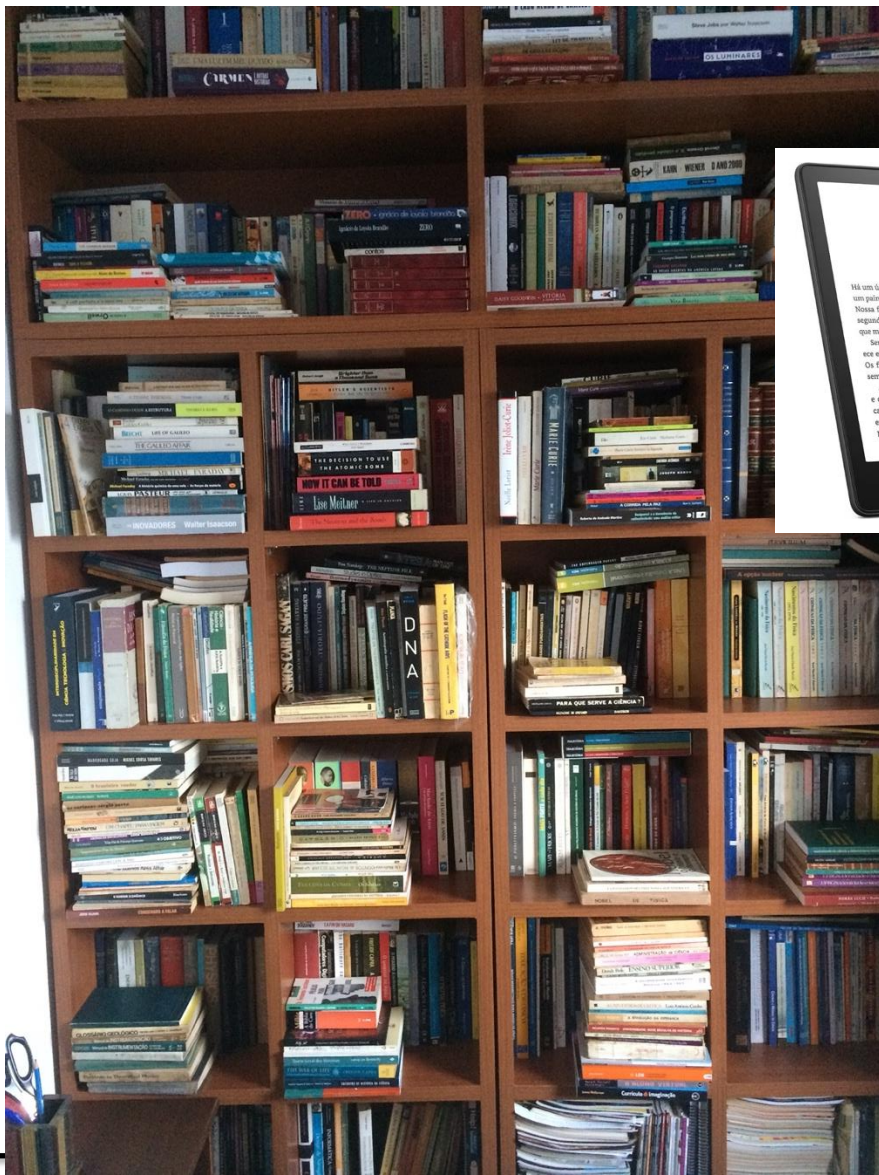
Instituto de Física da UFRGS



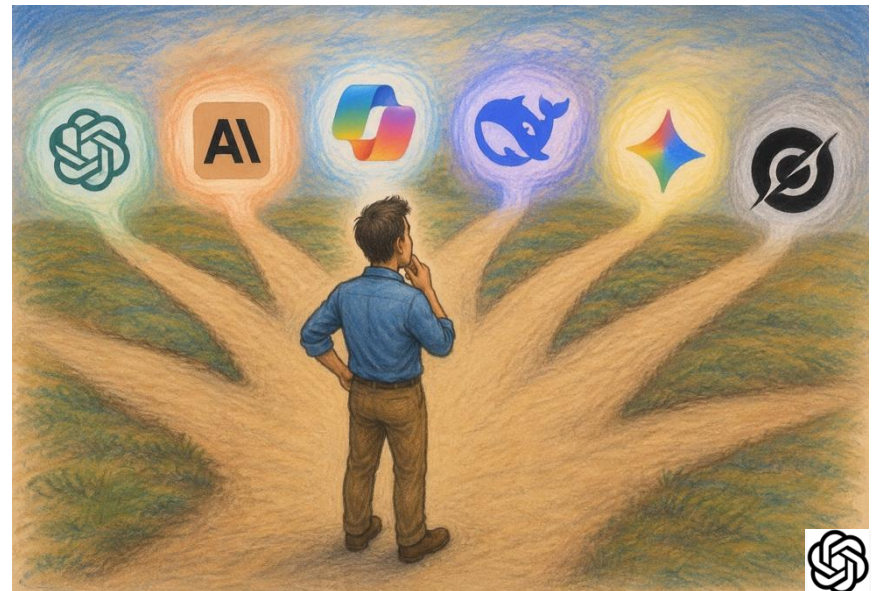
~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com



