

Seria possível existirem cavalos alados? O que são os fungos que transformam insetos em zumbis? Como os bilhões de neurônios que temos no cérebro se comunicam? Discutindo assuntos tão variados quanto a regeneração dos dentes ou a vida no espaço, este livro se propõe a trazer, de modo leve e divertido, uma série de textos curtos e interessantes sobre diversas áreas da biologia. Uma leitura que certamente interessará qualquer pessoa que gosta de aprender sobre a vida nos seus mais amplos aspectos

Realização



PET BIOLOGIA UFSC



Apoio



SPORUM: Dispersando Curiosidades Biológicas

SPORUM

DISPERSANDO CURIOSIDADES BIOLÓGICAS



Projeto SPORUM

ISBN: 978-85-64093-67-6



Projeto Sporum

Sporum: dispersando curiosidades biológicas

Organizadores

Renato Hajenius Aché de Freitas
Paulo Roberto Petersen Hofmann
André Geremia Parise
Bruna Bittencourt Winter
Eduardo de Farias Geisler
Pedro Batista Marconi

Florianópolis
Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC

2017

PET-Biologia – CCB – UFSC

Copyright © 2017 – Sporum

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Impresso por: Imprensa Universitária – UFSC

Diagramação: Alyson Cavalcante e Hugo Bayer Reichmann

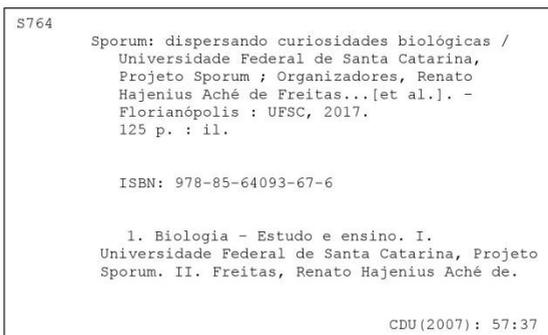
Foto da capa: Guézou

Layout e composição da capa: Pedro Batista Marconi e Vinícius Alves Jacob Simões

Revisão: Autores, Integrantes do Sporum, PET-Letras da UFSC e Paulo Roberto Petersen Hofmann

Os integrantes do projeto Sporum que participaram da elaboração deste livro são: André Geremia Parise, Angelo Tenfen Nicoladeli, Bruna Bittencourt Winter, Caio Zimmermann, Cristian Luan Klunk, Eduardo de Farias Geisler, Hugo Bayer Reichmann, Jéssica Tamires Link, Kathleen Yasmin de Almeida, Matheus Feldstein Haddad, Otávio da Silva Custódio, Pedro Batista Marconi e Renato Hajenius Aché de Freitas.

Todas as ilustrações humorísticas deste livro foram desenhadas por Guézou. Experiente cartunista francês, suas charges são publicadas semanalmente em diversas revistas da França. Já publicou nove livros contendo coletâneas de suas melhores charges. Com este livro, Guézou lança seu primeiro trabalho no Brasil. Mais informações sobre sua arte podem ser encontradas no site www.guezou.fr.



Programa de Educação Tutorial – Biologia (PET-Biologia)

Centro de Ciências Biológicas da UFSC

Campus Universitário Trindade

Florianópolis, SC, Brasil. CEP 88010-970

Site do PET: <http://www.petbiologia.ufsc.br/>; e-mail do PET: petbiologiaufsc@gmail.com

Prefácio

por Renato Hajenius Aché de Freitas

É com grande privilégio que escrevo o prefácio deste ambicioso livro que surgiu do projeto de extensão Sporum do PET (Programa de Educação Tutorial do MEC) do curso de Ciências Biológicas da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina).

Aliás, vale a pena reforçar que o Sporum, quase foi a “óbito” e o que o manteve “vivo” foi exatamente este livro! O Sporum tem a conotação da divulgação científica e, além do livro, conta com outras mídias, tais como um blog, uma página no Facebook e vídeos do tipo podcast.

No início, a ideia do livro era a de mostrar as pesquisas realizadas no CCB (Centro de Ciências Biológicas) da UFSC através de várias entrevistas com alguns professores. Porém, isso mudou em virtude de acharmos que essa abordagem poderia “engessar” aquilo que o professor gostaria de falar. Assim, em uma excursão exploratória, foi se perguntando para alguns professores se eles queriam participar falando daquilo que entendessem ser interessante sobre o “pequeno” mundo biológico. Isso tornou o livro muito mais desenvolto, com conteúdos e nuances diversos que vão além da pesquisa acadêmica, tornando-se mais atrativo para o(a) leitor(a) e, até mesmo, estimulando jovens a enveredarem-se pela ciência.

Um dos pontos mais interessantes do livro é sua forma de construção. Cada texto foi baseado em uma entrevista com o professor que, posteriormente, foi transcrita. Mesmo após as entrevistas, os alunos-autores puderam inserir sua criatividade enlaçando-se com a base que estava nas falas dos professores. O resultado é muito mais que uma simples transcrição (ressalto que só isso já é bastante trabalhoso) de uma entrevista. Essa construção talvez seja muito diferente de qualquer outro livro que você possa ter lido.

Cada texto conta com a participação de pelo menos um aluno em uma verdadeira simbiose com um professor e/ou pesquisador da UFSC. O livro

foi inteiramente revisado por alunos do PET-Letras da UFSC, por mim e pelo Prof. Dr. Paulo R. P. Hofmann (editor do periódico Biotemas). Além disso, o próprio Paulo também organizou os capítulos em uma sequência que condiz com o teor de seus conteúdos. Também se destaca a participação do ilustrador francês Guézou (www.guezou.fr) que contribuiu com as ilustrações de muitos capítulos que, em uma única imagem, expõem o cerne do conteúdo de maneira lúdica.

Bom, o que era um sonho de alguns poucos alunos, tomou grandes proporções e se tornou uma realidade. Queremos incentivar e proclamar uma divulgação sobre ciência a partir desses 21 capítulos de uma forma razoavelmente tranquila de ser entendida sem muito "biologuês", mas muito informativa. Espero que gostem assim como eu amo o Sporum.

Sumário

Prefácio	iii
Introdução	1
Nomes científicos: para que tanto palavrão?	5
Cordyceps: uma história de zumbis	15
Você sabe quem são os insetos sociais?	21
Entomologia forense: insetos e a resolução de crimes	25
Biodiversidade: o quê, como e por quê?	31
Biodiversidade: é possível recuperá-la?	39
De onde vieram as unidades de conservação marinhas?	45
Contaminação aquática, um problema?	49
Nossos genes controlam nosso cérebro?	53
Que haja neurônios!	59
A linguagem universal dos neurônios	65
A neurobiologia da ansiedade e a experimentação animal	73
Consequências do estresse na infância	83
O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) existe mesmo?	85
Os prejuízos do consumo de álcool durante a gravidez	91
Meu dente quebrou, e agora?	97
Nós não somos só humanos. Somos uma colônia	101
A bioquímica dos vampiros	107
“Manhê”, posso ter um pegasus?	113
Astrobiologia	119

Introdução

por Caio Zimmermann, Hugo Bayer Reichmann e Paulo Roberto Hofmann

Compreender a vida, em suas minúcias e peculiaridades, está longe de ser uma tarefa fácil. Além do mais, o conhecimento biológico é mutável; a todo instante está sendo alterado, seja pelas novas descobertas, seja pela quebra de paradigmas – quando se nota que alguma interpretação que tínhamos antes era equivocada, o que se torna um ponto crítico, pois quando queremos compreender os acontecimentos do mundo natural, essa natureza mutável pode dificultar as interpretações.

Porém, o que essa transitoriedade não deve nos trazer é o desinteresse em buscar e entender os processos básicos que ocorrem na natureza. Por isso, é interessante dividir a biologia (e outros ramos da ciência) em tópicos, e focar uma coisa por vez, para que possamos entender cada um separadamente integrando-os posteriormente, a fim de termos uma visão mais clara e objetiva dos eventos que acontecem na natureza.

