

PAISAGENS NEURONAIS

HOMENAGEM A SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

A ciência observa a realidade para compreendê-la. No entanto, objetos fundamentais nem sempre podem ser vistos a olho nu. Em 1906, foi concedido o Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina a Santiago Ramón y Cajal, por suas descobertas sobre a estrutura básica do sistema nervoso, através do microscópio. Ainda hoje utilizamos sua metodologia: olhar e desenhar, olhar e fotografar, olhar e interpretar...

Mas os avanços da ciência oferecem novas técnicas para visualizar as complexas micropaisagens neuronais que formam a base da nossa inteligência. Em Paisagens Neurais, 50 imagens de investigação científica de vanguarda ilustram a evolução do conhecimento do sistema nervoso, desde os tempos de Cajal, comparando-as a 20 fac-símiles de desenhos realizados por ele e seus discípulos. Arte e ciência revelam um universo de formas e efeitos luminosos, que surpreendem pelo colorido, beleza e poesia, além de textos especialmente criados por artistas e filósofos.

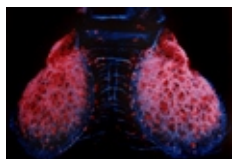
A ciência avançou de maneira espetacular nas últimas décadas, o que permitiu o estudo do cérebro a partir de vários ângulos - morfológico, molecular, fisiológico e genético -, ainda que só tenhamos começado a desvendar alguns dos seus mistérios. Um desses enigmas é a organização da rede neuronal que constitui o cérebro e serviu de inspiração para esta exposição.

Algumas das novas técnicas consistem em marcar os neurónios e seus prolongamentos com várias cores, para distingui-los no microscópio. Um maravilhoso mundo neuronal de múltiplas cores - as "borboletas da alma", como Cajal chamava as células piramidais do córtex cerebral, "cujo bater de asas quem sabe esclarecerá, algum dia, o segredo da vida mental".

O estudo do sistema nervoso é importante não apenas por sua função e relação com numerosas patologias, como o mal de Alzheimer ou a esquizofrenia, mas, sobretudo, pela beleza das imagens obtidas com os métodos de coloração tradicionais e modernos para revelar a estrutura do cérebro.

As fotografias expostas foram enviadas por laboratórios de neurociência de todo o mundo e são acompanhadas por textos especialmente criados por pintores, escritores, filósofos e intelectuais.

(Clique nas miniaturas para abrir as imagens)



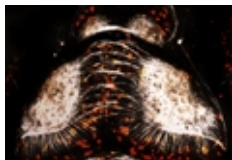
O teto óptico do peixe zebra embrionário

Michael Hendricks
Developmental Neurobiology, Temasek Life Sciences Laboratory, National University of Singapore



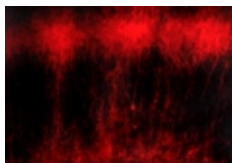
Deteção de moléculas de sinalização no cérebro embrionário

Michael Hendricks
Developmental Neurobiology, Temasek Life Sciences Laboratory, National University of Singapore

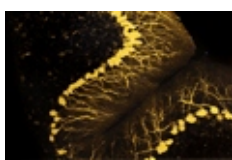


O cérebro embrionário do peixe zebra

Michael Hendricks
Developmental Neurobiology, Temasek Life Sciences Laboratory, National University of Singapore

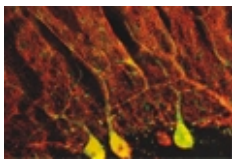


Aferências ao córtex de barris de ratas hipotireóideas marcadas com DiI
Pere Berbel, Eva Ausó e Stuart Ingham
Instituto de Neurociencias de Alicante, Universidad Miguel Hernández, CSIC (Espanha)

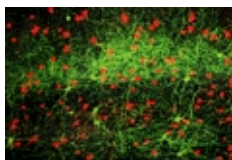


Células de Purkinje do cerebelo do camundongo

Hang Hu e Ariel Agmon
Department of Neurobiology and Anatomy and the Sensory Neuroscience Research Center, West Virginia University (EUA)

