



CANDELABRO

A LUZ DA NEUROCIÊNCIA



Ao leitor

A publicação da Candelabro tem como objetivo levar de forma didática temas da sociedade, tecnologia, ciência e linguagem, que estão ligados à rotina das pessoas. Tendo como público alvo jovens e adultos, visamos atingir essa audiência de forma expositiva com uma parte crítica, utilizando uma linguagem jornalística, reduzindo a complexidade de conceitos e jargões científicos. Visamos assim democratizar a ciência por meio da linguagem, e desmistificar o cientificismo demonstrando a importância dos tópicos de neurociência em âmbito científico, tecnológico e social. Ainda temos como o objetivo demonstrar o âmbito multidisciplinar da neurociência, que pode ser observada desde o nosso sono, até para compreensão do universo. Esperamos que gostem.





Qual a relação entre abelhas e humanos!?

Entre 2018 e 2019 cerca de 500 milhões de abelhas foram mortas pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, somente no Brasil (Publica, 2019). Este dado levantado pela Agência Pública e Repórter do Brasil mostra que o agronegócio caminha a passos largos para sua própria destruição.



(Abelhas mortas nas mãos de um apicultor. Getty images AFP/F.Perry)

Isso porque estes pequenos insetos, em sua maioria sociais, são responsáveis pela polinização de aproximadamente 80% das espécies vegetais com

interesse comercial! Dentre as quais estão a soja (*Glycine max*), Algodão (*Gossypium*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), commodities agrícolas representativas para a manutenção da economia brasileira, que ainda tem fortes bases agrícolas. Além disso, elas garantem através da polinização cruzada (entre uma planta e outra), novas combinações genéticas e fatores hereditários que tornam as plantas mais vigorosas, aumentando a produção de frutos e sementes. (COUTO, COUTO, 2002).

Logo, a eficiência da polinização por abelhas é comprovada na melhoria da produção dos frutos. Portanto, na ausência dela, há redução na produção e no tamanho destes frutos (NOGUEIRA COUTO e COUTO, 2006). Do ponto de vista dos grandes



latifúndios, por exemplo, a presença dos agentes polinizadores pode aumentar a produção de soja em até 30%. (ROSA, 2012)

Deste modo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA vai contra a tendência internacional de regulamentarização dos agrotóxicos. Aqui no país, os latifundiários têm respaldo legal para usar drogas banidas pelas agências Americana e Européia, por exemplo. Tais agrotóxicos banidos internacionalmente são extremamente perigosos para a saúde humana, assim como são para insetos e animais que vivem próximos às lavouras. Então, fica fácil perceber que para o governo brasileiro, o lucro do campo vale mais que a saúde de sua população.



(Abelha forrageando em flor de Soja.
FONTE: Embrapa)

Dentre as centenas de fórmulas aprovadas para uso no Brasil, as com maior toxicidade são os Agrotóxicos Neonicotinóides, ou seja, derivados da nicotina.



(Fórmula estrutural do Imidacloprido, veneno Neonicotinóide com uso aprovado no Brasil e proibido em países desenvolvidos.)



Entretanto, a sua ação mortal não é exatamente direta, pesquisadores notaram que o problema são as doses subletais dos químicos, adquiridas pela ação de forrageamento. Em outras palavras, as abelhas fazem o forrageamento (a busca e exploração do ambiente em busca de recursos alimentares) em lavouras pulverizadas. Este movimento faz com que entrem em contato com doses das drogas que não são capazes de matar de pronto o inseto. A dose subletal leva a condições futuras então responsáveis por impedir a sobrevivência das abelhas, e dentre essas condições, as mais sérias são os efeitos neurológicos. As respostas das abelhas podem variar de acordo com os compostos. Os efeitos vão desde a descompactação do envoltório nuclear e altos níveis de expressão da proteína caspase-3, ambos

levando a morte celular; além disso podem levar à degeneração nervosa, afetando a memória (CATAE, A. F. et al, 2018).