Às vezes, perguntas como “de que me adianta entender este processo?”, ou, “o que vai mudar se eu souber que isso acontece dessa forma?”, são muito equivocadas e não se restringem apenas ao âmbito da biologia. A extraordinária capacidade do ser humano de tecer pensamentos críticos sobre determinada questão se dissipa no momento em que ele opta por permanecer ignorante sobre determinado assunto, seja ele qual for. Afinal, como é possível adotar uma postura crítica sobre um acontecimento quando o desconhecemos ou o negligenciamos completamente?

Independente da postura negligente que muitas pessoas têm, é evidente que o sistema educacional brasileiro possui impasses em vários quesitos. Talvez pelo fato da abordagem educacional do Ensino Médio ser voltada apenas para o vestibular. Entretanto, não podemos deixar de ter consciência de que o conhecimento é, acima de tudo, importante para nos tornarmos cidadãos mais lúcidos, críticos e capazes de solucionar problemas diários ou, ao menos, compreendê-los de maneira mais racional.

E é nesse contexto que entra o professor, pois ele é quem vai definir a abordagem dos assuntos, embora não possa de fato escolhê-los, já que quem define isto são instituições governamentais, que também possuem um papel crucial no sistema educacional. A abordagem dos temas deveria ser feita de maneira mais contextualizada e problematizadora, fazendo com que o aluno se sentisse mais “perto” dos assuntos das aulas. Na biologia isso é uma questão muito pertinente, já que é bastante comum haver conteúdos completamente deslocados do cotidiano do estudante, o que dificulta o processo de aprendizagem e traz muitas informações irrelevantes para a população como um todo. Devemos lembrar que o que a maioria da população sabe a respeito de biologia é aquilo que ela aprendeu no Ensino Médio, ou seja: será que os alunos estão aprendendo todos os conteúdos essenciais dessa área? Ou estamos perdendo tempo ensinando coisas menos importantes?

É interessante notar que a sociedade sempre vivencia momentos ímpares na história, diante de avanços tecnológicos que não eram imaginados há poucas décadas atrás. À medida que esses avanços acontecem, novas fronteiras para a construção do conhecimento científico se abrem. Mecanismos que existem na natureza e que pareciam ser impossíveis de serem descobertos, pela falta de instrumentos, surpreendem cada vez mais os pesquisadores ao serem compreendidos. E com isso, a imensa complexidade do mundo fica cada vez mais evidente.

Embora exista uma quantidade gigantesca de eventos por trás de qualquer acontecimento na natureza, existem coisas que nós, cidadãos, devemos saber. Esse saber não consiste em compreender todos os detalhes de um fenômeno, mas ter noções básicas das causas que podem levar ao seu surgimento e às suas eventuais consequências. Portanto, devemos dar preferência aos acontecimentos que estão mais próximos do nosso cotidiano.

Assim, o principal objetivo deste livro é instigar em você o interesse pelo conhecimento. Estimulá-lo a compreender os processos biológicos para, assim, entender os acontecimentos da vida e questioná-los, quando você julgar necessário, despertando sua curiosidade para, então, ampliar seu

poder de compreender situações que possivelmente estão associadas ao seu dia a dia. A ideia é contribuir para o desenvolvimento da extraordinária capacidade do ser humano de tecer pensamentos críticos, fundamentados em fatos, e não apenas em suposições. Para isso, neste livro, trazemos textos oriundos de entrevistas com alguns pesquisadores/professores da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) abordando temas não usuais de Ensino Médio, e/ou captando alguns detalhes que sejam importantes no conhecimento biológico. As entrevistas foram reescritas na forma de um texto que pretende despertar a curiosidade.

Esperamos que todos tenham uma ótima leitura...

Nomes científicos: para que tanto palavrão?

por André Geremia Parise, Mayara Krasinski Caddah e Pedro Fiaschi

Toda vez que alguém comenta algo de biologia, imediatamente vem à mente da maioria das pessoas um desfile assustador de nomes e palavras enormes, quase ilegíveis, e muito menos pronunciáveis. “Mas é muito nome!”, “Tem que decorar tudo isso?”, “Eu não sei ler isso aí não”... Esses e outros pensamentos são bastante comuns. Mas, afinal, esses nomes são realmente necessários? Não dá para usar nomes mais fáceis? Por que tem que ser assim tão complicado?

Bem, a resposta a essas perguntas é: sim, são realmente necessários. Não, não dá para ter nomes mais fáceis, pelo menos na ciência e, bem, no fim não é tão complicado quanto parece. Na verdade, eles podem ser bem fáceis de entender, e até muito divertidos! Sério, criatividade é o que não falta aos cientistas, como você terá a oportunidade de conferir. Muitos desses nomes são rodeados por lendas, histórias, homenagens, etc., que vale a pena conhecer e contar em um almoço em família ou em uma mesa de bar.

A primeira coisa, a saber, é o porquê dos nomes científicos e como eles são estruturados. No nosso caso, vamos nos restringir à botânica, mas isso vale praticamente do mesmo modo para os nomes de outros organismos, com algumas diferenças apenas.

Os nomes científicos existem com a finalidade de facilitar a comunicação entre as pessoas a respeito de um mesmo organismo. Eles se contrapõem aos nomes ditos populares, que também estão corretos, mas apresentam um problema: eles não são os mesmos em todos os lugares.

Um exemplo bem esclarecedor: você gosta de comer tangerina, poncã, bergamota, mexerica, laranja-cravo, mimosa ou vergamota? Se você mora no Sul do Brasil, talvez responda por bergamota, embora no Paraná se use

mais o termo mimosa. Já se você for do Sudeste, é possível que responda por mexerica, a menos que você seja do Rio de Janeiro, onde a mesma fruta é mais conhecida por tangerina, e assim por diante. Agora, imagine a confusão de um catarinense chegando em São Paulo e pedindo por uma bergamota; ou então um paranaense tentando comprar uma mimosa no Rio? Talvez lhe deem uma vaca, mas não a fruta que os baianos chamam de laranja-cravo! E se toda essa variação de nomes acontece dentro de um único país, imagine no mundo inteiro!

Para evitar este tipo de confusão é que existem os nomes científicos. Se em qualquer lugar do Brasil ou do mundo você falar de *Citrus reticulata*, que é o nome científico da bergamota/mexerica/tangerina/laranja-cravo/etc., ninguém terá dúvidas da planta a que você está se referindo. Claro, desde que essa pessoa conheça o nome também!

Então, como já foi dito antes, o nome científico serve para facilitar a comunicação e ter certeza sobre qual organismo estamos nos referindo, especificamente, pois cada ser vivo terá um único nome que será válido no mundo inteiro. E quem dá esses nomes são os sistematistas ou taxonomistas, cientistas especializados em encontrar e nomear qualquer ser vivo, seja ele uma bactéria ou um rinoceronte, além de estabelecer suas relações de parentesco.

Ok, agora que entendemos a importância desses nomes, vamos à próxima pergunta.

Por que se nomeia com estas palavras tão grandes e complicadas?

A resposta é simples. Todos os nomes científicos devem ser dados em latim, do mesmo modo, aparentemente, que os feitiços de Harry Potter também devem ser nessa língua, sabe-se lá o porquê.

Na época em que surgiu a preocupação de unificar o modo de dar os nomes dos seres vivos, o latim era uma língua que todas as pessoas cultas falavam na Europa. Quem começou a dar nomes aos bois (e aos cavalos, patos,

plantas, fungos, e tudo mais), foi um sueco bonachão chamado Carl von Linné (1707-1778). Lineu, para os mais íntimos.