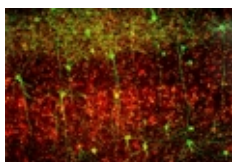


Expressão de aromatase no cerebelo
Alberto Muñoz Céspedes, Íñigo Azcoitia Elías e Josué García Yagüe
Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid e Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



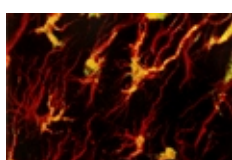
Interneurónios inibitórios do córtex cerebral do camundongo

Hang Hu e Ariel Agmon
Department of Neurobiology and Anatomy and the Sensory Neuroscience Research Center, West Virginia University (EUA)



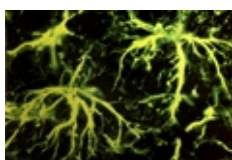
Interneurónios inibitórios do córtex cerebral do camundongo

Hang Hu e Ariel Agmon
Department of Neurobiology and Anatomy and the Sensory Neuroscience Research Center, West Virginia University (EUA)



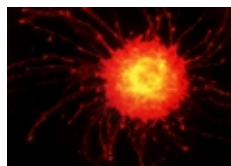
Expressão de aromatase nos astrócitos depois de uma lesão cerebral

Josué García Yagüe e Íñigo Azcoitia Elías
Instituto Ramón y Cajal, CSIC e Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid (Espanha)



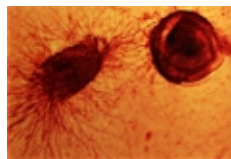
Astrócitos fibrosos do córtex cerebral da rata

Dorota Nowicka e Karolina Kogozinska
Laboratory of Molecular Basis of Brain Plasticity, Department of Molecular and Cellular Neurobiology, The Nencki Institute of Experimental Biology (Polónia)



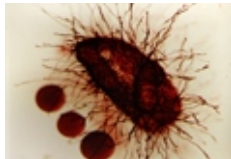
Explosão solar na retina do camundongo

Cristina Sánchez-Camacho e Paola Bovolenta
Depto. de Neurobiología del Desarrollo, Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



O poder da atração

Laura López-Mascaraque
Depto. de Neurobiología del Desarrollo, Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



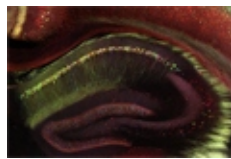
Crescimento de axónios em resposta a um morfógeno

Paola Bovolenta e Françoise Trousse
Depto. de Neurobiología del Desarrollo, Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)
Centre de Biologie du Développement, Univ. P. Sabatier (França)



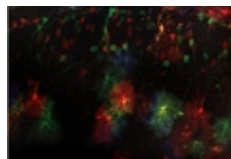
Ensaio de afinidade para receptores de guia axonal

Michael Hendricks
Developmental Neurobiology, Temasek Life Sciences Laboratory, National University of Singapore



Hipocampo com córtex

Family A. Weissman e Jeff W. Lichtman
Laboratory of Jeff W. Lichtman, Harvard University (EUA)



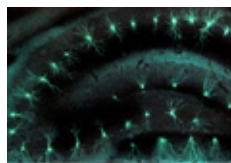
Hipocampo de um camundongo Brainbow (arco-íris cerebral)

Family A. Weissman e Jeff W. Lichtman
Laboratory of Jeff W. Lichtman, Harvard University (EUA)



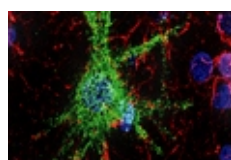
Hipocampo

Michael Frotscher
Institut für Anatomie und Zellbiologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Alemanha)



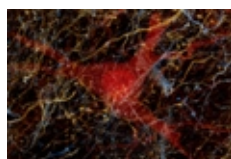
Neurónios resplandecentes no hipocampo

Shira Knafo, Ruth Benavides-Piccione, César Venero, Carmen Sandi e Javier De Felipe
Depto. de Neuroanatomía y Biología Celular, Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)
Depto. de Psicobiología, Universidad Nacional de Educación a Distancia (Espanha)