Google Acadêmico



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com



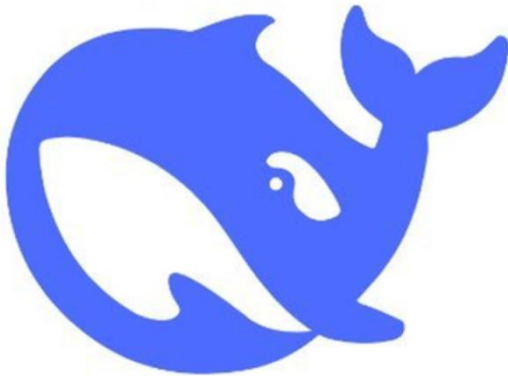
Chatgpt



Claude



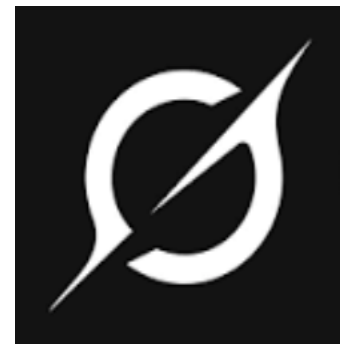
Copilot



DeepSeek

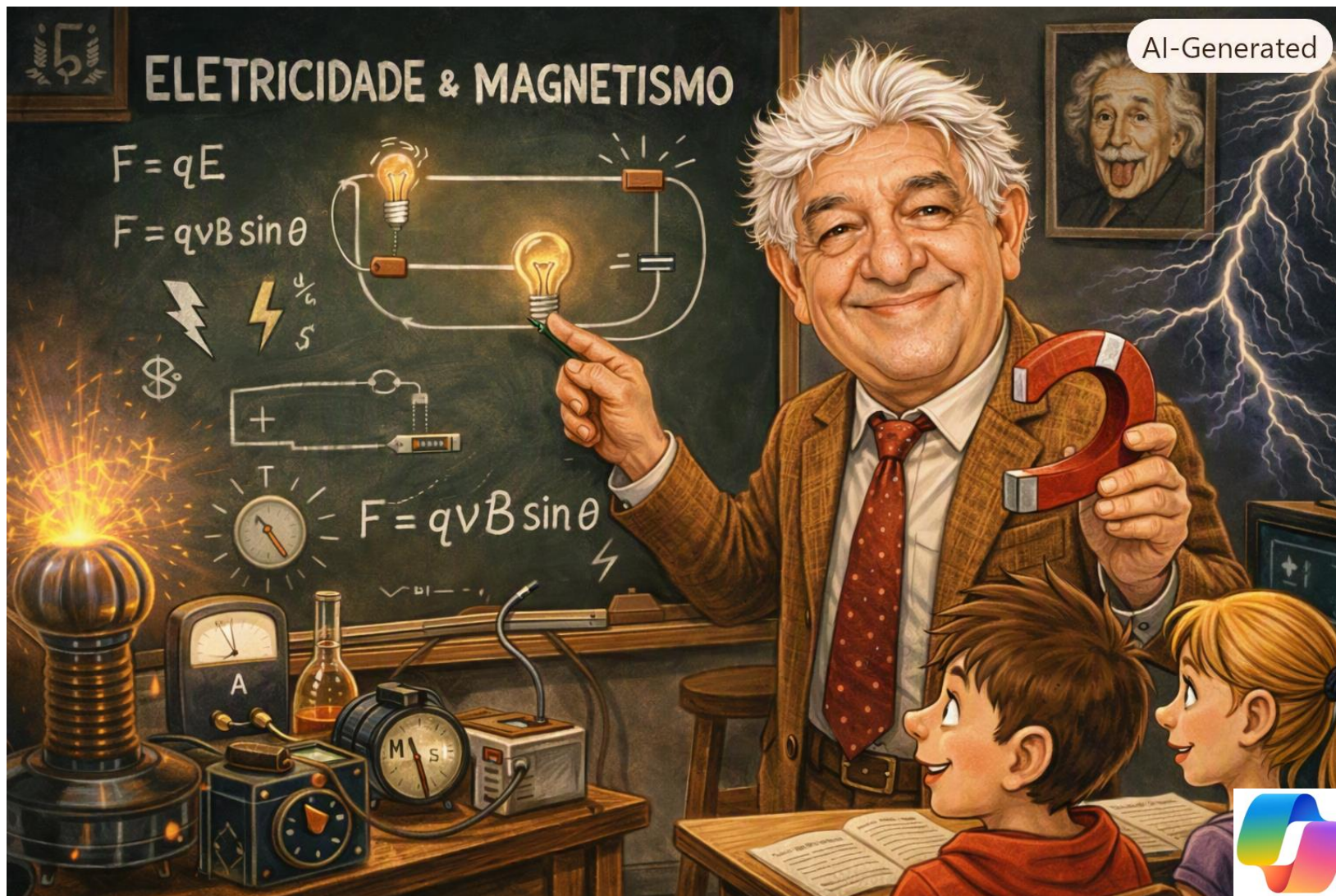


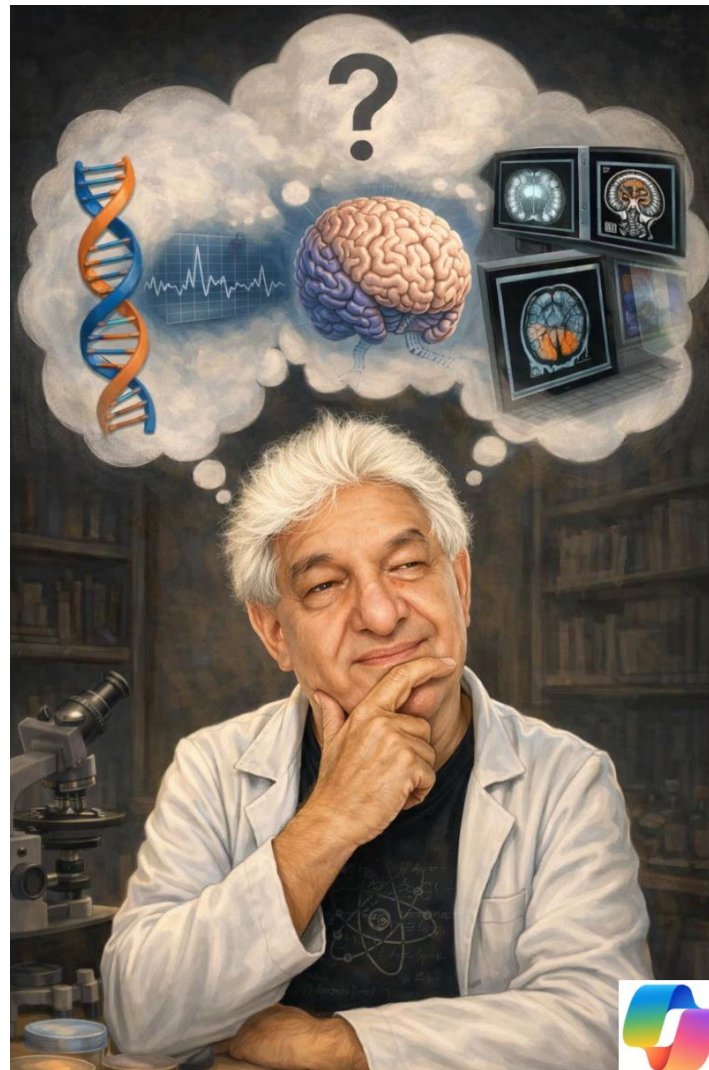
Gemini



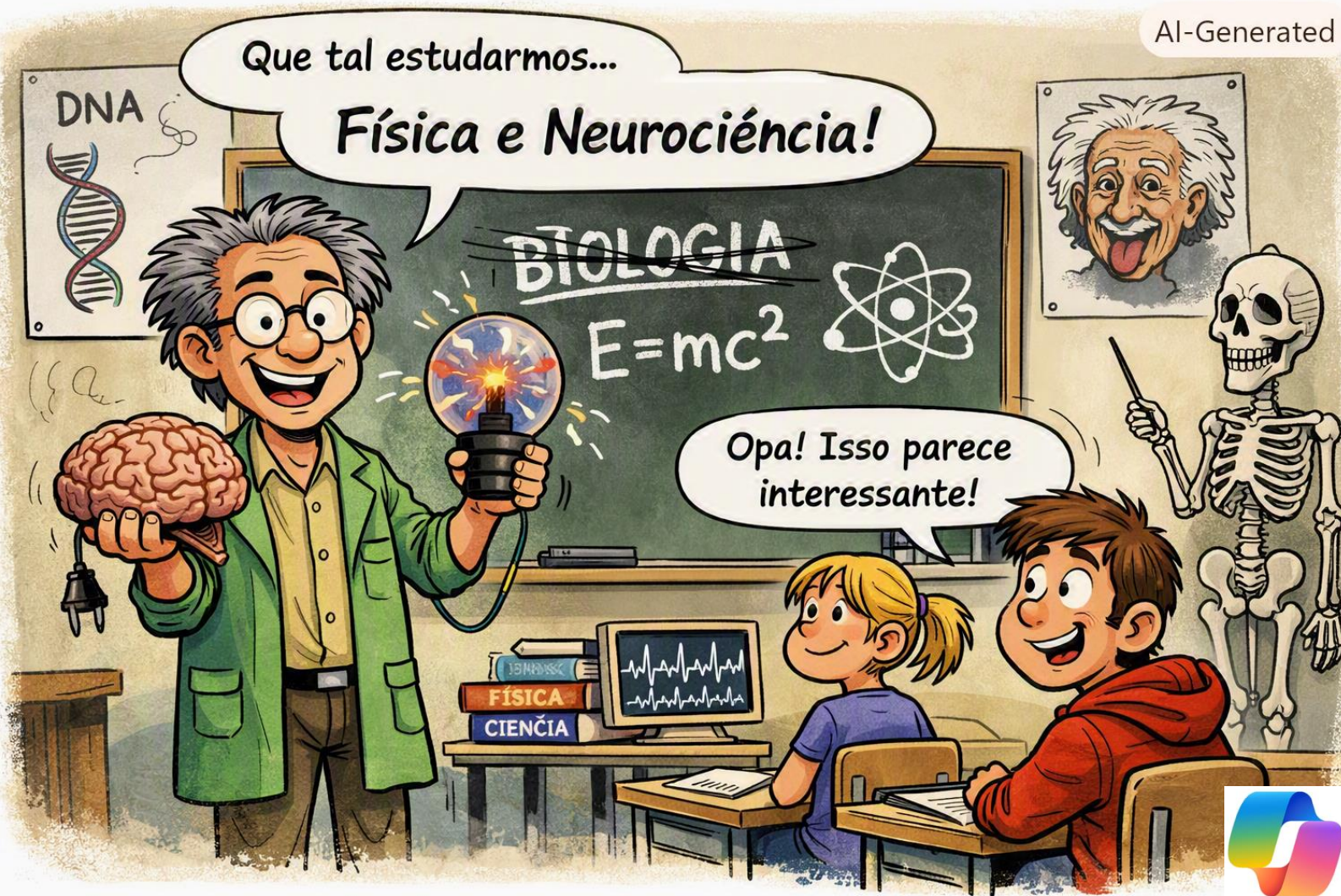
Grok

AI-Generated





AI-Generated





Revista Ciência Hoje

<https://cienciahoje.org.br> > coluna > fisica-e-neurocienc... ⋮

Física e neurociência: uma parceria virtuosa

Estimular neurônios, geralmente com sinais elétricos, é uma estratégia utilizada por neurocientistas desde os tempos do cientista italiano Luigi Galvani (1737- ...



SciELO Brasil

<https://www.scielo.br> > rbef ⋮

Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades ...

de G Brockington · 2021 · Citado por 14 — Atualmente, a **Neurociência** fornece um novo entendimento acerca de diferentes processos cognitivos e desvenda as propriedades neurais que dão suporte à...



Jornal da USP

<https://jornal.usp.br> > Ciências > Ciências Exatas e da Terra ⋮

Física ajuda a entender como redes de neurônios se ...

“É crescente a aplicação de conceitos e métodos de **física** a problemas de fronteira em **neurociência**. Tentamos ao máximo não violar o que acontece na vida ...

2010

CIÊNCIAHOJE ASSINE Login

Física e neurociência: uma parceria virtuosa

Carlos Alberto dos Santos

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Universidade Federal da Integração Latino-americana (Unila)



MACEIÓ • ALAGOAS

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com





Omniscient Neurotechnology

<https://www.o8t.com> > blog > connectomics

O que é conectômica?

1 de jul. de 2022 — **A conectômica é o estudo das conexões no sistema nervoso.** Ela explora como os neurônios no cérebro e no sistema nervoso estão conectados e ...

Traduzido pelo Google · [Ver original \(English\)](#)



Jornal da USP

<https://jornal.usp.br> > Ciências > Ciências Exatas e da Terra

Física ajuda a entender como redes de neurônios se ...

Física ajuda a entender como redes de neurônios se organizam ... “Nossa colaboração em ... físico são as simulações computacionais, o estudo da sincronização ...

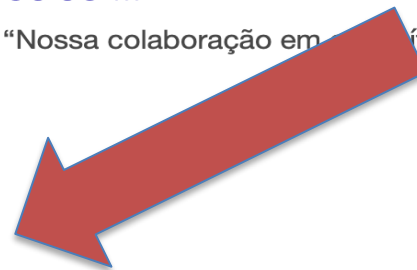


Revista Ciência Hoje

<https://cienciahoje.org.br> > coluna > conectomica-o-cer...

Conectômica: o cérebro sob investigação

A atividade cerebral pode ser examinada por diversas técnicas, todas elas complexas, já que envolvem a análise coletiva de várias partes do cérebro.



2013

CIÊNCIAHOJE

ASSINE Login



Conectômica: o cérebro sob investigação

Carlos Alberto dos Santos

Professor-visitante sênior da Universidade Federal da Integração Latino-americana



MACEIÓ • ALAGOAS

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

2013

CIÊNCIA HOJE ASSINE Login

Da coluna para a sala de aula

Carlos Alberto dos Santos

Professor-visitante sênior da Universidade Federal da Integração Latino-americana



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

A metodologia consiste essencialmente em uma **decodificação textual** do texto selecionado, por meio de **mapas conceituais** para apresentação esquemática do conteúdo a ser abordado em sala de aula.



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Minicurso no IV Simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia UTFPR, Ponta Grossa 27-29/11/2014



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Por decodificação textual entende-se simplesmente a extração e o tratamento formal de conceitos científicos e tecnológicos presentes nos textos. O procedimento resultará em uma coleção de palavras-chaves, que poderão ser estruturalmente organizadas em mapas conceituais.



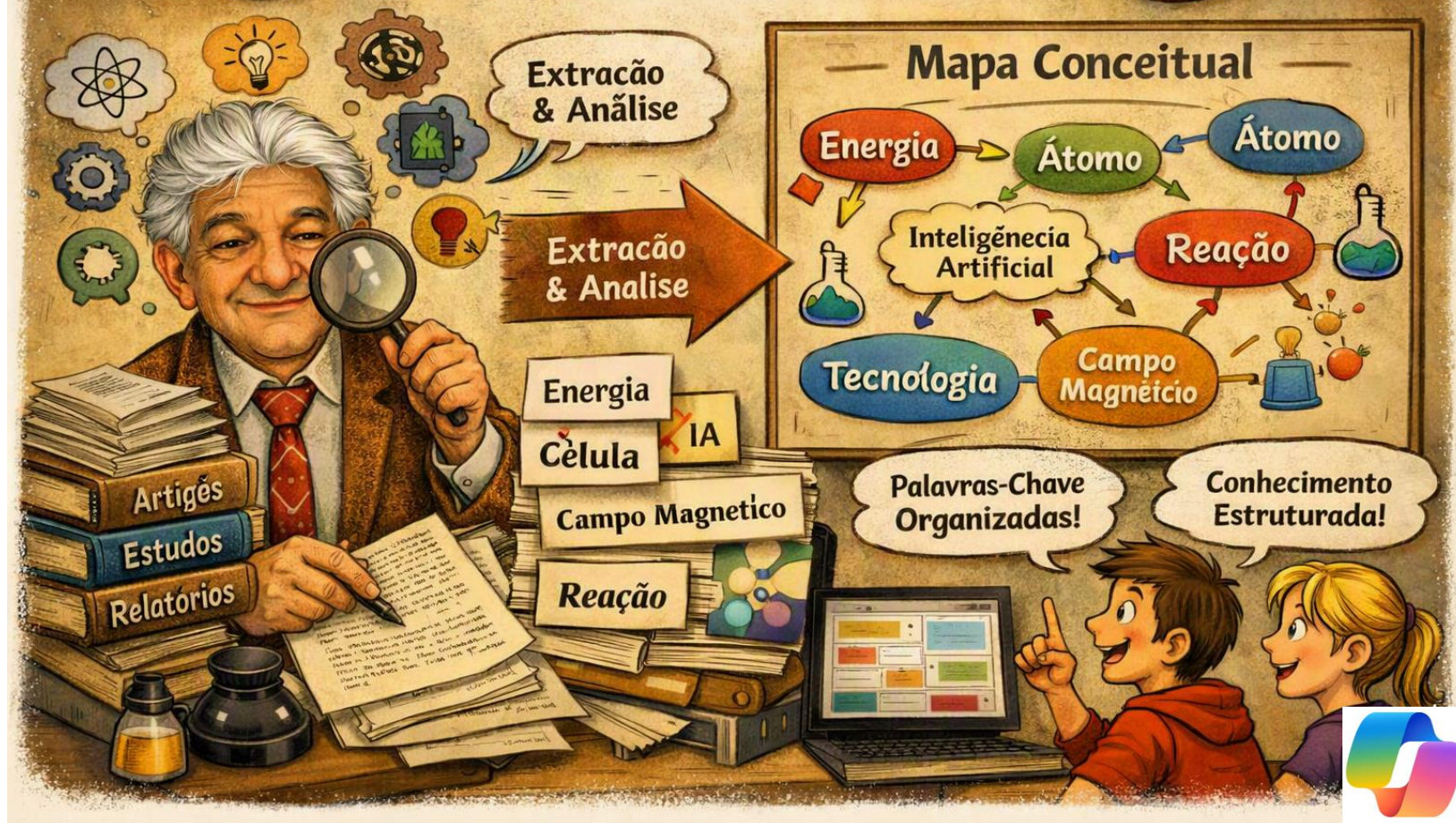
~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Decodificação Textual

AI-Generated



A **atividade cerebral** pode ser examinada por diversas técnicas, todas elas complexas (...) análise coletiva de várias partes do cérebro (...) **investigação reducionista**, em que apenas uma parte do cérebro é avaliada, tem pouca relevância na compreensão desse órgão (...) análise coletiva exige **abordagem interdisciplinar** (...) propriedades cerebrais emergentes (...) não podem ser explicadas por apenas uma das ciências da natureza (...)



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Acredita-se que grandes descobertas na **neurociência** advirão desse esforço interdisciplinar. Por isso, surpreende a resistência de muitos educadores de nossas universidades à introdução de abordagens pedagógicas interdisciplinares nos cursos de formação de profissionais das ciências da natureza.