Ele optou por dar nomes em latim, porque, justamente, era a língua que todos os cientistas falavam. Além disso, o latim, na prática, não era a língua de nenhum país, então não denotava nenhum favoritismo a ninguém. Por fim, como o latim é uma língua praticamente morta, ele não muda mais, o que dá certa estabilidade ao nome escolhido.

Hoje em dia o latim perdeu toda a sua importância para o inglês nas comunicações entre pessoas de diversos países, e o inglês acabou substituindo-o como língua da ciência também. Mas os nomes científicos continuam sendo em latim, por uma questão de tradição, continuidade histórica e estabilidade. Depois de quase 300 anos descrevendo os seres vivos em latim, não iríamos mudar tudo agora! Aliás, se cada vez que uma língua perdesse sua importância como língua científica se trocasse todos os nomes, além de uma enorme dificuldade, se criaria uma instabilidade que não é nada desejável. Assim, até hoje, toda a espécie nova que é descrita recebe um nome em latim.

Agora, vamos à estrutura desses nomes

Como você já deve ter percebido, um nome científico é composto por duas palavras (vide *Citrus reticulata*). A primeira palavra indica o gênero da espécie, o que sugere um grau de parentesco muito próximo com qualquer outra espécie do mesmo gênero. O segundo nome, chamado de epíteto específico, informa a qual espécie o organismo em questão pertence, dentro de seu gênero.

Por exemplo, existe o gênero *Citrus*, que abarca várias espécies, dentre elas a espécie *Citrus reticulata*. Não se pode dizer somente *reticulata*, porque esse epíteto não quer dizer nada se não estiver junto ao nome do gênero. Mais ou menos o que acontece com o nome das pessoas também. Ao dizer "Oscar", referindo-se a um Oscar específico, isso não quer dizer nada. Há milhares de "Oscars" por aí. Mas se é dito "Oscar Niemeyer" (1907-2012), aí se pode saber de quem se fala.

Para se dar um nome científico há várias regras. A primeira, como vimos, é que deve ser em latim ou latinizado (a partir daqui, ao citarmos um nome científico indicaremos como se deve pronunciar, entre parêntesis, caso julgemos pertinente). A segunda, o nome de uma espécie sempre deve ser escrito com (no mínimo) duas palavras, uma para o gênero, e outra especificando a espécie. Mas há muito mais regras. Além disso, os nomes devem ser escritos *em itálico*, **em negrito** ou estarem sublinhados. Devem se destacar do texto. Por fim, o gênero sempre é escrito com letra maiúscula, e o epíteto com letra minúscula.

Essas regras são importantes para manter a uniformidade dos nomes, e são reguladas por um grupo de pessoas especiais. No caso da botânica, existe um código definindo essas regras, que é o Código Internacional de Nomenclatura de Fungos, Algas e Plantas. A cada seis anos, taxonomistas e sistematas do mundo inteiro se reúnem para discutir essas regras. O ideal é que esse código se mantenha o mais constante possível, mas, eventualmente, dependendo da necessidade, alguma regra pode ser alterada nesses encontros. Para os animais existe outro código, que é levemente diferente, por questões de tradição.

Para dar um nome científico a uma espécie nova de planta, geralmente esse nome se baseia em um dos seguintes itens: alguma característica da planta, o local de onde ela é nativa ou uma homenagem a alguém.

Por exemplo, existe uma bela flor chamada *Digitalis purpurea*, que é conhecida popularmente como dedaleira ou campainha. Bem, o nome do gênero, *Digitalis*, vem do fato de que as flores dessa planta se parecem muito com dedais, uma proteção que se punha no dedo antigamente para costurar. Já o epíteto específico, *purpurea*, é por que as flores são roxas. Em português ainda existe esta palavra: purpúrea. Assim, duas características da planta foram usadas para dar o seu nome.

Outro exemplo interessante é o do famoso pau-brasil: *Paubrasilia echinata* (pronuncia-se "paubrasília equinata"). O gênero é uma referência latinizada ao nome popular que essa árvore recebeu. Já o epíteto significa

“espinhoso”, ou “com espinhos”, porque o tronco dessa árvore é recoberto por espinhos.

Mas todos os nomes são assim sérios?

Na verdade, não. Muitos nomes curiosos foram surgindo ao serem associados a características bizarras ou menos ortodoxas das plantas, e isso já começou com o próprio Lineu. Como se sabe, as flores nada mais são do que os órgãos sexuais das plantas. Sim, as plantas usam as flores para se reproduzir, da mesma forma que se usa... bem, você sabe.

Assim, há um tipo de planta da família dos feijões (família Fabaceae) cujas flores, muito delicadas, dão a impressão de serem dois lábios, com uma pequena pétala em uma das extremidades, lembrando um carocinho. Ao ver tal flor, Lineu reconheceu naquilo uma forma tão suspeita que foi forçado a chamá-la de *Clitoria* (“clitória”). Sim, é isso que você leu. E tem mais: como uma dessas plantas possui certa fragrância, foi agraciada com o nome *Clitoria fragrans*!

Do outro lado, existe um gênero de plantas, dessa vez da família do antúrio (família Araceae), cuja inflorescência forma um enorme pendão vertical, rígido e ereto. Não por acaso, o gênero recebeu o nome de *Amorphophallus* (amorfofálus), que significa algo como “pênis amorfo”, ou “pênis deformado” (do grego: *amorpho*, amorfo, sem forma; e *phallus*, também do grego: pênis). Esses botânicos... Mas quem os culpa? Qualquer um que olhasse um *Amorphophallus paeoniifolius* (peonifólius) chegaria às mesmas conclusões.

Dentre as espécies de *Amorphophallus*, existe uma que certamente merece ser mencionada, que é o *Amorphophallus titanum*. Essa planta é famosa por produzir uma das maiores inflorescências do mundo, que pode chegar até 3 m de altura e pesar até 90 kg! Por isso o nome de *titanum*, que quer dizer titânico, enorme!

Assim como a *Clitoria fragrans* recebeu seu nome em relação à sua fragrância, outras plantas podem receber nomes devido ao seu mau cheiro.

Um exemplo interessante é a *Coprosma foetidissima* (coprósmia fetidíssima). Essa planta tem nome e sobrenome nada idílicos. O gênero *Coprosma* vem de *copros*, que significa fezes, em grego. Já o *foetidissima* dispensa explicações. Esse nome vem do fato de que quando suas folhas são amassadas, liberam um cheiro muito ruim.

Às vezes o nome pode ser dado devido ao efeito que a planta causa. Há um tipo de pitanga (família Myrtaceae) que atende pelo sugestivo nome de cagaita. Se ingerida em demasia, pode causar disenteria, e por isso seu nome científico é *Eugenia dysenterica* (eugênia disentérica). Outra planta, da família da fruta-do-conde (família Annonaceae), causa o mesmo efeito, mas tem o nome mais suave: *Annona cacans*. O *cacans* vem de caca mesmo, cocô. Quem não perdoou dessa vez foi o nome popular: araticum-cagão!

O local também pode ser lembrado...

Mas, voltando a falar de amenidades, havíamos comentado que outro modo de nomear espécies é em relação ao local onde elas foram coletadas. Assim, há vários exemplos na literatura de plantas que remetem ao local onde foram originalmente encontradas, como a oliveira (*Olea europaea* – ólea europeá), remetendo à Europa, *Arum italicum* (arum itálicum), remetendo à Itália, e tantas plantas que têm o epíteto *brasiliensis*, quando vêm do Brasil, ou mesmo *fluminensis* quando vêm do Rio de Janeiro, *catharinensis*, quando vêm de Santa Catarina, *capixaba*, quando vêm do Espírito Santo, e assim por diante.

Um exemplo interessante é a recente descoberta da menor flor de orquídea já encontrada no mundo, que pertence ao gênero *Campylocentrum* e recebeu o nome específico de *Campylocentrum insulare*, pois ela é nativa da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis.