Matriz

Daniela Virgintino, Francesco Girolamo, Mariella Errede, Carmen Capobianco, Roberto Perris e Luisa Roncali
Dept. of Human Anatomy and Histology, Dept. of Emergency and Organ Transplantation, University of Bari School of Medicine (Itália), Dept. of Evolutionary and Functional Biology, University of Parma (Itália)



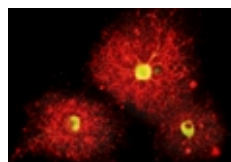
Neurônio do tronco cerebral

Jean Livet, Joshua R. Sanes e Jeff W. Lichtman
Harvard University, MCB (EUA)



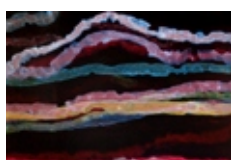
Golfinho amarelo

György Buzsáki
Center for Neuroscience, Rutgers University (EUA)
Center for Neuroscience, Tamás Révész Studio (EUA)



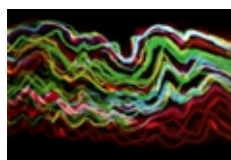
Os oligodendrócitos contribuem para a homeostase do ácido glutâmico

María Domercq e Carlos Matute
Depto. De Neurociencias, Universidad del País Vasco (Espanha)



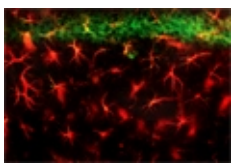
Arco-íris

Jean Livet, Joshua R. Sanes e Jeff W. Lichtman
Harvard University, MCB (EUA)

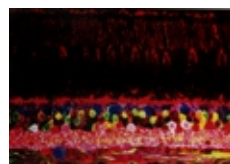


Células de Schwann multicoloridas

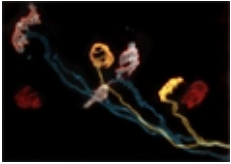
Jean Livet, Joshua R. Sanes e Jeff W. Lichtman
Harvard University, MCB (EUA)



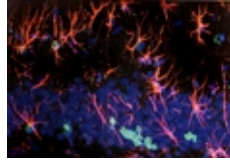
Expressão de aromatase no hipocampo
 Íñigo Azcoitia Elías e Josué García Yagüe
 Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid e Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



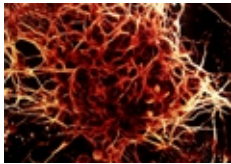
Neurônios na retina de macaco
 Nicolás Cuenca e Gema Martínez-Navarrete
 Depto. de Biotecnología, Universidad de Alicante (Espanha)



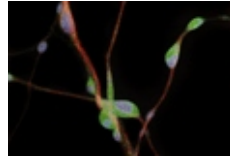
Sinapse do músculo
 Jean Livet, Joshua R. Sanes e Jeff W. Lichtman
 Harvard University, MCB (EUA)



Neurogênese no hipocampo
 Rodrigo Neves Romcy-Pereira e Norberto Garcia-Cairasco
 Depto. de Fisiologia, Escola de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (Brasil)



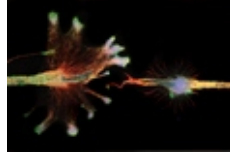
Cérebro in vitro da rata Sprague-Dawley
 Jeongsook Park
 Department of Woman and Child Health, Karolinska University Hospital (Suécia)



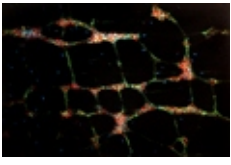
Gotas de orvalho
 Hadas Erez e Micha E. Spira
 Life Sciences Institute, The Hebrew University of Jerusalem (Israel)



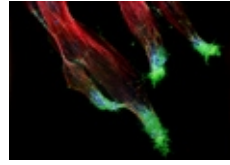
Pareço um pássaro?
 Jeongsook Park
 Department of Woman and Child Health, Karolinska University Hospital (Suécia)



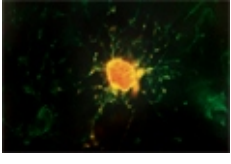
Regeneração
 Hadas Erez e Micha E. Spira
 Life Sciences Institute, The Hebrew University of Jerusalem (Israel)