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Assim como o trabalho colaborativo de físicos e químicos resultou no advento da **microeletrônica**, em meados do século passado, a atual colaboração entre biólogos, físicos e químicos está dando origem à **conectômica**, uma área de estudo dedicada ao **mapeamento das conexões neurais** no cérebro. Na prática, a microeletrônica tornou-se um negócio de engenheiros; a conectômica vai fazer parte do trabalho cotidiano de muitos médicos.



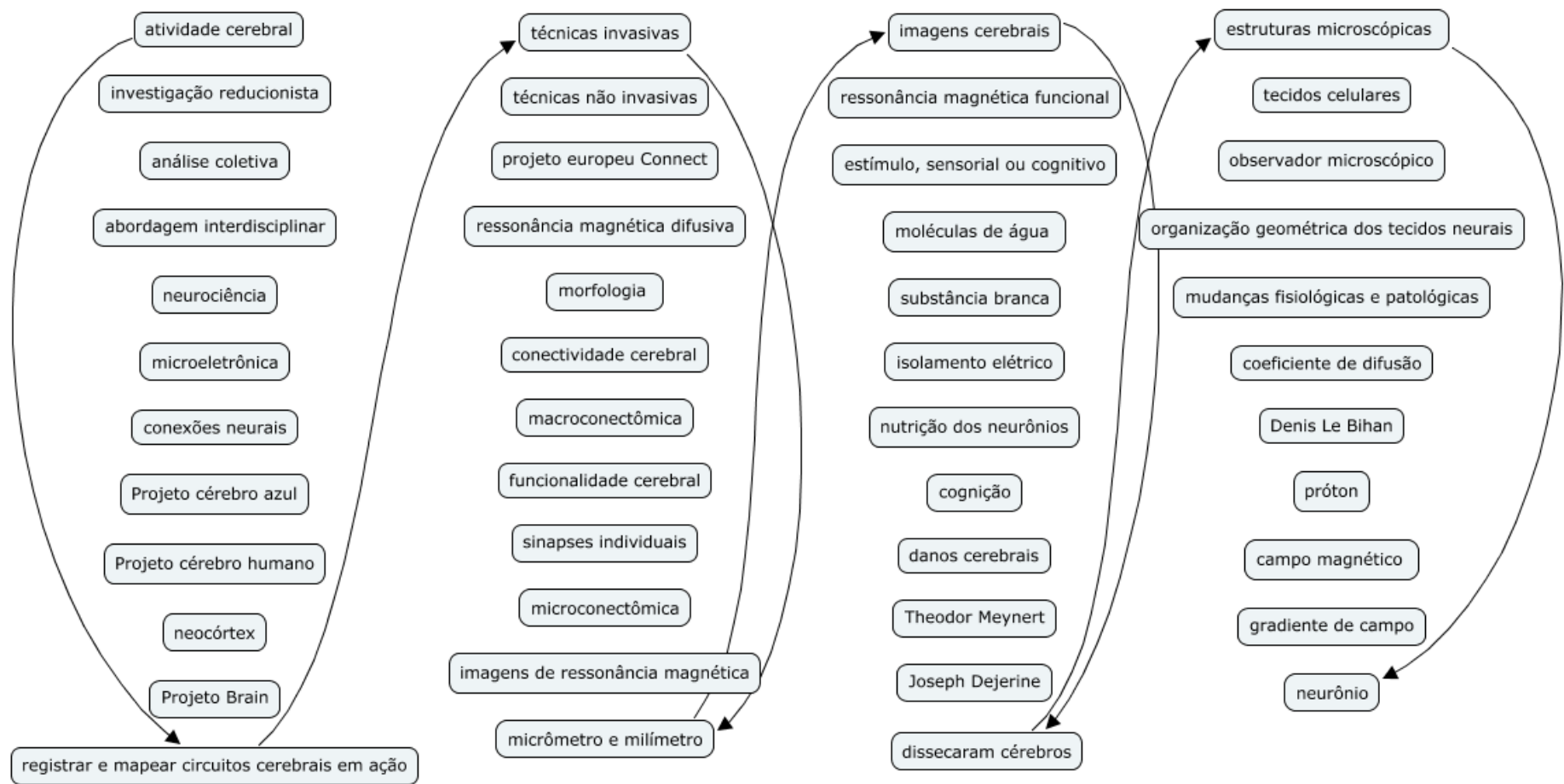
~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Todas as técnicas não invasivas de mapeamento cerebral baseiam-se em imagens de **ressonância magnética** (...) De todas as possibilidades de uso da ressonância magnética (...) duas se destacam: a **ressonância magnética funcional** (...) e a **ressonância magnética de difusão** (...).

CONECTÔMICA



coeficiente de difusão

Denis Le Bihan

próton

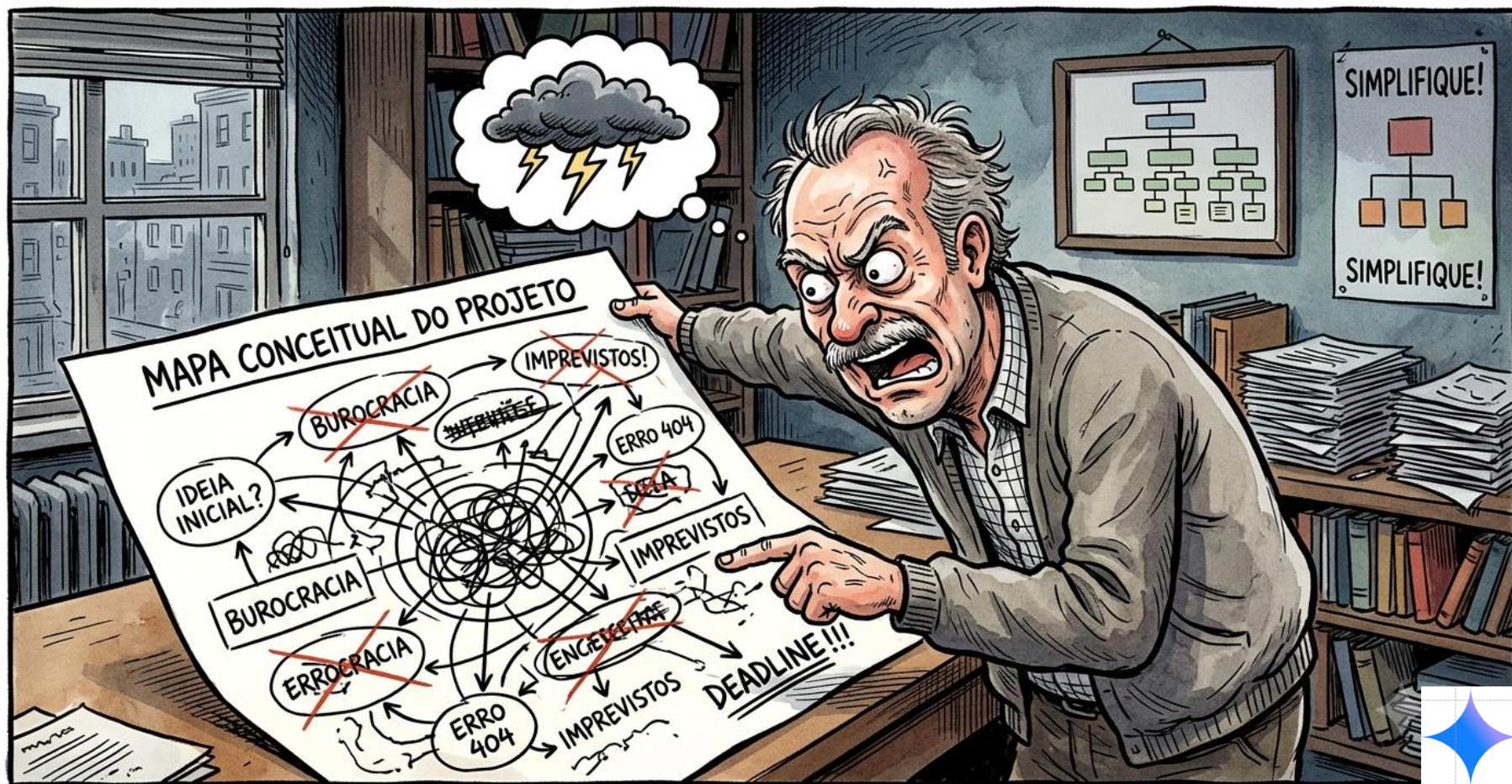
campo magnético

atividade cerebral

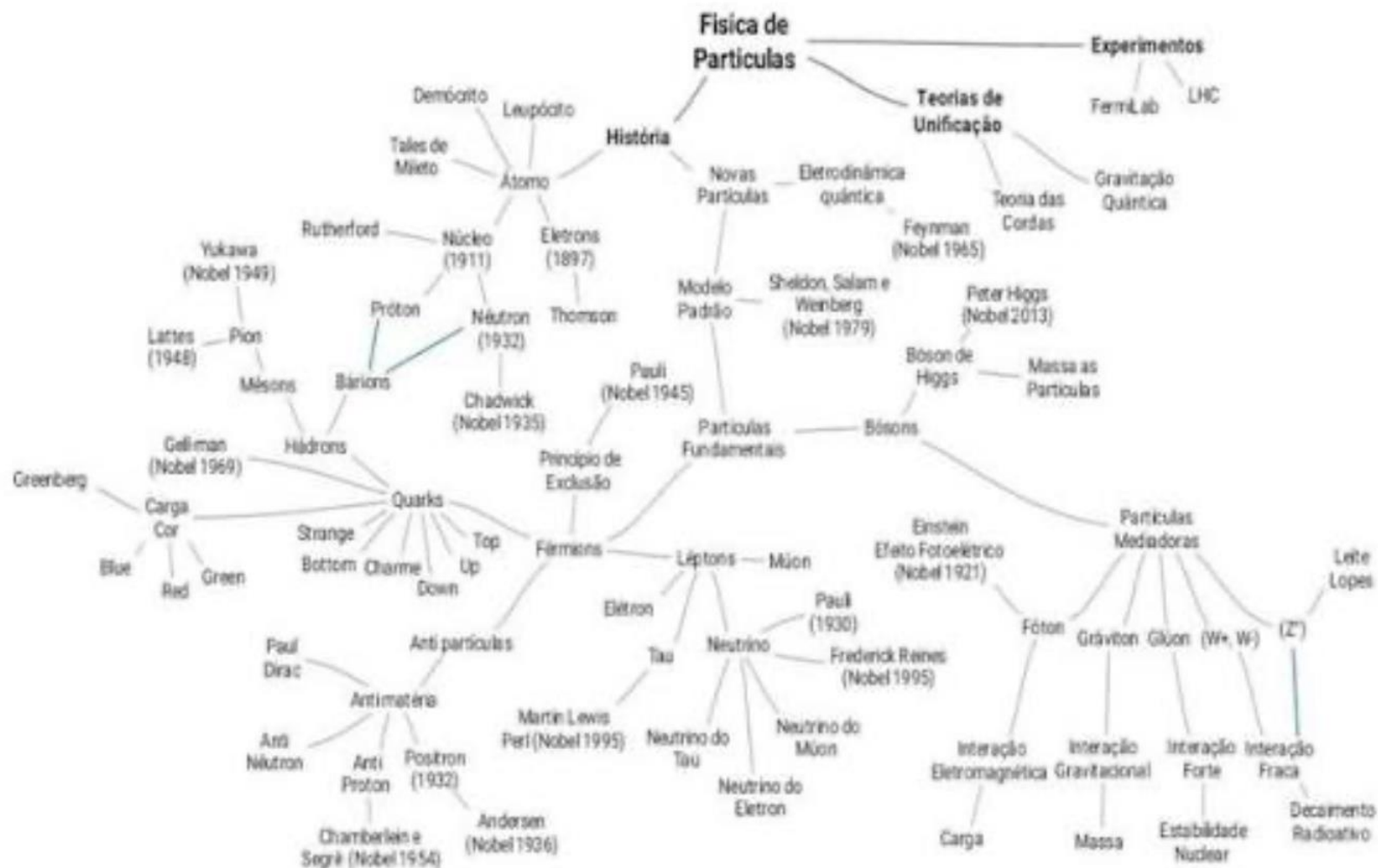
investigação reducionista

análise coletiva

abordagem interdisciplinar



QUANDO O MAPA CONCEITUAL É UM CONCEITO EM CAOS...