Ou personalidades homenageadas

Muitos nomes podem ser dados em homenagem a alguém, geralmente a algum pesquisador ou botânico importante, ou alguma outra personalidade. Por exemplo, a bromélia *Neoregelia burle-marxii* (neoreguélia **burle-márxi**) (família Bromeliaceae), em homenagem ao famoso paisagista brasileiro Roberto Burle Marx (1909-1994), ou a ave-do-paráíso, que se chama *Strelitzia reginae* (strelítsia **redjine**) (família Strelitziaceae), que é uma homenagem à rainha (em latim, *regina*) Carlota de Mecklemburgo-Strelitz (1744-1818), que foi esposa do rei da Inglaterra Jorge III (1738-1820).

E homenagens assim acontecem até hoje. Recentemente, um gênero novo de samambaias foi descrito em homenagem à cantora estado-unidense Lady Gaga (1986-), e o gênero se chama, justamente, *Gaga* (família Pteridaceae). Algumas das espécies descritas foram *Gaga germanotta*, já que esse é o sobrenome da cantora, e *Gaga monstraparva*, já que os fãs da cantora são conhecidos, nos Estados Unidos, como *little monsters*, os “pequenos monstros”, em inglês. Outra homenagem musical é a *Macrocarpaea dies-viridis* (macrocárpea **díes-víridis**) (família Gentianaceae), em homenagem à banda punk estado-unidense Green Day.

Ou qualquer coisa que venha à cabeça

Alguns nomes científicos aludem a lendas ou histórias, que por vezes passam despercebidas até mesmo aos botânicos. Por exemplo, a maçã (família Rosaceae). Quando Lineu batizou-a, considerou que fosse uma espécie de pera. Devido à associação medieval que se fez entre as maçãs e o fruto proibido, que Deus teria plantado no centro do jardim do Éden, no Velho Testamento, Lineu chamou a árvore de *Pyrus malus*, cujo nome, em latim, quer dizer “pera do mal”.

Nomes científicos também podem ser dados aludindo ao comportamento ou hábito da planta que se quer nomear. Um exemplo é o gênero *Convolvulus* (família Convolvulaceae), por causa de seu hábito de trepadeira volúvel, que vai se enrolando e envolvendo nas coisas. Já na família do

feijão, temos duas plantas com nomes interessantes. A primeira, *Desmodium gyrans* (desmódium gírans). O epíteto *gyrans* é por causa do hábito que essa planta tem de girar as folhas quando estimulada por música, ou qualquer outro som. Não à toa, seu nome popular é planta-dançante. É sério! Há vários vídeos na internet mostrando isso.

A outra planta que tem um nome adorável é a famosa dormideira, ou dorme-dorme, aquela plantinha que fecha as folhas ao ser tocada. Parece tímida, não? Exatamente por isso recebeu o nome de *Mimosa pudica*, já que pudica, mesmo em português, significa “tímida, envergonhada”. Fofa, não? Não poderia ter nome melhor.

Menos fofos são os nomes de certas orquídeas dos Andes e Equador. Devido à sua cor quase negra e sua forma exótica, uma orquídea recebeu o nome de *Dracula vampira* (família Orchidaceae). Outra já não se parece nada com o Conde Drácula, e sim com o rosto de um macaquinho, apesar de pertencer ao mesmo gênero. Por isso, recebeu o nome de *Dracula simia* (símia), sendo que *simia* significa, justamente, macaco, símio.

Provavelmente a *Dracula vampira* iria gostar de conhecer outra planta, cor vermelho sangue, que recebeu o nome de *Aerva sanguinolenta* (erva sangüinolenta) (família Amaranthaceae), por ser, justamente, uma erva vermelha. Bem, como deu para perceber, criatividade é o que não falta aos botânicos. Ou será que não?

Reza a lenda que o grande Lineu, após descrever milhares de espécies de animais e plantas, já não sabia mais de onde tirar tanto nome. Vencido, batizou um gênero inteiro de *Quisqualis* (família Combretaceae), que significa “quem, o quê”. É, chega uma hora que ninguém mais aguenta!

Mas as possibilidades de nomes são praticamente ilimitadas, desde que se sigam as regras do já referido Código Internacional de Nomenclatura de Fungos, Algas e Plantas, pode-se dar praticamente qualquer nome.

Atualmente, já se conhece mais de 215.000 espécies de plantas, e todos os anos são descobertas outras mais, sendo que cada uma precisará de um nome. Criativo ou não, divertido ou não, o fato é que ainda há muito trabalho por fazer.

Por isso, o trabalho de sistematas e taxonomistas, que buscam entender e descobrir plantas, é muito importante, e os nomes científicos também. Afinal, o mundo inteiro precisa conhecer as novas plantinhas que hão de aparecer e proteger as que já são conhecidas, chamando cada uma pelo seu próprio nome, em qualquer lugar do planeta.

Canis immundus!

Besta foetidissima!!!

Idiota completum!!

Homo imbecilis!

Face feissima!!

Incompetente maximo!!

Cretinus maximus !!

Vermis ridiculus!!

Homo stupidus!!

Halitum putridum!!!

Filius maternus!!!

Flatulentia sulfurica!!

Intelligentia debilissima!



Ca&E2013

Cordyceps: uma história de zumbis

por André Geremia Parise e Elisandro Ricardo Drechsler-Santos

No coração da escura e nebulosa selva tropical, uma criatura deplorável se arrasta pelo chão. Ela não controla mais as suas próprias pernas, mas essas a impelem através do chão úmido da floresta. Depois, contra a sua vontade, a criatura é forçada a subir em uma planta qualquer, e assim o faz, servil e obediente. Pobre animal! Não responde mais pelos seus atos, virou um autômato ainda em vida, escravizado por uma força invisível que se instalou dentro de seu cérebro. Na verdade, já está praticamente morto, embora ainda viva. É quase um zumbi.

Finalmente, em algum ramo escolhido por forças alheias às suas, a formiga crava as mandíbulas em uma folha. Depois disso, ela finalmente morre ou, antes, é assassinada de dentro para fora. Foi usada e agora não tem mais serventia viva. Assim, o cadáver fatigado permanece imóvel e preso à sua folha e jazigo.

A história, todavia, ainda não acabou. O criminoso sombrio ainda mostrará sua face. Após alguns dias, por alguma fresta na carapaça da formiga, talvez entre a cabeça e o tórax, algo começa a crescer. Nutrindo-se do cadáver, uma estrutura delgada projeta-se para o ar. Em sua ponta, uma ampola oscila ameaçadoramente, recheada de esporos mortíferos. Ao abrir dezenas de orifícios, o fungo lança esses esporos pelos ares que irão infectar outras formigas desprevenidas que, possivelmente, terão o mesmo destino tenebroso, tornando-se elas também, por sua vez, zumbis.

Essa história parece ficção científica narrando alguma espécie de ser alienígena, mas é verdadeira e acontece corriqueiramente não só em florestas tropicais, mas em todo o mundo. Esses fungos, conhecidos popularmente como cordyceps, estão presentes em todos os continentes, exceto a Antártida. Não atacam somente formigas, mas muitas outras espécies, principalmente de insetos. E, apesar de parecerem vilões, os cordyceps são, na verdade, coadjuvantes de uma história maravilhosa, que acontece há milhares de anos.

O que são os cordyceps?

Os cordyceps são fungos conhecidos como entomopatógenos, pois eles infectam e parasitam insetos. Eles pertencem a várias espécies, em diferentes gêneros, embora antigamente todos estivessem abrigados sob o único gênero *Cordyceps*, que foi descrito por Elias Magnus Fries (1794-1878), no século XIX. Depois, novos estudos foram dividindo-os em muitos outros gêneros, e hoje já se conhece centenas de espécies desses fungos. Apesar disso, o primeiro nome, *Cordyceps* ficou sendo usado para designar, de um modo geral, os fungos que infectam, afetam o comportamento e matam insetos.