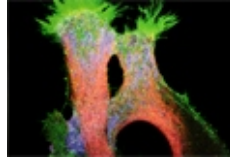
O sistema nervoso entérico
 Anne Rühl e Michael Schemann
 Department of Human Biology, Technical University of Munich, Hochfeldweg 2 (Alemanha)



Corrida
 Hadas Erez e Micha E. Spira
 Life Sciences Institute, The Hebrew University of Jerusalem (Israel)



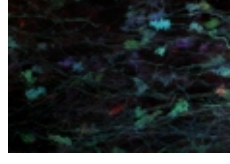
Microscopia de fluorescência de uma rede celular glial do hipocampo da rata
 Peter Somogyi e Paul Jays
 MRC Anatomical Neuropharmacology Unit (Oxford, Reino Unido)



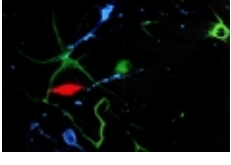
O beijo
 Hadas Erez e Micha E. Spira
 Life Sciences Institute, The Hebrew University of Jerusalem (Israel)



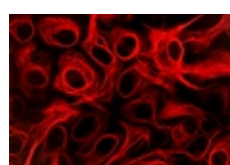
Cometas
 Hadas Erez e Micha E. Spira
 Life Sciences Institute, The Hebrew University of Jerusalem (Israel)



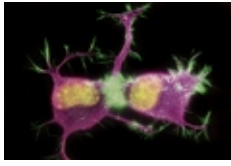
Rosetas das fibras musgosas
 Tamily A. Weissman, Jean Livet, Joshua R. Sanes e Jeff W. Lichtman
 Department of Cell and Tissue Biology, University of California at San Francisco (EUA)



Progênie de neuroesferas da zona subventricular do adulto humano
 Nader Sanai, Alfredo Quiñones-Hinojosa, José Manuel-García Verdugo e Arturo Álvarez-Buylla
 Dept. of Neurological Surgery, University of California at San Francisco (EUA); Dept. of Neurological Surgery, Johns Hopkins University (EUA); Instituto Cavanilles, Universidad de Valencia (Espanha)



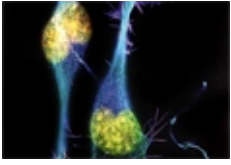
Astrócitos em cultivo
 Íñigo Azcoitia Elías
 Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid (Espanha)



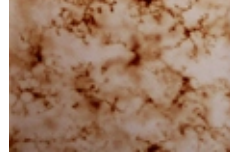
Células do neuroblastoma em diferenciação
 Torsten Wittmann
 Department of Cell and Tissue Biology, University of California at San Francisco (EUA)



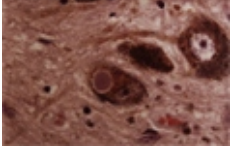
Motoneurônio da medula espinhal do gato (preparação original de Cajal do neurônio motor da medula de gato)
 Virginia G. Marín, Pablo García e Miguel Freire
 Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



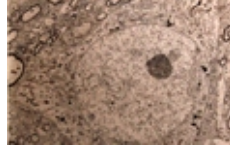
Células do neuroblastoma em diferenciação
 Torsten Wittmann
 Department of Cell and Tissue Biology, University of California at San Francisco (EUA)



Micróglia cortical
 Javier De Felipe
 Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



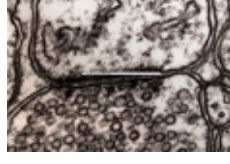
Corpos de Lewy no mal de Parkinson: assassinos ou protetores?
 Miquel Vila
 Neurodegenerative Diseases Research Lab, Institut de Recerca de l'Hospital Universitari Vall d'Hebron (Espanha)



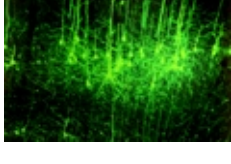
Microfotografia eletrônica de uma célula piramidal calosalm
 Isabel Fariñas e Javier De Felipe
 Depto. de Biología Celular, Universidad de Valencia e Centro de Investigación, Instituto Ramón y Cajal, CSIC (Espanha)