A TEORIA SUBJACENTE AOS MAPAS CONCEITUAIS E COMO ELABORÁ-LOS E USÁ-LOS*

THE THEORY UNDERLYING CONCEPT MAPS AND HOW TO CONSTRUCT AND USE THEM

Joseph D. Novak^{**}

Alberto J. Cañas^{***}

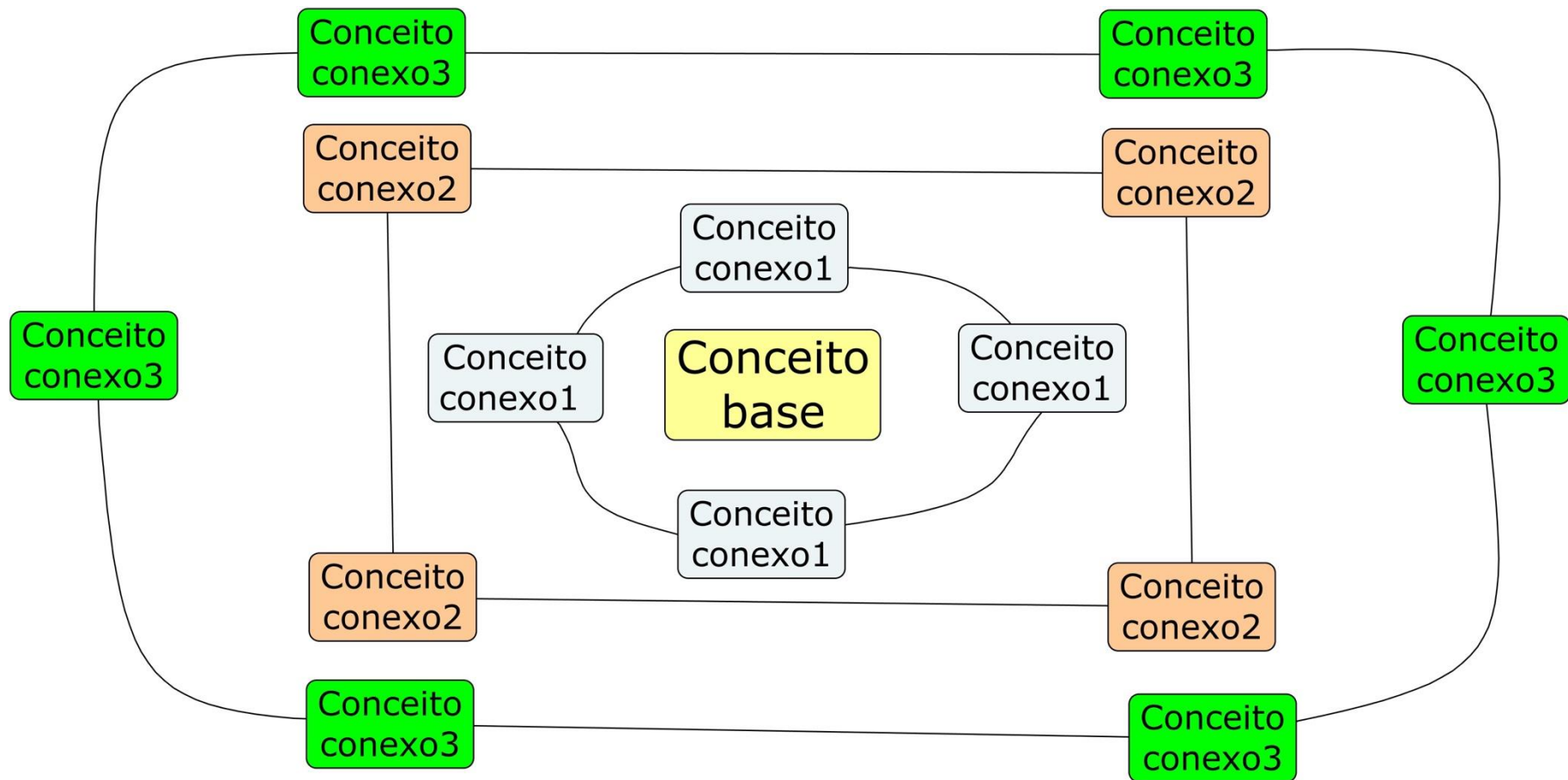
Práxis Educativa, Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29 , jan.-jun. 2010. Disponível em <<http://www.periodicos.uepg.br>>

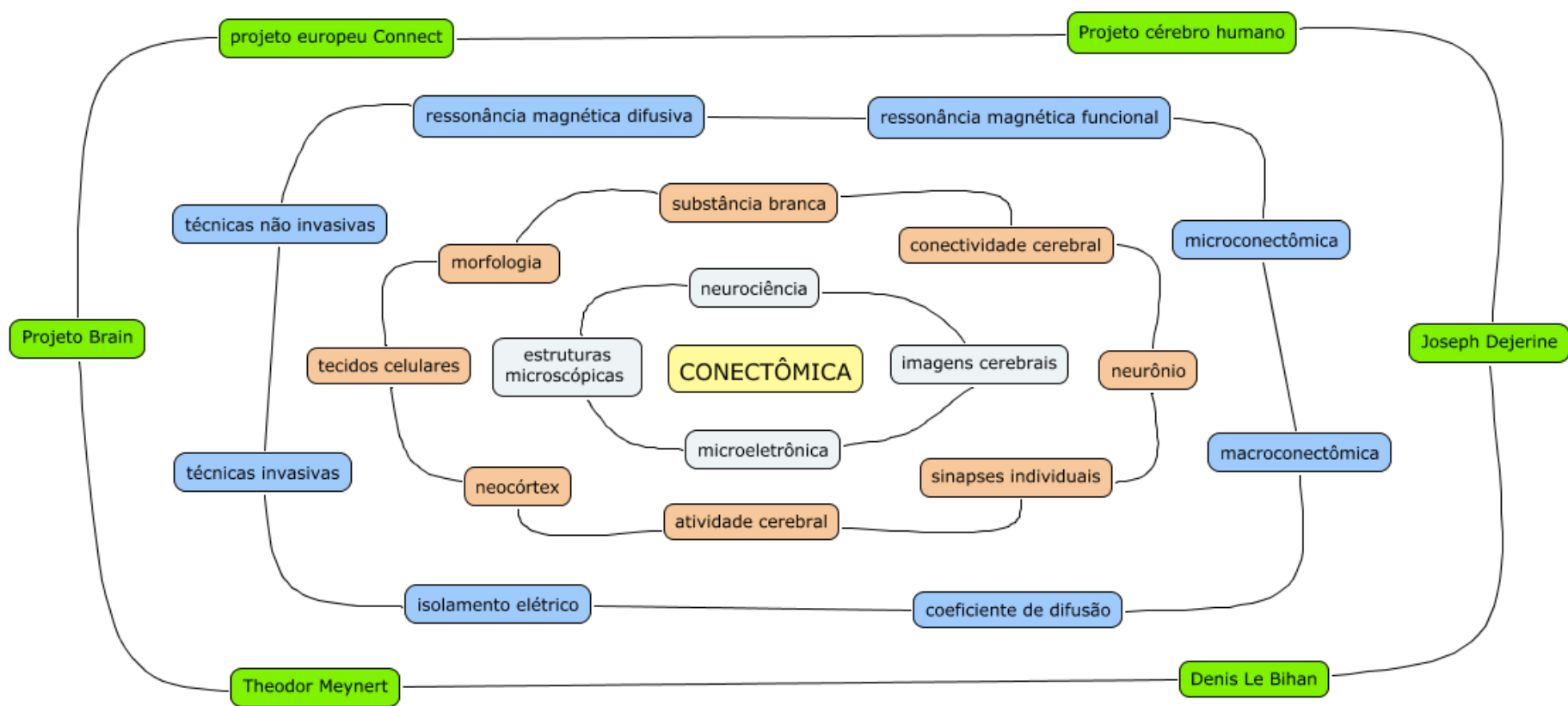


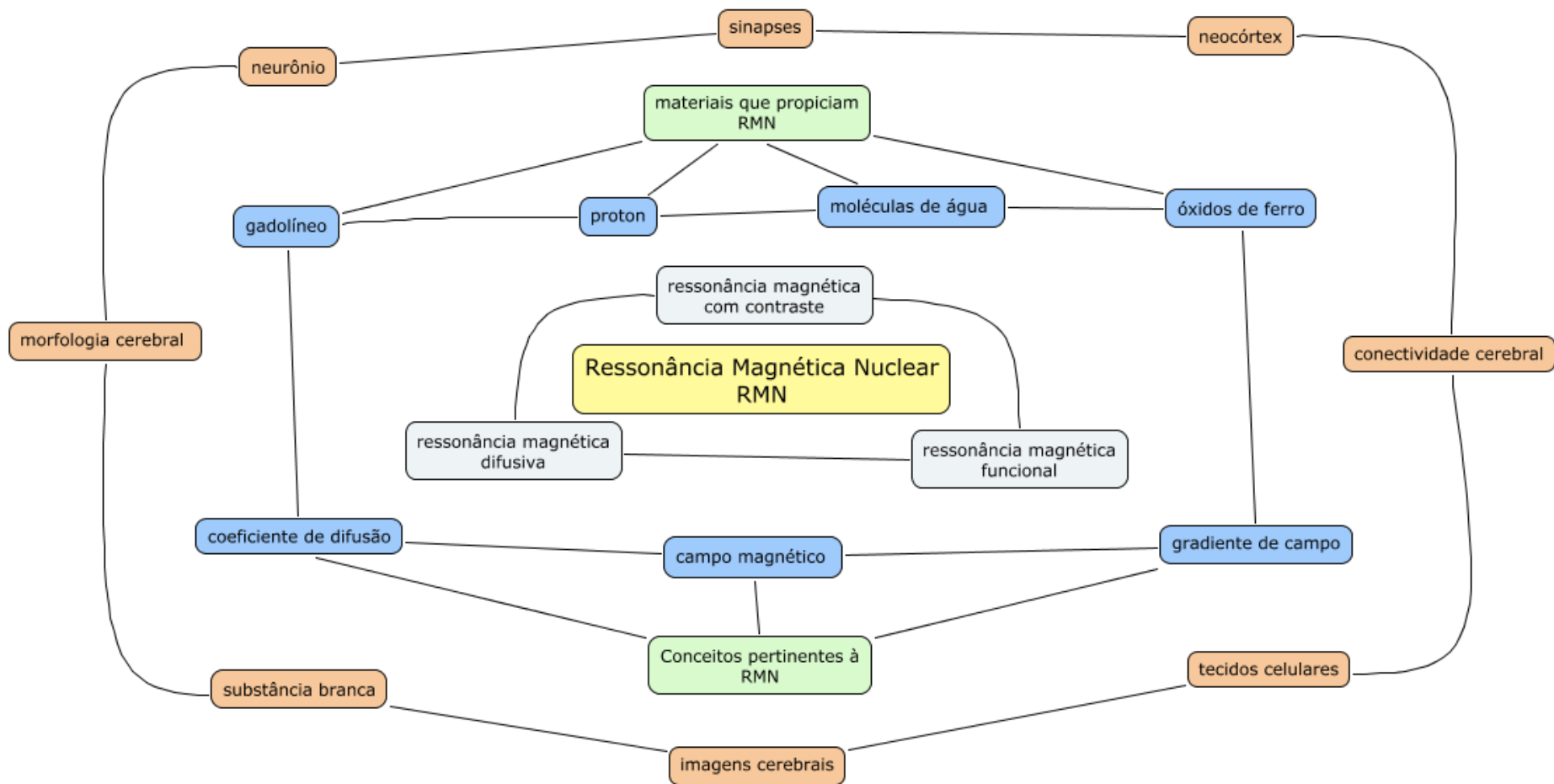
~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com