Há também uma ação nos receptores GABA, que são responsáveis por mediar os efeitos de um dos principais neurotransmissores, afetando deste modo a ação de voo; leva a hiperatividade cerebral (resultando na defasagem do estoque da colmeia para o inverno); a uma dificuldade na sua localização geográfica e alterações de padrões de velocidade de voo que podem levar a uma diminuição da capacidade de forrageamento das abelhas (COLIN et al., 2004)

Da mesma forma, nos organismos humanos os efeitos observados são resultado de doses subletais dos agrotóxicos aplicados. Por outro lado, o método de contaminação pode ser tanto passivo quanto ativo, e seus



sintomas podem ser agudos, subagudos e crônicos. Quando se diz que a contaminação humana pode ser de dois tipos, a ciência busca mostrar que assim como as abelhas, há uma contaminação pela ingestão de alimentos contaminados acima do tolerável e também pela ingestão de água que foi contaminada pela penetração dos venenos no solo, e posteriormente em lençóis freáticos.

Todavia, há também a contaminação ativa em que o sistema humano entra em contato direto com os venenos. Neste caso, destaca-se os milhares de acidentes toxicológicos registrados anualmente no Brasil, em sua maioria, fruto da exploração do trabalhador do campo. Também, pela convivência obrigatória com as pulverizações, em comunidades rurais.



(Área da cidade rural de Palmeína - GO. A mancha urbana está circunscrita à vermelho. Em amarelo está a área de manancial do rio Turvo. Ocupando a maior parte da imagem uma zona de cultivo de soja, que pela sua extensão, é pulverizada por meio de aviões. Nota-se o desrespeito da zona de mata ciliar, e a proximidade da cidade com a lavoura favorece o contato ativo dos humanos com os venenos aplicados pelos latifundiários. FONTE: maps.google.com)

De modo geral, os sinais agudos (imediatos) envolvem sintomas de intoxicação gerais como dores de cabeça, fraqueza, urticária e erupções cutâneas.

Para os sinais crônicos, há estudos que mostram o



desenvolvimento de doenças gravíssimas como pneumofibrose, insuficiência coronária crônica, hipertensão, Hepatite crônica, Gastrite crônica e, assim como nas abelhas, tendências para doenças neurológicas. Em 2017 um pesquisador da UFRJ analisou um espaço amostral de agricultores, dos quais 12,8% foram diagnosticados com Neuropatia Tardia, ainda, 28,5% tiveram quadros de síndrome neurocomportamental e distúrbios neuropsiquiátricos associados ao uso crônico de agrotóxicos. Há outros estudos que associam casos de doença de Parkinson e surdez à exposição prolongada aos químicos.

No final da cadeia produtiva, para os super-ricos e latifundiários é pequeno o número de agricultores afetados negativamente pelos

agrotóxicos, se comparados à quantidade de zeros nas cifras do lucro. A vida dos humanos e das abelhas valem realmente mais que o lucro do agronegócio!?

VESPAS CONTROLADORAS DE CÉREBRO

Após vemos como os agrotóxicos podem impactar a vida em mais de uma escala, iremos analisar uma alternativa. Parece cena de um filme apocalíptico mas na verdade alguns grupos de vespas são capazes de colocar seus ovos em larvas de outros insetos e o pequeno filhote que nascera desse ovo irá controlar o pobre hospedeiro que está fadado a ser um zumbi doando seus nutrientes e obedecendo os comandos da pequena vespa crescendo em suas entranhas. Essas



pequenas vespinhas recebem o nome de Parasitóides, relação na qual um indivíduo se alimenta do outro até sua morte, que é o que acontece com os hospedeiros desses animais que morrem no final do ciclo de parasitismo das vespas.

Devido a enorme quantidade de espécies de vespas com esse hábito é natural que elas possuam diversas adaptações e diferenças, algumas permitem o desenvolvimento de seus hospedeiros (Cenobiontes), outras não (Idiobiontes).

Após implantação dos ovos no hospedeiro se iniciam uma série de modificações onde a pequena larva da vespa irá inibir ações neurais da sua vítima, por vezes essa pode ser uma tarefa difícil e algumas espécies injetam junto aos ovos uma carga viral de um vírus que irá afetar o sistema imunológico do hospedeiro. Essas ações

irão regular os níveis de octopamina do indivíduo parasitado, essa substância é um neurotransmissor dos insetos.