Córtex cerebral humano
 Íñigo Azcoitia Elías
 Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid (Espanha)



Estrutura fina da sinapse
 Constantino Sotelo
 Cátedra de Neurobiología del Desarrollo, Instituto de Neurociencias de Alicante, Universidad Miguel Hernández, CSIC (Espanha)



Neurônios piramidais depois de uma infecção por adenovírus-EGFP
 Ryohei Tomioka e Kathleen S. Rockland
 Laboratory for Cortical Organization and Systematics, RIKEN Brain Science Institute (Japão)



Inserção intranuclear
 Constantino Sotelo
 Cátedra de Neurobiología del Desarrollo, Instituto de Neurociencias de Alicante, Universidad Miguel Hernández, CSIC (Espanha)

Os desenhos de Santiago Ramón y Cajal e outros pioneiros em neurociências possuem extraordinária importância não apenas por sua beleza e valor artístico, mas também por serem cópias fidedignas de preparações histológicas que mostram a microorganização do sistema nervoso, como um mapa que contém as conexões dos neurônios e os caminhos dos impulsos nervosos.

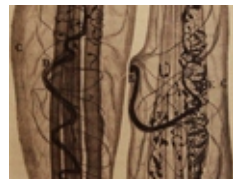
Santiago Ramón y Cajal nasceu em 1º de maio de 1852, em Petilla de Aragon, Navarra, e morreu em Madri, em 17 de outubro de 1934. Estudou medicina e foi professor de anatomia e histologia nas universidades de Valencia, Barcelona e Madri. Sua estrêia no mundo da neurociência provocou uma mudança radical, com as descobertas e contribuições para o conhecimento da estrutura do sistema nervoso, a partir de sua interpretação correta das imagens microscópicas obtidas com o método da reação negra, de Camillo Golgi (1843-1926), e outros métodos por ele criados. A importância de Cajal para a ciência e a cultura na Espanha é demonstrada através da publicação de diversos artigos e livros de grande relevância no campo da neurociência, recebendo prêmios e títulos importantes, como o Prêmio de Moscou (1900) e a Medalha de Ouro de Helmholtz (1905). Além de publicar obras não científicas, como *Cuentos de vacaciones* (1905), e fundar a *Revista trimestral de histología normal y patológica* e a *Revista trimestral micrográfica* (1888 e 1896), foi pioneiro no desenvolvimento da fotografia colorida, com *La fotografía de los colores*. Fundamentos científicos y reglas prácticas (1912). Entre as várias instituições que dirigiu, foi o primeiro presidente da Junta para la Ampliación de Estudios, fundada em 1907 com o objetivo de impulsionar a ciência, a cultura e a educação na Espanha.

A engenhosidade de Cajal consistia na extraordinária capacidade de observar e interpretar as imagens microscópicas. Seus estudos sobre microanatomia do sistema nervoso, as observações sobre degeneração e regeneração e as teorias sobre a função, desenvolvimento e plasticidade do sistema nervoso influenciaram profundamente os cientistas da época. Numerosos pesquisadores seguiram seus caminhos, comprovando e ampliando suas teorias em praticamente todos os campos da neurociência.

(Clique nas miniaturas para abrir as imagens)



Histogênese da neuroglia no bulbo olfativo
Manuel Fernández de Castro (1920)
Corte transversal do bulbo olfativo de um gato de oito dias.



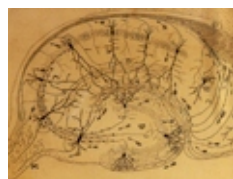
Fuso neuromuscular
Jorge Francisco Tello (1917)
Fuso neuromuscular de feto humano de seis meses.



Placa de Fischer (mal de Alzheimer)
Luis Simarro (1914)
Detalhes de uma placa de Fischer em vias de formação.



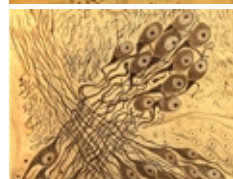
Estrutura do córtex cerebral
Franz Nissl (1903)
Representação da estrutura do córtex cerebral a favor da teoria reticular. Desenhos esquemáticos que mostram o que se conhece sobre a estrutura elementar do sistema nervoso dos vertebrados.