Esses fungos atuam em uma das mais interessantes relações ecológicas do planeta, já que eles são realmente capazes de controlar o comportamento dos insetos. Perceba: os fungos pertencem a um reino, chamado Fungi. Animais pertencem a outro reino, o Animalia. Eles estão evolutivamente separados por pelo menos 500 milhões de anos. No entanto, um fungo é capaz de se instalar no cérebro de um animal e produzir substâncias químicas que controlam o seu comportamento! Isso é absolutamente espantoso sob qualquer ponto de vista.

A infecção funciona mais ou menos da maneira descrita na introdução deste capítulo: o inseto entra em contato com os esporos do fungo, que então germinam e vão para dentro do corpo. Não se sabe ao certo como isto se dá, se o inseto respira os esporos, se os esporos grudam-se na carapaça do inseto e o fungo procura uma fenda para entrar, ou algum outro mecanismo. O fato é que, uma vez dentro do inseto, o fungo se desenvolve e depois, através de um sistema que ainda não está completamente esclarecido, começa a liberar várias substâncias químicas que vão alterar e controlar o comportamento do animal. O mais incrível é que o animal infectado apresenta um comportamento que muitas vezes não têm nada a ver com o seu natural, como, por exemplo, uma formiga que vive somente no solo da floresta e, uma vez infectada, sobe em uma planta para morrer ou é forçada a se enterrar na serrapilheira, ou então um fede-fede (Hemiptera: Pentatomidae), que vive nas folhagens da vegetação e, controlado pelo fungo, se enterra também.

O caso mais clássico e conhecido é o das formigas-zumbis. Chama a atenção particularmente porque a formiga tem um comportamento muito previsível e obediente à colônia. No entanto, as formigas infectadas não obedecem mais ao formigueiro e comportam-se de um modo muito estranho, chegando a abandonar o ninho e o convívio de suas companheiras. Algo incrível é que, quando uma formiga sadia percebe que a companheira está contaminada, ela a agarra e imediatamente a leva para longe do formigueiro, acredita-se que para proteger a colônia. Essas formigas “heroínas” não voltam nunca mais para os seus ninhos, porque talvez elas também já tenham sido infectadas.

Entretanto, não são apenas formigas que se contaminam por cordyceps. Muitos outros insetos já foram encontrados com esse tipo de parasita, tais como o já mencionado fede-fede, gafanhotos (Orthoptera), mariposas (Lepidoptera), larvas de besouros (Coleoptera), moscas (Diptera), libélulas (Odonata), etc., e até mesmo outros artrópodes, como aranhas (Araneae). Já se sabe que certas espécies de insetos têm o seu próprio fungo entomopatógeno associado. Talvez esse seja o padrão, uma vez que a grande maioria das espécies de fungos é especializada em espécies de insetos em particular.

É interessante notar que cada espécie de cordyceps ataca e controla o comportamento de uma única, ou no máximo poucas espécies de insetos. Há estudos que demonstram isso. O fungo pode até matar outras espécies, mas a notável característica de mudar o comportamento natural da espécie atacada é expressa em uma relação específica, de uma espécie de fungo para outra de inseto em particular.

Em uma primeira análise, pode parecer que o fungo é um terrível vilão, que conscientemente controla o inseto ao seu bel-prazer, e para a nossa imaginativa mente é tentador pensar desse modo. Porém, na biologia as coisas devem ser vistas com muito mais profundidade.

O fungo faz isso de propósito?

É importante ter em mente que, até onde se sabe, não existe nenhuma espécie de consciência no fungo. Na verdade, trata-se de um comportamento que foi evolutivamente selecionado, através de milhares e até milhões de anos de refinamento de uma interação parasítica entre o fungo e o inseto, ajustado nos seus pormenores pela seleção natural. O fungo e a formiga simplesmente se comportam assim porque eles coevoluíram desse modo.

Mas vamos mais fundo ainda: ao sair do nível de indivíduo e passar ao nível de população, o que se percebe é que os cordyceps têm um papel importante na regulação das populações desses insetos. Se cada inseto tem o seu fungo entomopatógeno associado, os fungos vão contribuir para a manutenção do número desses animais, ajudando, por exemplo, a não ter um excesso na população desta ou daquela espécie, o que poderia causar um desequilíbrio no ecossistema.

Indo ainda além, chegamos ao nível de espécie. Uma espécie de fungo ataca uma ou, no máximo, algumas poucas espécies de inseto. E essa relação entre o fungo e o inseto existe há milhares de anos em um ajuste tão perfeito que perdura até hoje em equilíbrio. O fungo depende do inseto para sobreviver e o inseto depende do fungo para manter as suas populações estáveis. Então, no caso, o fungo deixa de ser o vilão que mata os pobres insetinhos, para se tornar ator importantíssimo de algo muito belo, que são as complexas relações entre as espécies ao longo da história da evolução.

Por conseguinte, se uma espécie de inseto está indissociavelmente relacionada a, no mínimo, uma espécie de fungo, imagine o dano que não causa a extinção dessa espécie ao ecossistema. Pelo menos uma espécie de fungo irá extinguir-se também, e com ela uma interação que existe desde tempos imemoriais, muito antes que o ser humano colocasse os seus pés arrogantes sobre este planeta por ele castigado. Para piorar, tudo na natureza está interligado. A extinção de uma espécie não causa dano apenas para o fungo, mas pode causar também a várias outras espécies

diferentes, de plantas a animais, que interagem em equilíbrio com a espécie extinta. Infelizmente, estima-se que centenas de espécies desapareçam todos os dias por causa da influência humana.

Por outro lado, há muito trabalho a ser feito para descobrir novas espécies de fungos. Por incrível que pareça, pouca gente no mundo estuda esses fascinantes seres, e estima-se que a grande maioria das espécies ainda está por ser descoberta, bem como suas relações ainda por serem desvendadas. O que será descoberto ainda? Quais interações “bizarras” estão escondidas nas profundezas dos vales, na altitude das montanhas, e até mesmo nos jardins e praças urbanas? Uma coisa é certa, a biologia ainda reserva muitas surpresas inimagináveis, tão incríveis ou mais quanto zumbis da vida real. Basta apenas boa vontade, curiosidade de novos cientistas e, claro, além de tecnologia, muito trabalho, para trazer à tona o incomensurável tesouro que a evolução lapidou com paciência milenar.

OTAVINHO,
MAMÃE JÁ DISSE
MIL VEZES!!...

PARE JÁ
DE BRINCAR COM
A COMIDA !

E ENTERRE
ESSA FORMIGA DE
UMA VEZ!!!!!!

TÁ BOM,
MAMÃE!!!

TADAM,
TADAM!



RSRSRSRS!
KSKSKSK!

RSRSRSRS!
KSKSKSK!

Você sabe quem são os insetos sociais?

por Cristian Luan Klunk e Benedito Cortês Lopes

Certamente você já se deparou com uma fila de formigas carregando folhas, ou mesmo migalhas dentro de sua casa, abelhas e vespas voando pelo jardim e, eventualmente, cupins dentro de algum pedaço de madeira podre. O que esses insetos têm em comum? Esses animais apresentam uma característica chamada de eussocialidade ou socialidade verdadeira.

E o que seria isso?

A eussocialidade é o comportamento encontrado em alguns grupos de animais que formam colônias, onde convivem vários indivíduos da mesma espécie, oriundos de uma mesma mãe e muitas vezes do mesmo pai, ou seja, uma família. Porém, para ser definido como um comportamento social verdadeiro, a colônia deve apresentar as seguintes características:

1. Divisão de trabalho: dentro da colônia deverá haver indivíduos responsáveis por diferentes tarefas como, por exemplo, fêmeas e machos envolvidos na reprodução, operárias que cuidam da manutenção do ninho, dos ovos, das larvas, das pupas, além daquelas que saem do ninho à procura de alimentos e água, ou mesmo para fazer a proteção da colônia em caso de ataque.
2. Cooperação: os indivíduos que vivem na colônia cooperam para a manutenção da mesma (construção de novas câmaras, limpeza, entre outros) e bem estar de todos (alimentação, defesa, etc.).
3. Sobreposição de gerações: para ser uma colônia verdadeiramente social deve haver a sobreposição de ao menos duas gerações de indivíduos, para que a geração mais velha possa proteger a geração mais nova, até que essa possa assumir as responsabilidades da colônia.