Em alguns casos o parasitismo irá ocorrer para fora do corpo da vítima, assim a vespa irá injetar toxinas em seu hospedeiro



Reprodução Pixabay: artrópodes em zoom

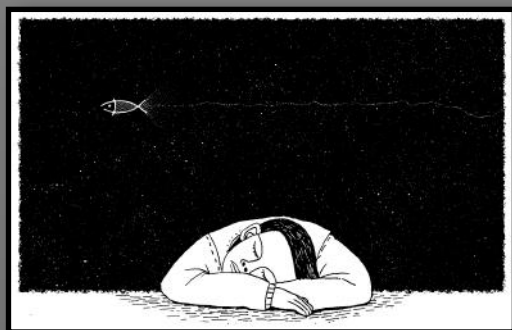
diretamente em seu sistema nervoso, essas toxinas são responsáveis por induzir um estado de imobilização e baixo consumo de oxigênio, além disso aminas biogênicas irão atuar no metabolismo do hospedeiro, afetando até



mesmo seu equilíbrio endócrino. Além de serem muito curiosas e fascinantes essas vespinhas vem sido estudadas como ferramentas para controle biológico, nesse tipo de manejo elas são introduzidas em culturas que estão sendo atacadas por pragas agrícolas e promovem um grande banquete parasitando os insetos herbívoros que assolam as plantações. Essa estratégia é o controle biológico e vem sendo cada vez mais utilizado por apresentar um baixo custo e por não utilizar produtos químicos, os tão temidos agrotóxicos. As práticas de manejo integrado de pragas (MIP) vem demonstrando a importância da evolução tecnocientífica e da preservação da biodiversidade aliada a uma economia sustentável

O QUE SÃO SONHOS? ANIMAIS TAMBÉM SONHAM?

Ainda que fatores externos como Agrotóxicos impactem profundamente a saúde



Reprodução Pixabay: Sono profundo

humana, fatores fisiológicos ao nosso alcance também são cruciais para sua manutenção. Nos últimos anos, um aspecto relevante de nossa saúde tem sido cada vez mais destacado: o sono. O que nos faz sonhar?



Essa experiência onírica abrange o globo e se faz presente na rotina de bilhões de humanos. O nosso sono é descrito em ciclo e pode ser dividido em algumas fases específicas. Temos a **fase 0**, que é caracterizada pelo nosso corpo em acordado, quando nos movimentamos e fazemos nossas atividades diárias. Quando anoitece nosso cérebro produz uma maior quantidade de melatonina, hormônio responsável pela regulação do sono. Ao descansarmos iniciamos a **fase 1**, na qual nosso estado é basicamente um adormecimento, um estado em que ainda estamos em alerta e podemos facilmente perceber movimentações e atividades ao nosso redor. Na **fase 2** temos um sono leve, quando nosso corpo começa a descansar e nossa temperatura fica mais baixa, mas nosso

cérebro continua exercendo intensa atividade. Passando para a **fase 3**, adentramos o sono profundo (juntamente com a fase 4), aqui temos o tônus muscular diminuindo progressivamente, um relaxamento geral ocorre. Chegando a **fase 4** e o sono profundo, temos um estágio no qual há a liberação de hormônios importantes para o nosso desenvolvimento, após essa etapa nós voltamos para a fase 3 e 2, e depois adentramos a fase **REM** (rapid eyes movement) etapa conhecida pelo movimento rápido dos olhos, onde temos sonhos mais complexos e longos. No estágio REM nossa temperatura e as frequências respiratória e cardíaca aumentam e nossa atividade cerebral é intensificada, é aqui que toda a informação armazenada durante o nosso dia é absorvida, sendo um local



fundamental para o desenvolvimento da criatividade, humor, memória e atenção.

Mas será que com os animais também é assim?

A resposta é que não sabemos, há apenas a certeza de que animais dormem, pois existe a necessidade de repor energia e descansar o corpo, por exemplo os golfinhos, esses mamíferos têm um sono uni-hemisférico e dormem “metade” do seu cérebro por vez, ficando em alerta com uma parte enquanto a outra descansa. Outro exemplo mais familiar são nossos pets, cães e gatos dormem grande parte do dia e ao observarmos podemos frequentemente vê-los se movimentando levemente ou grunhindo algo. A maioria dos mamíferos tem um sono familiar com o dos humanos, passando pelo sono profundo e pelo REM, nós sonhamos sonhos curtos em outras fases mas sonhos

mais detalhados na fase REM, porém é impossível confirmar sonhos nos felinos e caninos visto que eles não podem falar sobre, a única evidência sobre isso são estudos específicos que acompanharam o estágio de sono dos bichinhos e foi observado um descanso geral durante as fases do sono, mas ao chegar no REM a atividade cerebral aumentava e alguns movimentos eram notados. Se os bichanos realmente sonham, o que você acha que passa pela cabeça deles?