Estrutura e conexões do corno de Ammon
Santiago Ramón y Cajal (1901)
Esquema da estrutura e conexões do corno de Ammon.



Córtex cerebeloso
Santiago Ramón y Cajal (1904)
Corte transversal semi-esquemático de uma circunvolução cerebelar de mamífero.



Bulbo raquiano da truta
Santiago Ramón y Cajal (1908)
Secção lateral do bulbo raquiano da truta (embrião de 14 dias).



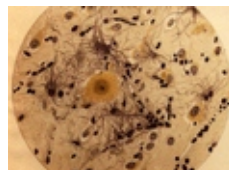
Degeneração traumática do córtex cerebral
Santiago Ramón y Cajal (1911)
Corte do córtex cerebral de um gato de 25 dias, sacrificado 24 horas após a operação. A ferida oblíqua passava por baixo das pirâmides medianas, atingindo a região de suas colaterais.



Gânglio esofágico do caranguejo de rio (*Astacus fluviatilis*)
Gustaf Magnus Retzius (1890)
Coloração com azul de metileno.



Células neurogliais da medula espinhal da rã
Claudio Sala (1894)
Neuroglia dos vertebrados.



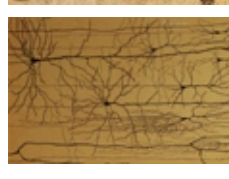
Mal de Alzheimer (placa neurítica)
Alois Alzheimer (1911)
Detalhe da porção central e periférica de uma placa. Método de Weigert para tingir células gliais.



Neurônios do córtex cerebelar do coelho
Camillo Golgi (1882)
Fragmento da secção vertical de uma circunvolução cerebelar do coelho. Desenho realizado para mostrar a camada granular. Método de Golgi.



Célula de Purkinje em um caso de demência precoce
Santiago Ramón y Cajal (1926)
Parte da camada molecular do cerebelo em um caso de demência precoce. Célula de Purkinje provida de dentritos anormais com uma ramificação terminada em estrela.



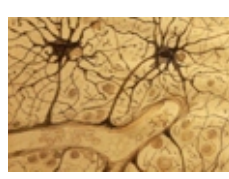
Neurônios do córtex cerebral humano
Santiago Ramón y Cajal (1899)
Primeira, segunda e terceira zona da circunvolução frontal ascendente do cérebro de criança de um mês. Método de Golgi.



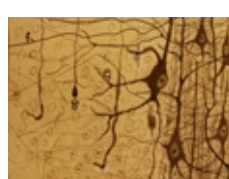
Células nervosas da medula espinhal do coelho
Santiago Ramón y Cajal (1903)
Método de Simarro.



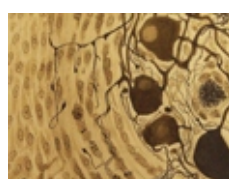
Glomérulo tricelular
Santiago Ramón y Cajal (1905)
Glomérulo formado pelos dentritos pertencentes a três neurônios (homem de 60 anos, método de nitrato de prata reduzido).



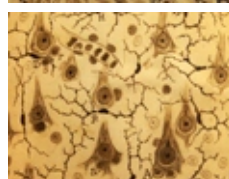
Astrócitos da substância branca do córtex cerebral humano
Santiago Ramón y Cajal (1913)
Células neurológicas da substância branca do cérebro humano adulto. Método do ouro.



Degeneração traumática do córtex cerebral
Santiago Ramón y Cajal (1914)
Ferida transversal de uma circunvolução de gato jovem sacrificado 17 dias após a operação. Detalhe da região de transição entre o córtex cerebral normal (esquerda) e o córtex danificado.



Experimento de transplante de um gânglio nervoso
Santiago Ramón y Cajal (1914)
Enxerto de gânglio de cachorro de poucos dias sacrificado no quinto dia após a operação.



Células microgliais do córtex cerebral humano
Santiago Ramón y Cajal (1920)
Microglia do córtex cerebral de um homem normal. Método de Bielschowsky com mordente de acetato de cobre.