Então todas as abelhas, formigas, vespas e cupins são eussociais?

Não. Abelhas, formigas e vespas fazem parte de um grupo de insetos que a ciência classifica como ordem Hymenoptera. Então, dentro dessa ordem, existem cerca de 20 mil espécies de abelhas, das quais apenas três mil apresentam o comportamento social verdadeiro. No caso das vespas, das mais de 91 mil espécies conhecidas no mundo todo, apenas mil são eussociais. Falando das formigas, todas as mais de 13 mil espécies conhecidas apresentam eussocialidade. Já os cupins fazem parte de outra ordem de insetos, a ordem Isoptera. Esse grupo, que possui cerca de 4.500 espécies, é inteiramente eussocial, assim como as formigas.

E como são essas colônias?

Primeiramente, é importante destacar que, apesar de esses insetos apresentarem a característica da socialidade verdadeira em comum, a forma como as colônias se estruturam pode variar muito em cada grupo. Por exemplo, nas colônias de abelhas, formigas e vespas (himenópteros), a maior parte dos indivíduos é fêmea, sendo os machos produzidos somente na época da reprodução. Nesses animais, a partir do ovo se desenvolve uma larva, que se alimenta e aumenta de tamanho, até formar uma pupa. Essa passa por uma metamorfose, se transformando no inseto adulto. Por outro lado, a colônia dos cupins é formada tanto por indivíduos machos quanto por fêmeas, além de diferirem dos anteriores quanto ao seu desenvolvimento. Dos ovos dos cupins, saem indivíduos muito parecidos com os adultos, as chamadas ninfas. A partir delas, se desenvolvem os adultos.

Quanto a hábito alimentar, as abelhas recolhem o pólen e o néctar das flores para produzir o mel, que serve de alimento para as larvas e a rainha, enquanto as operárias se alimentam de pequenas quantidades do pólen e néctar que recolhem. As formigas apresentam uma dieta muito variada, podendo incluir matéria vegetal e animal em decomposição, substâncias açucaradas produzidas por plantas ou insetos, fungos cultivados (como é o caso das famosas formigas cortadeiras) e até mesmo outros animais,

inclusive outras espécies de formigas! Já as vespas apresentam uma dieta mista, composta por líquidos vegetais e proteína animal, oriunda de animais (geralmente outros insetos) que elas mesmas caçam. Finalmente, os cupins se alimentam principalmente de matéria vegetal rica em celulose, como derivados de madeira em decomposição.

Como você pode perceber, existem características muito peculiares referentes a cada um desses grupos de insetos.



Chris Brown

Entomologia forense: insetos e a resolução de crimes

por Angelo Tenfen Nicoladeli e Carlos José de Carvalho Pinto

A palavra entomologia vem dos termos gregos *entomon* (inseto) e *logos* (estudo). A entomologia não somente estuda os insetos isoladamente como também todas suas relações com as plantas, micro-organismos, animais e o meio ambiente.

Atualmente a entomologia sofre um processo minucioso de especialização, subdividindo-se em diversas áreas, tais como: morfologia, fisiologia, ecologia, taxonomia, sistemática, resistência de plantas a insetos, controle biológico, controle químico, toxicologia, apicultura, comportamento, entomologia florestal, médica e veterinária, urbana, econômica e, uma das mais interessantes, a entomologia forense.

Mas quem são os insetos?

Os insetos (classe Insecta, do latim *insectum*) são invertebrados que apresentam um exoesqueleto quitinoso, que é uma camada resistente que cobre o corpo e que, no caso dos insetos, é composta por um carboidrato chamado quitina. O corpo desses animais é dividido em três partes principais: cabeça, tórax e abdômen. Apresentam três pares de patas, com habilidade de articulação, duas antenas e olhos compostos, constituídos por diferentes quantidades de omatídeos, que são tubos contendo várias células sensíveis à luz.

Esse grupo se constitui no maior e mais amplamente distribuído táxon do filo Arthropoda e de todos os animais. De todos os grupos existentes na biodiversidade terrestre, os insetos se destacam por serem os mais diversificados. Eles podem ser encontrados em quase todos os ecossistemas do planeta, mas apenas um seleto número de espécies se adaptou à vida nos oceanos. Estão descritas quase seis mil espécies de libélulas, 26 mil de gafanhotos e grilos, 150 mil de borboletas, 155 mil de

moscas e mosquitos, 70 mil de percevejos e afídeos, 350 mil de besouros, 116 mil de abelhas, formigas e vespas, além de um número grande de outros insetos menos conhecidos, perfazendo aproximadamente 811 mil espécies conhecidas. Porém, esse número pode estar muito subestimado, pois todos os anos são descritas muitas novas espécies.

Mas agora que sabemos quem são os insetos e o que é entomologia, precisamos descobrir qual o significado da entomologia forense

Forense é um adjetivo relacionado aos foros judiciais; em inglês, diz-se *forensics*, e denomina, na maioria das vezes, o uso da ciência e da tecnologia para a reconstituição e obtenção de provas de crimes. Portanto, entomologia forense é a ciência que busca a aplicação do estudo da biologia dos insetos e outros artrópodes em processos criminais. Essa área é geralmente associada às investigações criminais ligadas a óbitos, com o intuito de auxiliar na determinação do espaço e tempo em que os incidentes se deram, usando como marcador o estágio de desenvolvimento da fauna encontrada no cadáver. Além disso, a entomologia forense também auxilia na investigação de casos envolvendo produtos ou alimentos estocados e bens materiais.

Por exemplo, a entomologia forense pode entrar em ação quando uma pessoa compra um alimento em alguma mercearia e observa a presença de insetos dentro da embalagem. Um entomologista pode, através da análise do estágio de desenvolvimento da larva, concluir se aquele organismo alojou-se no alimento antes ou depois do dia da compra.

Já em casos de bens ou imóveis pode ser utilizada quando um indivíduo adquire uma casa e, após determinado tempo, descobre que no teto, ou em alguma outra parte dela, existe a presença de cupins. Para responder se a infestação ocorreu antes ou após a compra do imóvel, é necessário um entomólogo que entenda da biologia dos cupins e seu ciclo de vida.

Por fim, há a linha de trabalho mais famosa dentro dessa área, a entomologia médico-criminal. Ela consiste na aplicação do estudo de insetos que utilizam o corpo humano como área de ovoposição e

colonização para ter-se a capacidade de estimar, por exemplo: há quanto tempo uma pessoa está morta; se houve deslocamento do corpo; se o corpo estava armazenado; se aquela pessoa estava envenenada quando morreu; etc.

Então a entomologia forense só apresenta essas aplicações?

Não. Além das aplicações já referidas, existem algumas outras aplicações pontuais da entomologia forense, sendo uma delas o auxílio na localização de uma região produtora de drogas.

Mas como isso pode ser feito? Na realidade a lógica é bem simples. Se uma droga prensada, como a maconha, é apreendida, as autoridades responsáveis podem agir da seguinte maneira: abrir de maneira cuidadosa a droga e fazer uma procura e identificação dos insetos que foram prensados junto com ela. Após essa etapa concluída, não muito simples, pois os animais não estarão no seu melhor estado de conservação, o próximo passo é averiguar a área de distribuição desses artrópodes, ou seja, onde eles podem ser encontrados. Através desses dados, é possível inferir onde está acontecendo a sua produção e traçar rotas de comercialização desses entorpecentes, fazendo com que medidas necessárias sejam tomadas, como, por exemplo, o fortalecimento da fiscalização em áreas de fronteira. Parece fácil, não? Porém, esse é um trabalho que demanda muita paciência e experiência da parte do profissional.