O CÉREBRO E O UNIVERSO SÃO GÊMEOS?

Vimos ao longo da revista que a neurociência tem âmbito multidisciplinar e



pode ser relacionada às mais diversas áreas do saber, e podemos inclusive relacioná-la com o universo. Você já se perguntou como é a organização dos elementos em nossa galáxia? Ainda mais, já se perguntou como o universo, em toda sua grandeza e complexidade, é disposto no espaço-tempo? Para responder tais questões não precisamos pegar um foguete espacial e ir muito longe, mas podemos analisar a organização espacial a partir de uma escala mais “palpável”, uma estrutura tão complexa quanto aquela que tanto nos fascina em sua imensidão, podemos entender o universo a partir de nosso mero cérebro humano. Então, iremos então introduzi-los à comparativos quantitativos apresentados pela *Frontiers in Physics*,



Reprodução Pixabay: Universo

partindo de estruturas, sistemas de funcionamento, morfologia e a capacidade de memorização desses dois complexos conjuntos que são alvo de tantos estudos científicos.



A princípio, um estudo foi feito para que se pudesse observar as primeiras evidências de que tais sistemas possuiriam a mesma base de funcionamento: o sistema neural e o sistema do cosmos. Com isso, foi observado que o sistema neural e suas funções são desempenhadas por aproximadamente 69 bilhões de neurônios, sendo então o sistema do universo compostos por nada menos que aproximadamente 100 bilhões de galáxias, representando então 30% da composição total de ambos os sistemas, a mesma preposição de se organizar em longos filamentos, ou apenas nós, entre os filamentos. Agora você deve estar se perguntando: Onde estão os outros 70% da composição? Também são semelhantes? A resposta é sim, são tão parecidos que ambos são preenchidos e completos por

matérias passivas: a água e a matéria escura- que até o momento em que este texto foi escrito permanece como um dos maiores mistérios da astrofísica (para leitores vorazes, recomendo *Astrofísica para apressados* de Neil deGrasse Tyson, livro na qual o autor explica alguns componentes específicos que circundam o universo juntamente com teorias de cientistas renomados, como a *Teoria da relatividade* de Albert Einstein e *Black holes and Soft Hair* de Stephen Hawking). Assim, a água é a fonte da vida e dispensa apresentações, mas então o que é a matéria escura? De acordo com a NASA, a matéria escura se trata de um material não-detectável que preenche as áreas entre galáxias, ou até mesmo entre aglomerados dentro da mesma, feito de energia e que, teoricamente, pode ser desde estrelas que não



pegaram fogo por falta de massa até buracos negros. Não apenas isso, mas partindo de um foco mais estrutural temos que se foi simulado o funcionamento de uma galáxia como um comparativo para seções do córtex cerebral e do cerebelo, ou seja memória e equilíbrio, tendo como objetivo concluir como a matéria se comporta em dois sistemas com escalas tão diferentes. Como conclusão, os cientistas obtiveram através de cálculos a densidade de ambos os componentes, chegando ao resultado de que o cerebelo possui um movimento de matéria de 1 micrômetro á 0.1 milímetros e as galáxias, surpreendentemente, seguem a mesma linha de progressão em uma escala diferente devido ao tamanho, com 5 milhões á 500 milhões anos-luz de mobilidade de matéria. Portanto, teve-se como conclusão que ambos, cosmos

e cérebro humano, seguem aparentemente os mesmos princípios físicos, apesar de algumas diferenças de composição química e escalar.

Vespas parasitas

PERIOTO, Nelson Wanderley et al. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 46, p. 165-168, 2002.

BECKAGE, Nancy E. Physiological and behavioral host-parasitoid interactions: Future visions. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, v. 60, n. 4, p. 151-152, 2005.

HOEDJES, Katja M. et al. Natural variation in learning rate and memory dynamics in parasitoid wasps: opportunities for converging ecology and neuroscience. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 278, n. 1707, p. 889-897, 2011.