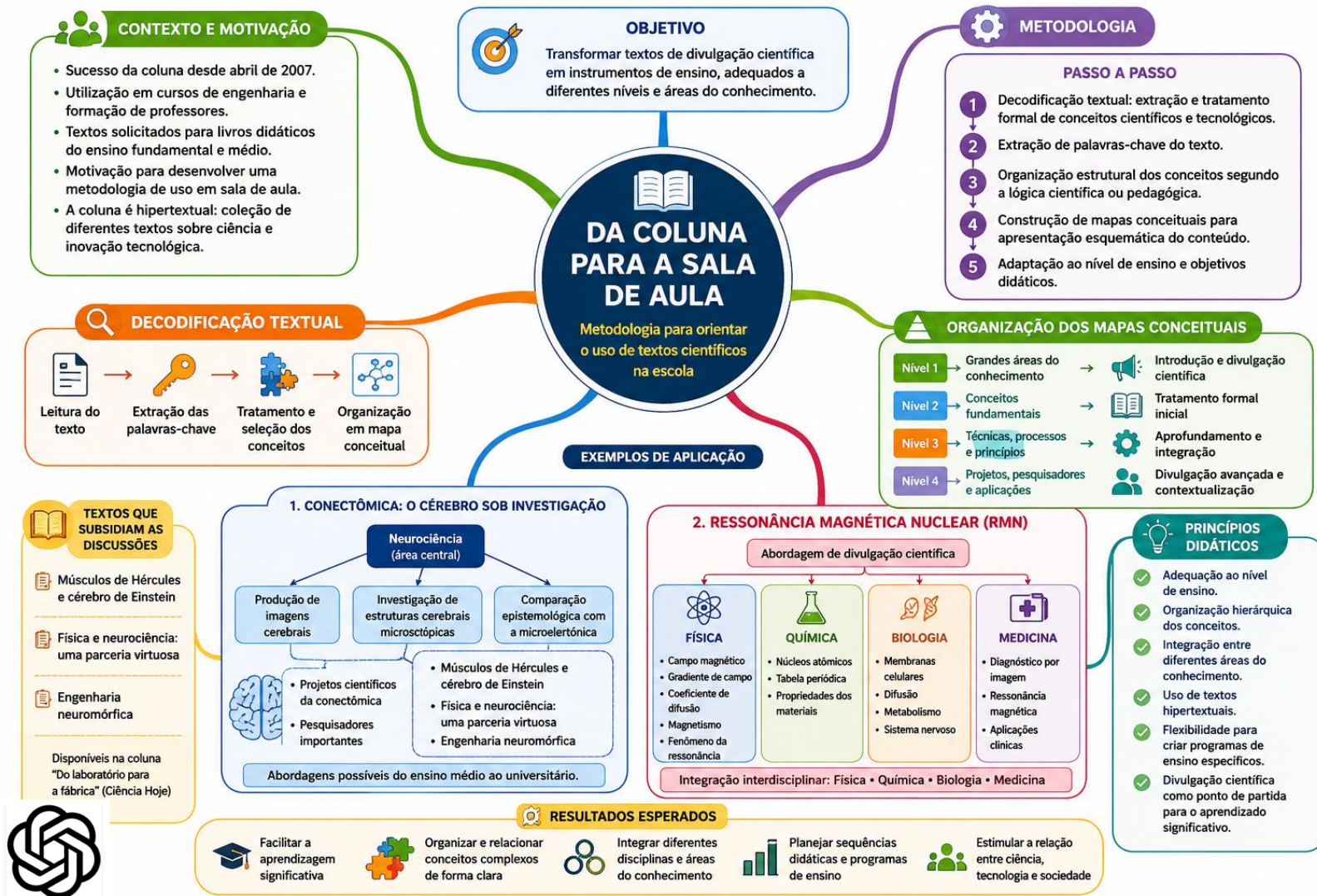
Fazer um mapa mental sobre o
texto publicado em
<https://cienciahoje.org.br/coluna/da-coluna-para-a-sala-de-aula/>

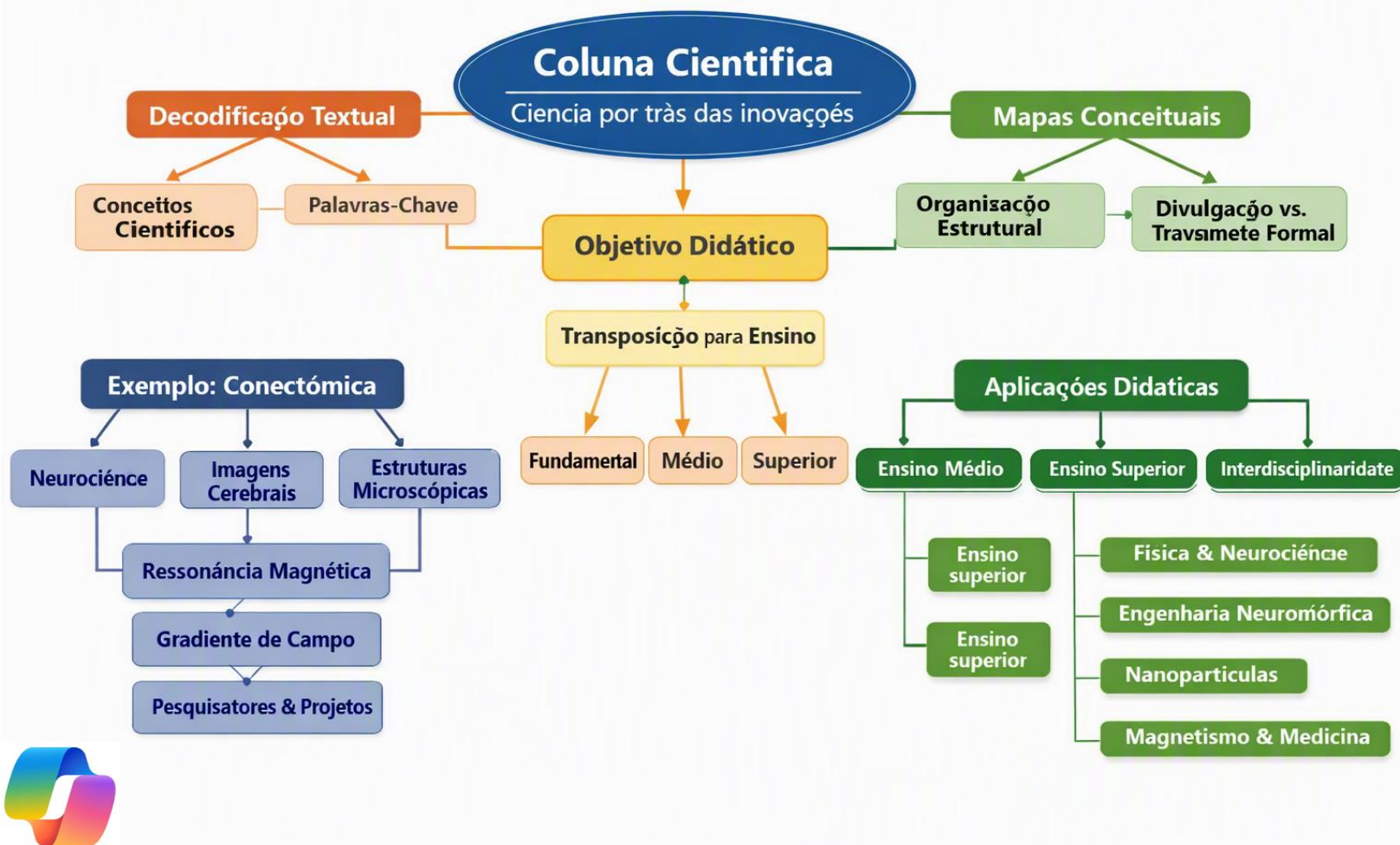


~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com





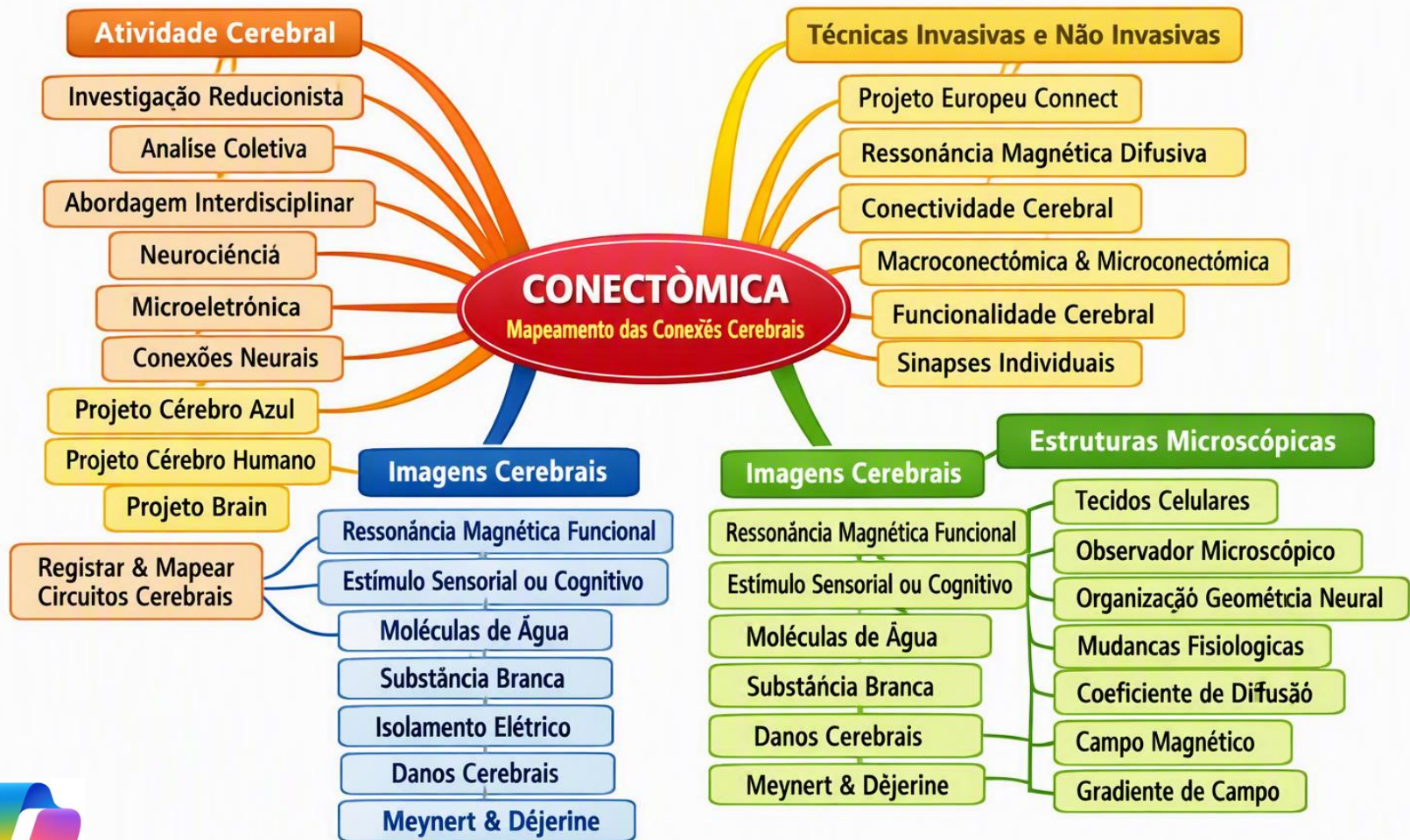
Fazer um mapa mental com as seguintes palavras-chaves



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com



Fazer um mapa mental com os resultados mais recentes sobre conectômica



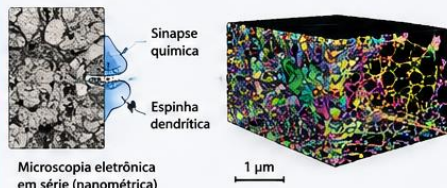
~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

1 MAPEAMENTO EM RESOLUÇÃO SINÁPTICA

Avanços recentes na reconstrução de circuitos neurais em escala cada vez maior e com maior detalhe.



De centenas de micrômetros cúbicos (anos 2010) para volumes próximos de 1 mm³ (2024–2026)

- Reconstruções de volumes de até ~1 mm³ com resolução sináptica em camundongos.
- Mapeamento de circuitos corticais completos (ex.: V1, somatosensorial).
- Milhões a bilhões de sinapses por estudo.
- Identificação detalhada de tipos celulares e conectividade específica.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA impulsiona todos os estágios da conectômica, da aquisição à interpretação.