Um exemplo desse fato aconteceu em 1986, na Nova Zelândia. No aeroporto da capital, um carregamento de maconha foi apreendido e, para determinar sua origem, os pesquisadores abriram a droga prensada e determinaram a área de distribuição dos insetos encontrados que somente ocorriam em países como Laos, Tailândia e Vietnã, área conhecida como Triângulo Dourado. Assim, ficou comprovado que esse carregamento provinha de tráfico internacional.

Para que trabalhos como esse possam ser realizados, é extremamente necessário que existam pesquisas que demonstrem a área de distribuição dos insetos. Estudos como esse estão dentro do que denominamos de

pesquisa básica, pois não apresentam nenhuma aplicação direta intrínseca a eles. Ou seja, com o simples conhecimento da distribuição dos insetos não é possível produzir nenhum produto ou bem comercial para a sociedade. Por esse motivo, muitas pessoas se perguntam: por que eu quero saber onde tem uma formiga ou um besouro se ele não faz mal nenhum? A entomologia forense é um dos exemplos de como os resultados da pesquisa básica podem ser utilizados em prol do bem comum.

Algumas outras contribuições da entomologia forense...

Existem algumas outras contribuições pontuais da entomologia ou da entomologia forense que podem ser aplicados em casos de abandono de menores ou maus tratos a idosos.

Um caso acontecido no Brasil é uma interessante exemplificação disso. Uma criança foi encontrada morta e era possível observar que existia a presença de larvas em sua fralda. A partir desse fato, o perito se fez a seguinte pergunta: será que essas larvas já estavam ali antes da morte? Para chegar a uma conclusão, o perito analisou as características biológicas desse inseto e pôde inferir que a criança não tinha sido limpa há aproximadamente 14 dias antes de sua morte e, portanto, o inseto já estava no corpo da criança ainda em vida. Com essas informações foi possível confirmar o crime de maus tratos e os pais foram responsabilizados.

Outra maneira da entomologia forense ajudar na resolução de crimes é com o auxílio de insetos hematófagos, ou seja, aqueles que utilizam o sangue como alimentação. Imagine, por exemplo, que um perito, ao chegar ao local do crime, observe que além do corpo, existam alguns mosquitos na parede do local. O que ele deve fazer? Coletar os insetos, que estavam na parede, cheios de sangue, e, por análise em laboratório, comparar amostras do DNA presentes no sangue encontrado no mosquito com o DNA do suspeito. Caso haja coincidência entre as amostras, evidencia-se que o suspeito estava na cena do crime.

Um pouco de história...

A entomologia forense é uma ciência verdadeiramente antiga e seu primeiro relato provém da China. Em 1235, um médico chinês estudioso da morte foi chamado para resolver um crime em uma plantação de arroz. Um trabalhador havia sido morto com um golpe de foice e foi encontrado nos campos de arroz. Havia várias pessoas que trabalhavam no mesmo local e utilizavam foices para seus serviços. O médico pediu para que todos os trabalhadores colocassem suas foices no chão. Observou, então, que apenas uma das foices atraiu moscas, já que esses insetos têm o olfato muito aguçado, e, mesmo que o assassino tivesse limpado a foice muito bem, elas ainda seriam atraídas pelos resíduos de sangue imperceptível a olho nu. Confrontado com essa prova o trabalhador confessou a autoria do crime.

Hoje já existem inúmeros livros e artigos científicos sobre o tema, mas foi só em meados de 1900 que começaram os estudos mais aprofundados sobre as larvas dos insetos nos cadáveres. Um dos casos mais famosos aconteceu em 1925, na Alemanha, em que o filho matou os pais no mesmo dia, porém a mãe foi morta sufocada e com o pai houve uma briga corporal que acabou levando a um ferimento na barriga. Ele colocou os dois no mesmo local e o perito, responsável por analisar os corpos, percebeu que havia uma diferença na decomposição dos cadáveres porque o pai estava aberto com um ferimento de faca e a mãe estava íntegra. Com essa observação o perito foi capaz de concluir que o grau de colonização de insetos no cadáver é diferente conforme o estado do corpo. Esse caso foi o estopim para o início da reflexão da possibilidade ou não de se inferir algo sobre a causa da morte através dos insetos.

Esse foi o começo de uma área de estudos que, nos dias atuais, é amplamente utilizada em diversos países para a resolução de inúmeros casos judiciais. Atualmente, através da utilização dos insetos, existe a possibilidade de chegar a conclusões que antes eram inimagináveis. Portanto, se você for cometer um crime, cuidado com os insetos! Eles podem o entregar à polícia.



**...E ENTÃO,
VOCÊ VAI
FALAR? ?!!...**

**O QUE É
QUE VOCÊ ESTAVA
FAZENDO COM AQUELE
CORPO ? ? ?!!...**

Biodiversidade: o quê, como e por quê?

por Cristian Luan Klunk e Malva Isabel Medina Hernández

O termo biodiversidade é de uso corrente nas aulas de ciências e biologia, em revistas de divulgação científica e, cada vez mais, ganha espaço nos meios de comunicação, associado ao tema da crise ambiental que se iniciou ao longo dos últimos anos de avanços tecnológicos.

Biodiversidade se refere à diversidade encontrada no domínio biológico, que pode ser em ecossistemas, comunidades, populações, espécies, ou até mesmo na diversidade genética. Como todos esses níveis apresentam suas peculiaridades, tendo muita informação associada, trataremos aqui somente da diversidade de espécies, dando um olhar especial à incrível diversidade de insetos encontrada em ambientes tropicais e, para finalizar, na biodiversidade do domínio da Mata Atlântica, onde Santa Catarina está inserida.

Falando em biodiversidade em ambientes tropicais, você já deve ter ouvido falar que tais ambientes são muito ricos. Então, surge uma pergunta fundamental.

Por que há tantas espécies nas regiões tropicais?

Essas áreas do globo terrestre são delimitadas por linhas imaginárias, chamadas de Trópico de Câncer e Trópico de Capricórnio, entre 23°26', tanto ao norte quanto ao sul, respectivamente, da Linha do Equador, demarcando a faixa central da Terra no sentido horizontal. Essa região recebe uma maior incidência solar, apresentando, dessa forma, climas mais quentes.

Dependendo da proximidade com o oceano, do tipo e da quantidade de cobertura vegetal, do relevo e de outras características geográficas, as regiões tropicais podem apresentar muita umidade. A combinação de calor e umidade favorece o estabelecimento e a manutenção de muitas espécies

de organismos vivos, especialmente plantas. Isso porque elas utilizam a energia da luz do sol para realizar o processo de fotossíntese, que nada mais é que a conversão de energia solar em energia química, na forma de carboidratos. Então, quanto mais calor e umidade em uma região do planeta, mais plantas irão se estabelecer, e mais energia será produzida. Isso levará a uma maior diversidade de animais herbívoros e, por consequência, mais carnívoros, além de outros organismos vivos como fungos e micro-organismos.

Esse processo de produção de energia pelas plantas na fotossíntese é denominado de produtividade primária. Assim, em ambientes tropicais, a produtividade primária é mais alta do que em ambientes temperados e polares. Tal fato é utilizado com frequência para explicar a grande biodiversidade encontrada nos ambientes tropicais. Entretanto, é necessário que você tome cuidado com essa explicação, pois há muitas outras variáveis a serem consideradas para entender a diversidade de organismos vivos em determinado lugar, como a história evolutiva e geológica da área, por exemplo. As altas taxas de produtividade primária dos trópicos são apenas uma parte da resposta.