CRISTIANE BETEMPS. Embrapa. Vespas nativas são usadas para controlar moscas-das-frutas. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/50327938/vespas-nativas-sao-usadas-para-controlar-mosca-das-frutas>. Acesso em: 16 nov. 2021

CÉREBRO E UNIVERSO

FELETTI, A., VAZZA, F. The Quantitative Comparison Between the Neuronal Network and the Cosmic Web. *Frontiers in Physics*, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphy.2020.525731/full>. Acesso em: 20/09/2021.

SONHOS

SUSEMIHL, Elsa Vera Kunze Post. Interpretação dos sonhos, sem fim. *J. psicanal.*, São Paulo, v. 50, n. 93, p. 111-126, dez. 2017. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-58352017000200008&lng=pt&nrm=iso. acessos em 1 nov. 2021.

CHENIAUX, Elie. Psicopatologia descritiva: existe uma linguagem comum? *Revista Brasileira de Psiquiatria*, v. 27, n. 2, p. 157-162, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rprs/a/BqyRYJPBCVrCwmSnY5JcMHj/?format=pdf&lang=pt>.

GOLDMAN, JASON G. Com o que sonham os animais? - BBC News Brasil. BBC News Brasil. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/05/140502_animais_sonhos_1k. Acesso em: 1 Nov. 2021.

2014/05/140502_animais_sonhos_1k>. Acesso em: 1 Nov. 2021.

Abelhas, humanos e agrotóxicos:

APICULTORES brasileiros encontram meio bilhão de abelhas mortas em três meses. *Pública, Agência de Jornalismo Investigativo*.

<<https://apublica.org/2019/03/apicultores-brasileiros-encontram-meio-bilhao-de-abelhas-mortas-em-tres-meses/>>. Acesso no dia 10/11/2021.

TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA ABELHAS *Apis mellifera* L. Botucatu-SP, 2013. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104999/bovi_ts_me_botfmvz.pdf?sequence=1#:-:text=A%20toxicidade%20dos%20agrot%C3%B3xicos%20organofosforados,%20enxame%20em%20at%C3%A9%2020%25 Acesso em: 10/11/2021.

BRASIL.

20%25 Acesso em: 10/11/2021.

CANNON, M. *Agriculture and Bees: What Consumers Need to Know*. Morris Arboretum University of Pennsylvania Blog, (2017).

Disponível em: <https://cms.business-services.upenn.edu/morrisarboretum-blog/303-agriculture-and-bees-what-consumers-need-to-know.html#:~:text=Bees%20play%20a%20big%20role,to%20a%20lucrative%20honey%20industry.&text=Many%20fruits%2C%20nuts%2C%20and%20vegetables,disappear%20from%20grocery%20store%20shelves>. Acesso em 10/11/2021;

CATAE, A. F. et al. Exposure to a sublethal concentration of imidacloprid and the side effects on target and nontarget organs of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Ecotoxicology* (London, England), [s. l.], v. 27, n. 2, p. 109-121, 2018. DOI 10.1007/s10646-017-1874-

4. Disponível em: <http://searchebscohost.com.ez31.periodicos.capes.gov.br/loqgin.asspx?direct=true&db=mdc&AN=29127660&lang=pt->

br&site=ehost-live. acesso em: 10/11/2021

F. M. Silva, D. C. Coelho, A. V. Machado, R. O. Costa, DETECCÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NO MEL DE ABELHA. ACTA Apícola

Brasil. (2014). Disponível em <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/APB/article/view/3738>>. Acesso em 10/11.

MOFFAT, C. et al. Chronic exposure to neonicotinoids increases neuronal vulnerability to mitochondrial dysfunction in the bumblebee

(*Bombus terrestris*). FASEB Journal, v. 29, n. 5, p. 2112–2119, 2015.

KALINKE, A. C. Associação entre a exposição a agrotóxicos e o desenvolvimento da doença de Parkinson: ênfase na hipótese da vetorização olfatória. Ufsc.br, 2017.

Agrotóxico. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PIGNATI -UFMT, W. Os efeitos dos agrotóxicos na saúde humana. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/EFEITO_DOS_AGROTOXICOS_PIGNATI.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

Equipe Candelabro

Barbara Aparecida Souza da Silva

Bruno Luiz Melo

Iago Santos de Oliveira

Julia Novais Anselmo de Queiroz

Rafael Araújo De Lemos