Segmentação automática e reconstrução de neurônios

- Modelos Fundamentais (Foundation Models) treinados em grandes volumes de imagens.
- Reconstrução automática de neurônios e sinapses com alta precisão.
- Detecção e classificação automática de tipos celulares.
- Descoberta de padrões de conectividade e princípios organizacionais.

IA + Big Data = conectomas mais rápidos, precisos e interpretáveis

3 CONECTÔMICA FUNCIONAL

Integração entre estrutura, atividade neuronal e comportamento.



- Correlação entre conectividade e dinâmica de atividade.
- Mapas de circuitos envolvidos em comportamentos naturais.
- Conectômica de estados (vigília, sono, atenção).
- Modelos que ligam sinapses a funções cognitivas.

Do mapa estrutural para a compreensão da função dos circuitos.

4 NOVAS TECNOLOGIAS

Inovações que estão expandindo escala, velocidade e qualidade.



Mais escala, mais velocidade, menor custo por volume de tecido.

CONECTÔMICA

Mapeando as conexões que constroem o cérebro e a mente

5 APLICAÇÕES BIOMÉDICAS

Conectomas revelam circuitos alterados em doenças e abrem caminho para novas terapias.



Entender conexões para diagnosticar melhor e tratar com precisão.

6 GRANDES DESAFIOS

Apesar dos avanços, ainda há obstáculos científicos e tecnológicos importantes.



Ciência, tecnologia, dados e colaboração global são essenciais.

TENDÊNCIAS PARA OS PRÓXIMOS ANOS (2025–2030+)



CONECTOMA HUMANO COMPLETO

Projetos globais caminhando para mapas de alta resolução de regiões do cérebro humano.



IA EXPLICÁVEL E CAUSAL

Modelos que explicam princípios de organização e fazem previsões causais.



ATLAS CEREBRAIS ABERTOS E DINÂMICOS

Atlas multimodais, públicos e atualizáveis, integrando estrutura, função e genética.



NEUROCIÊNCIA DE REDES

Descoberta de leis universais de conectividade e sua relação com cognição e inteligência.



MODELOS DIGITAIS DO CÉREBRO

Simulações realistas para testar hipóteses e prever efeitos de intervenções.



RESEARCH ARTICLE

 Open Access



A novel method for PET connectomics guided by fibre-tracking MRI: Application to Alzheimer's disease

[Zhuopin Sun](#), [Sharon L. Naismith](#), [Steven Meikle](#), [Fernando Calamante](#) ,
[for the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative](#)

First published: 15 March 2024 | <https://doi.org/10.1002/hbm.26659> |

 **VIEW METRICS**

Um novo método para conectômica PET guiado por MRI de rastreamento de fibras: aplicação à doença de Alzheimer



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

Este estudo apresenta (...) a matriz de conectividade PET ponderada por faixas (twPC) — que combina dados de **tomografia por emissão de pósitrons** (PET) e de **ressonância magnética por difusão** (...) O novo método é aplicado para caracterizar alterações na conectividade ao longo do continuum da doença de Alzheimer (DA).

Fazer uma charge com um
elétron, um próton e um
nêutron mostrando como eles
contribuem para a realização
da ressonância magnética
nuclear



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR

Trabalho em equipe para gerar imagens incríveis!

1 ALINHAMENTO
No forte campo magnético (B_0), os prótons se alinham.

2 EXCITAÇÃO
Pulsos de rádio (RF) transferem energia aos prótons, mudando seu alinhamento.

3 SINAL
Os prótons relaxam e emitem sinais de rádio detectados pelas antenas.

4 IMAGEM
Os sinais são processados por computador e transformados em imagens detalhadas.

Sou pequeno, mas essencial: gero o campo magnético (B_0) e os pulsos de rádio!

SOU A ESTRELA DO TIME!
Tenho spin e carga. No campo magnético, meu alinhamento muda com os pulsos de rádio e eu emito o sinal que vira imagem!

EU NÃO TENHO CARGA ELÉTRICA, mas estou sempre junto no núcleo, dando estabilidade aos átomos!

EU CRIO O CAMPO MAGNÉTICO!
Sem mim, nada se alinha!

MEU SPIN (GIRO)

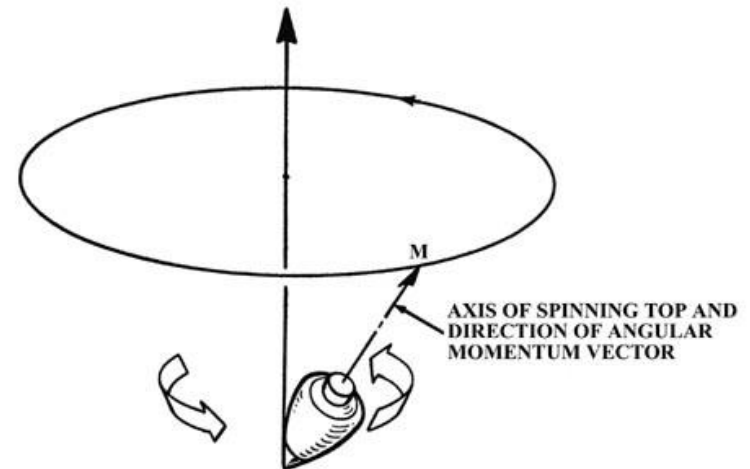
JUNTOS, TORNAMOS POSSÍVEL A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR!

- ✓ Diagnóstico preciso
- ✓ Não invasivo
- ✓ Sem radiação ionizante
- ✓ Imagens detalhadas que salvam vidas!

CIÊNCIA É COLABORAÇÃO! Pequenas partículas, grandes descobertas.

Origens do magnetismo

1. Elétrons em movimento em torno do núcleo.
2. Movimento do elétron em torno do seu próprio eixo.
3. Movimento dos quarks no interior do próton e do nêutron.



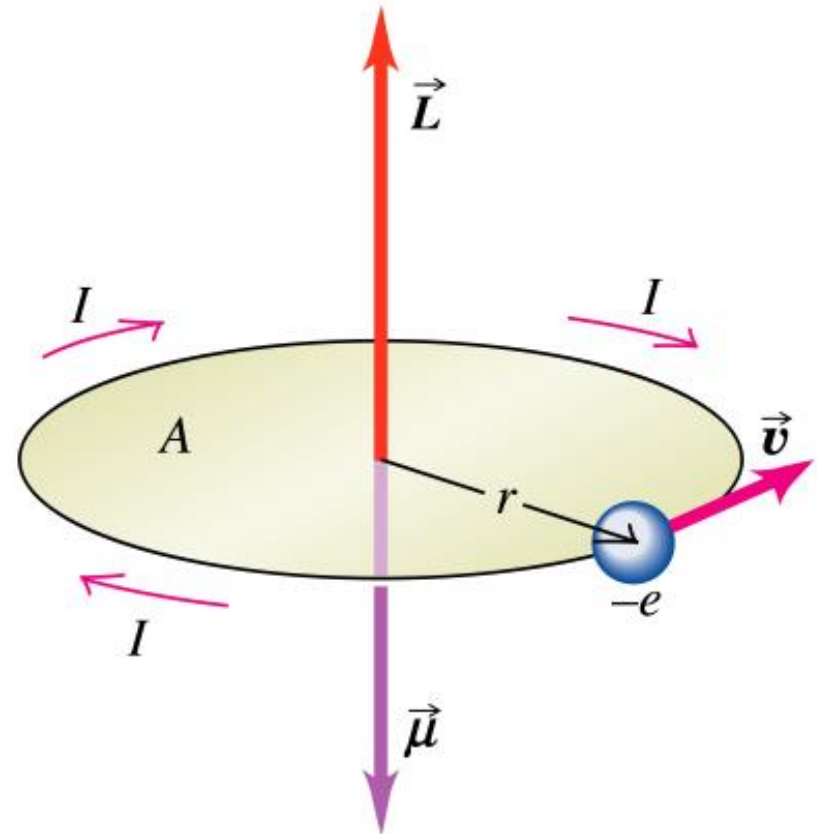
Corrente em uma espira

Biot-Savart

$$B(z) = \frac{\mu_0 i A}{2\pi z^3} = \frac{\mu_0 \mu}{2\pi z^3}$$

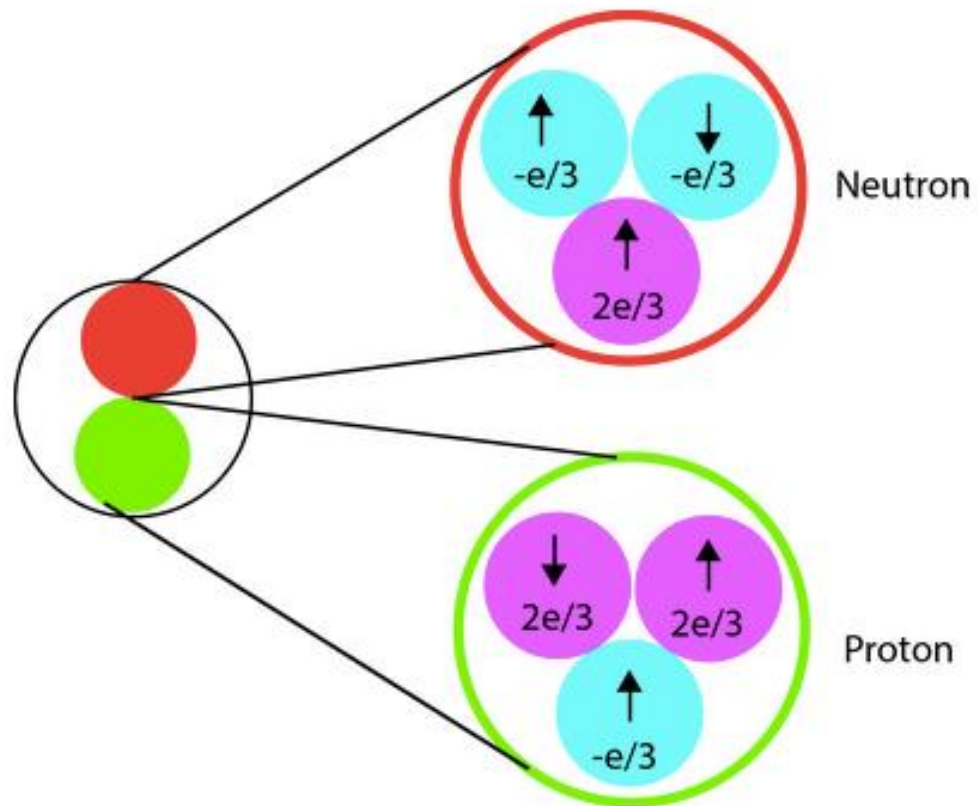
$$\mu = iA$$

Momento de dipolo
magnético ou
simplesmente
momento magnético

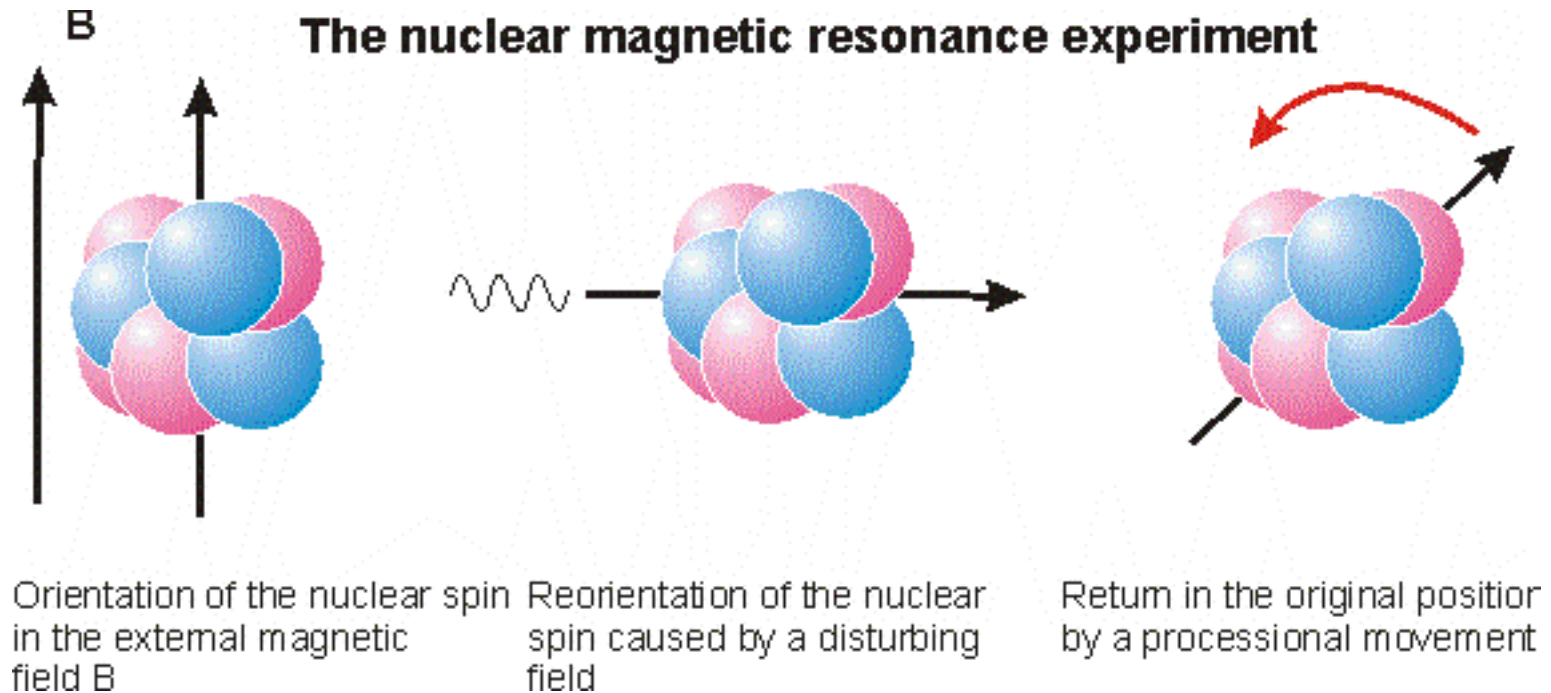


Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

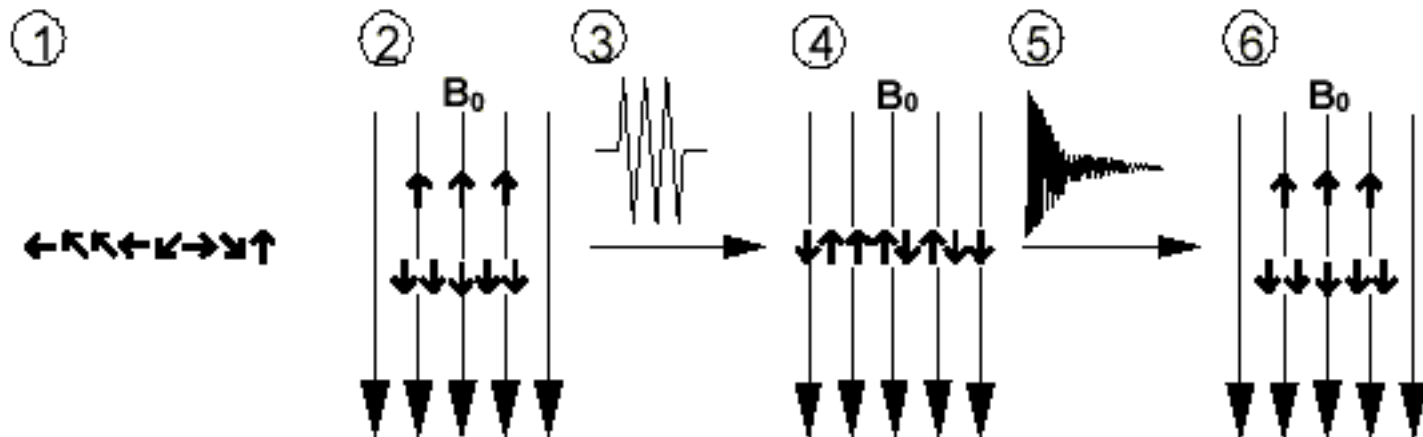
Spin nuclear



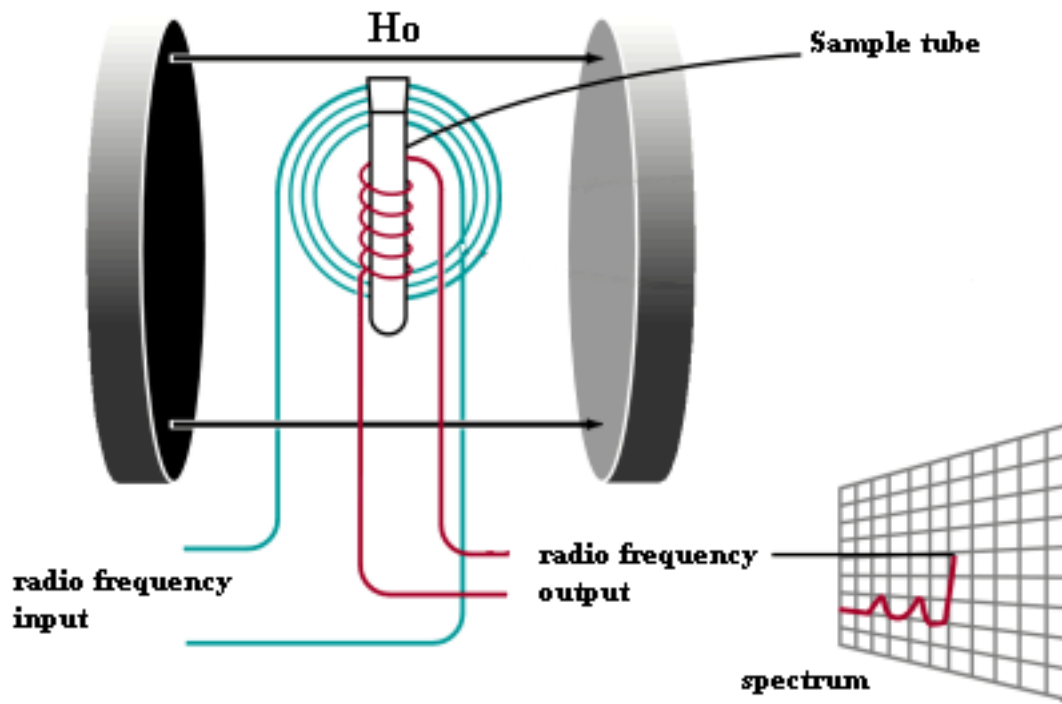
Ressonância magnética nuclear



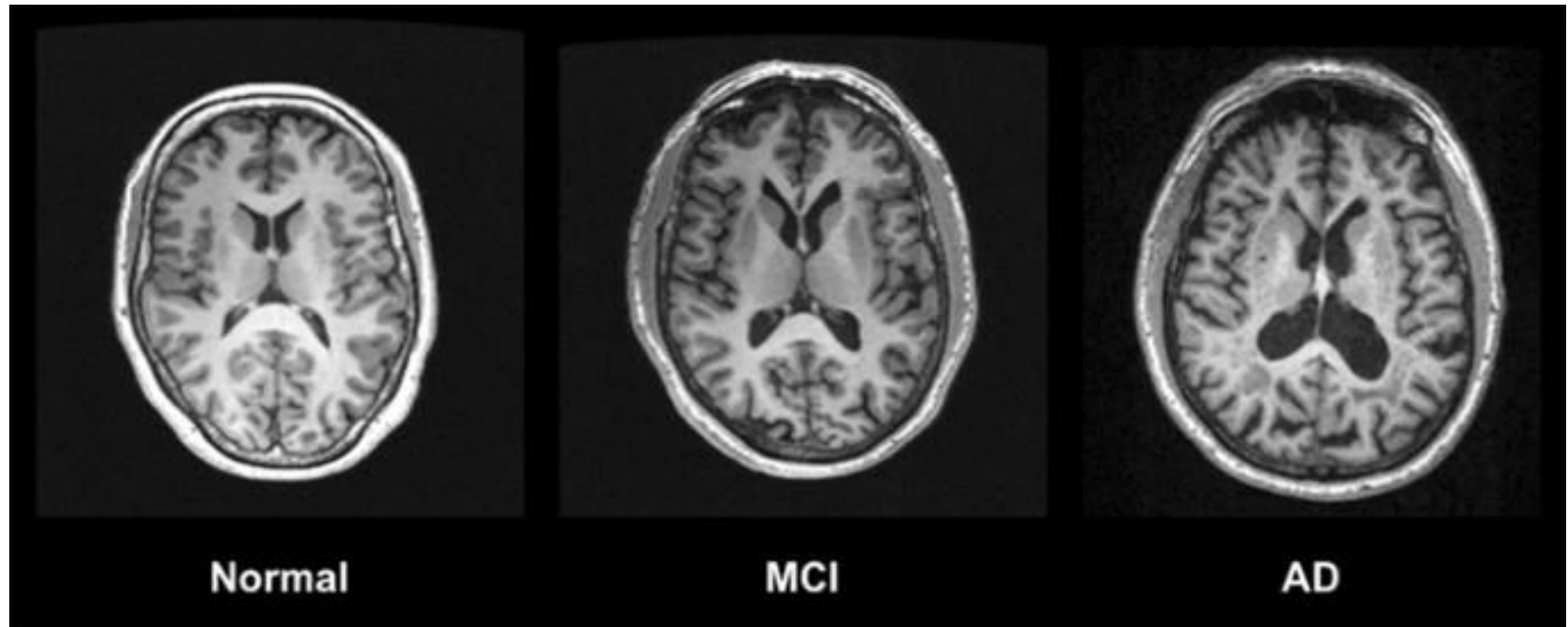
Ressonância Magnética Nuclear: $SN=1/2$



Ressonância Magnética Nuclear



RMN: Alzheimer



MCI:Comprometimento Cognitivo Leve / **AD:** Doença de Alzheimer

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00415-018-9016-3>

O ELÉTRON E O PÓSITRON: OS COPROTAGONISTAS DO PET SCAN



O ELÉTRON E A MATÉRIA: O ENCONTRO NO CORPO

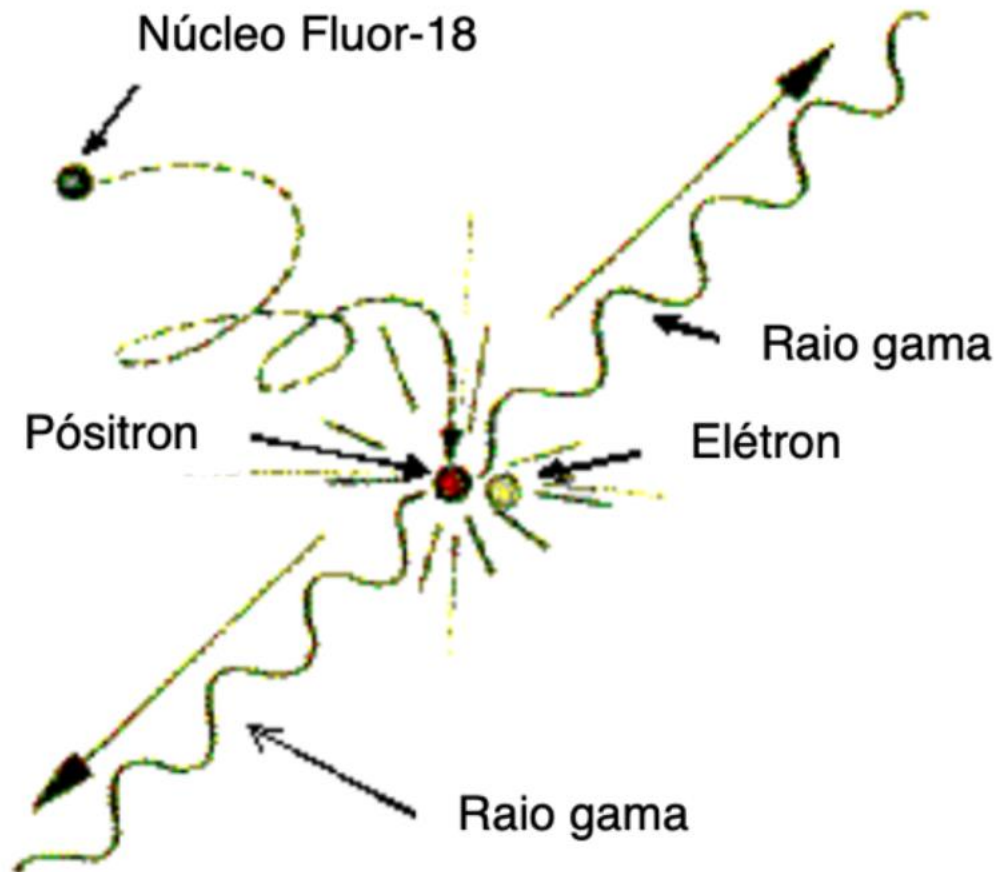


O PÓSITRON E A ANIQUILAÇÃO: O GRANDE MOMENTO



O RESULTADO: A IMAGEM DE PET SCAN





https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Positron_Emission_of_Fluorine-18.png

Radionuclídeos usados, com suas respectivas meias-vidas: carbono-11 (20 minutos), nitrogênio-13 (10 minutos), oxigênio-15 (2 minutos), flúor-18 (110 minutos), gálio-68 (67 minutos), zircônio-89 (78,4 horas), rubídio-82 (1,27 minutos).

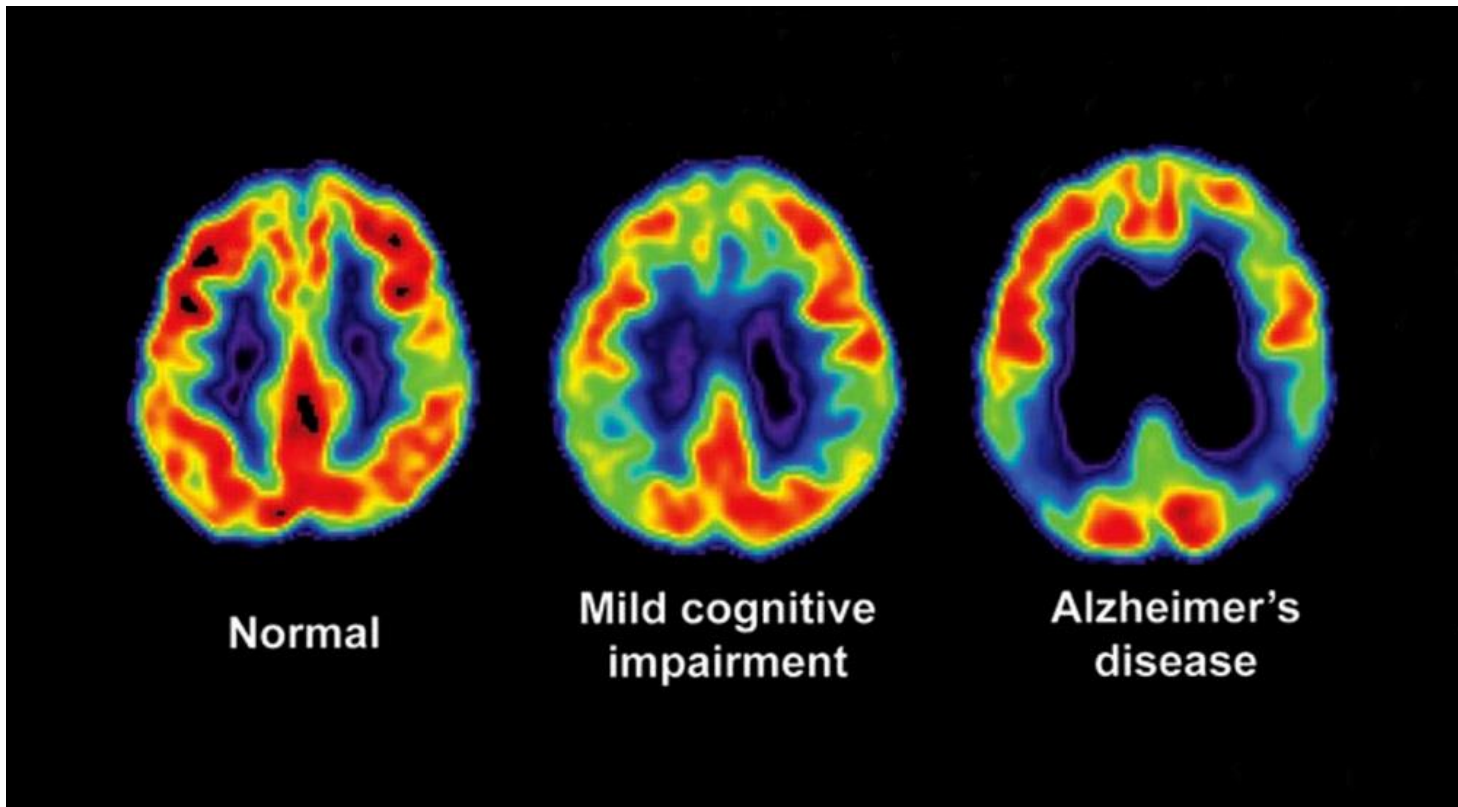


~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

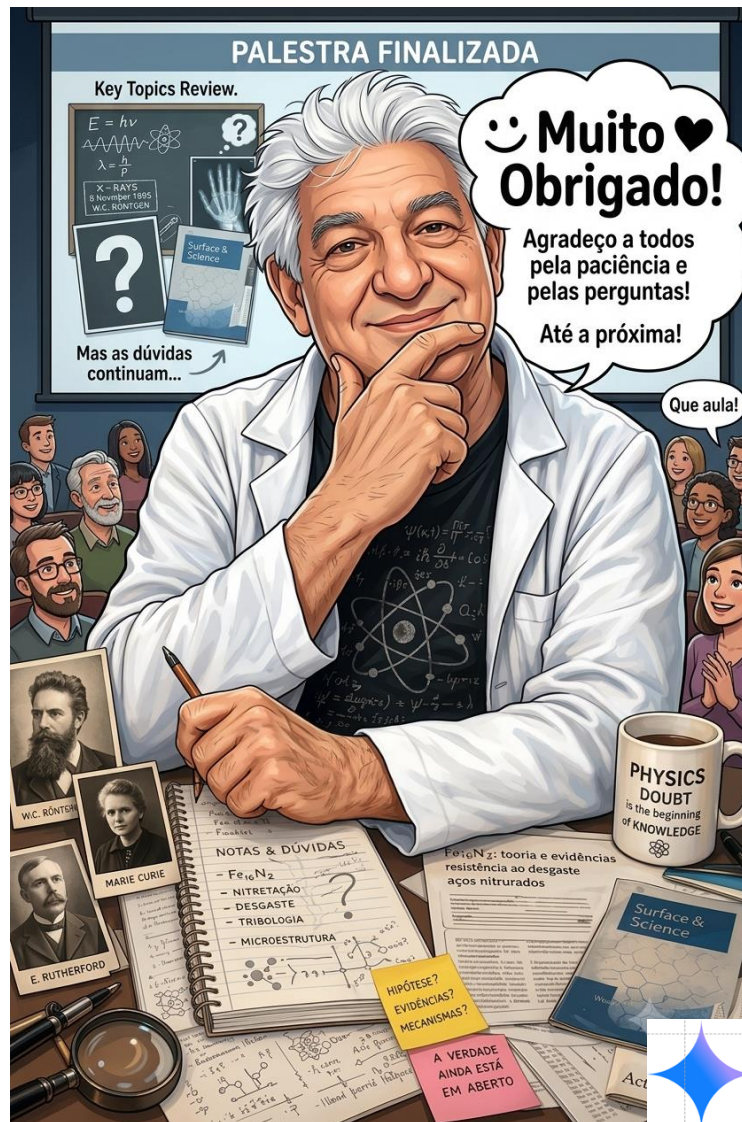
29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com

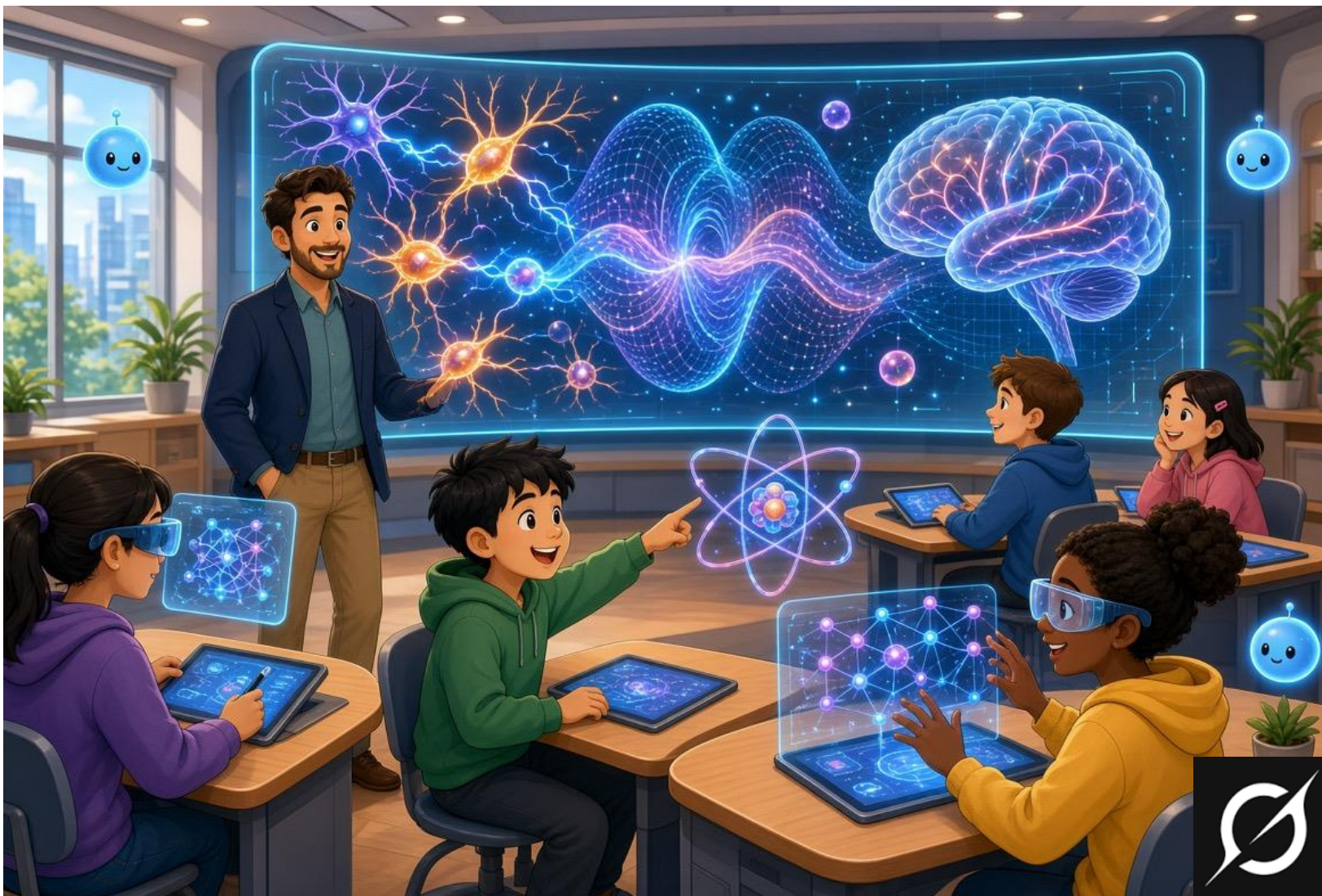
PET: Normal, leve prob. Cognitivo, Alzheimer



<https://www.neurologyadvisor.com/news/amyloid-pet-scan-associated-with-changes-in-mci-and-dementia-clinical-management/>



Mas . . .



Preciso que você me ajude a preparar uma aula para o ensino médio sobre aplicações da física na conectômica. Além dos fundamentos e avanços recentes dessa área da neurociência e dos fundamentos da física relacionados, preciso de referências relevantes de divulgação científica em português que tratem especificamente do assunto



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com



Chatgpt



Claude



DeepSeek



Do laboratório para a fábrica



Gemini



Grok



~ MACEIÓ • ALAGOAS ~

29 DE SETEMBRO A 02 DE OUTUBRO 2026

cas.ufrgs@gmail.com