Com a produção de muita biomassa, resultado da fotossíntese, é possível manter uma maior quantidade de organismos, certo? No entanto, porque não observamos uma grande quantidade de indivíduos da mesma espécie, mas sim uma grande diversidade de espécies com cada uma apresentando diferentes números de indivíduos?

Pode parecer estranho para você, mas essa não é uma resposta muito simples, pois envolve uma série de questões que ainda precisam ser mais estudadas. Porém, de maneira geral, isso pode ser explicado pelas interações que as diferentes espécies apresentam entre elas em um determinado ambiente.

Ao longo de muitos anos, a ecologia vem tentando entender como diferentes organismos interagem entre si. Um indivíduo, para sobreviver, precisa se alimentar de alguma forma e de uma região para habitar. Porém,

ele nunca está sozinho. Sempre está cercado ou por outros indivíduos da mesma espécie, formando uma população, ou por indivíduos de espécies diferentes, cada um com suas necessidades e tentando sobreviver, ou seja, fazendo parte de uma comunidade.

Aqueles indivíduos da mesma espécie apresentam um conjunto de necessidades básicas semelhantes, que juntas formam o chamado nicho da espécie. O nicho se refere a questões como fonte de alimento, características ambientais do local de ocorrência da espécie, comportamento, além de outras características. Se todos os indivíduos da mesma espécie apresentam basicamente as mesmas necessidades, haverá um limite de recursos no ambiente que impede que uma população cresça de forma infinita, gerando competição. Ou seja, vai chegar um momento em que algo faltará. Pode ser o alimento, um lugar pra se estabelecer, e assim por diante.

Essa espécie pode ainda ser predada por alguma outra espécie, ou ser atacada por algum tipo de parasita. Assim, quanto mais indivíduos na população, maior a chance desses serem caçados ou adoecerem. A interação desses, além de outros, fatores faz com que uma população permaneça com um número relativamente constante de membros ao longo do tempo em determinada região.

Todavia, não são observadas somente interações negativas na natureza. Muitos são os casos em que uma espécie favorece a sobrevivência de outras. Os exemplos mais clássicos são os polinizadores, como abelhas, borboletas, mariposas, aves, morcegos, entre outros, que contribuem para a reprodução das plantas, e essas, por sua vez, fornecem alimento para esses animais, principalmente na forma de néctar ou pólen. Também podemos citar a dispersão de sementes. Algumas espécies de animais, como insetos, répteis, aves, roedores, morcegos, e outros, se alimentam de frutos produzidos pelas plantas e acabam espalhando as sementes, uma vez que não são capazes de digerir-las completamente, permitindo que essas sobrevivam.

Assim, o conjunto de interações negativas e positivas das espécies nos diferentes ambientes permite uma biodiversidade maior, como a que observamos na região tropical.

Agora que já entendemos um pouco melhor o que é biodiversidade, como são os ambientes tropicais e como as inúmeras espécies que convivem em determinada área podem interagir entre si, podemos falar um pouco sobre um grupo de animais que se destaca pela sua diversidade em qualquer ambiente da superfície terrestre. Você já deve ter entendido que estamos falando dos insetos, não é mesmo?

Os insetos são animais que, dentro do filo Arthropoda, fazem parte do subfilo Hexapoda, ou seja, com seis pernas. Esse impressionante ramo de artrópodes apresenta algo em torno de um milhão de espécies descritas para o mundo todo. Os besouros, que compõem a ordem Coleoptera, são representados por cerca de 350 mil espécies. Tal informação fica muito mais impressionante quando se observa que o número total de espécies de organismos vivos catalogados atualmente ultrapassa um milhão e meio, ou seja, de cada quatro espécies no planeta, uma é um besouro. Somente no Brasil, há cerca de 90 mil espécies de insetos registradas, das quais 28 mil são besouros.

Como e por que os insetos conseguiram se diversificar tanto?

O registro fóssil mostra que os insetos surgiram durante o período Devoniano, há cerca de 400 milhões de anos. Porém, foi somente no período seguinte, o Carbonífero, cerca de 350 milhões de anos atrás, que o grupo passou a se diversificar. Ao longo de toda a história evolutiva, os insetos estiveram muito associados aos ambientes ricos em plantas, como as florestas.

Se você parar e observar um inseto por alguns instantes vai notar algumas características que podem ajudar a responder à nossa pergunta. Os insetos apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen, com três pares de pernas e, para uma boa parte dos grupos, dois pares de asas, ambas as

estruturas com inúmeras variações morfológicas que permitem modos de vida diferentes, ou seja, adaptações para diferentes tipos de ambientes e comportamentos.

Da mesma forma, os insetos apresentam inúmeras modificações nos seus aparelhos alimentares. Isso se reflete na imensa variedade de hábitos alimentares observados dentro do grupo. Existem espécies que se alimentam de outros invertebrados, espécies herbívoras, fitófagas (que se alimentam de líquidos vegetais), hematófagas (que se alimentam de sangue), coprófagas (que se alimentam de fezes), aquelas que se alimentam de pólen ou néctar, entre outras fontes de alimento.

Toda essa variedade morfológica encontrada dentro dos insetos reflete nichos muito diferentes e, conseqüentemente, apresentam uma diversidade de espécies muito grande. Além disso, seu pequeno tamanho é considerado como crucial para seu sucesso evolutivo. Ele possibilita que um inseto possa ter acesso a locais onde animais de maior porte não conseguem chegar, permitindo mais locais para construção de ninhos e áreas seguras para reprodução, bem como acesso a fontes variadas de alimentação e outras vantagens. Ademais, o tamanho reduzido lhes dá muita agilidade, principalmente para aqueles grupos que apresentam asas. Além disso, seu exoesqueleto rígido é uma excelente proteção contra a perda de água por dessecação, além de constituir uma boa proteção contra ataques de predadores e outras situações de perigo.

Esses e outros fatores combinados ajudam a responder o porquê de os insetos formarem um grupo tão diverso nos mais variados ambientes da Terra, com destaque para os trópicos. O número de espécies descritas só tende a aumentar, e o Brasil é uma grande fonte dessa biodiversidade. Porém, para que isso aconteça, é necessário que mais especialistas em taxonomia sejam formados, mais pesquisas em biodiversidade sejam estimuladas e, principalmente, que nossos biomas sejam protegidos do desmatamento e outras causas de extinção de espécies, pois só podemos conhecer e conservar aquilo que existe.

Bom, e em Santa Catarina, o que faz com que haja tantas espécies?

Santa Catarina está localizada em uma região subtropical, mas apresenta um clima quente e úmido ao longo da maior parte do ano. Esse estado abriga inúmeras áreas remanescentes da Mata Atlântica, um bioma extremamente rico em espécies, e não estamos falando apenas de insetos, mas de animais e plantas de uma maneira geral, sem esquecer os fungos e micro-organismos. O relevo é muito irregular, o que gera grande variação de altitude, permitindo que diferentes espécies ocupem os diferentes habitats propiciados por essas diferenças altitudinais. Esse relevo ainda leva à formação de diferentes tipos de solo, que serão ocupados por diferentes espécies vegetais. Além disso, a presença da serra catarinense funciona como uma barreira para a umidade vinda do mar, tornando a região litorânea mais chuvosa. Isso possibilita o estabelecimento de formações vegetais características nos dois lados da serra, como as restingas e os manguezais no litoral, além da Floresta Estacional Decidual¹ no oeste do estado. Na região serrana, encontramos os Campos de Altitude² e as Matas de Araucária³. Associada a essas diferentes formações, iremos encontrar uma fauna com muitas diferenças também, principalmente de organismos invertebrados.

Como você pôde perceber, a diversidade de espécies é algo fantástico e pode ser percebida bem perto de você, como no nosso caso em Santa Catarina. Procure olhar à sua volta e perceber o quão magnífica é a diversidade que existe ao seu lado. Toda espécie é o resultado de uma história evolutiva diferente, que se reflete nas suas características

¹ A vegetação arbórea é dominada por espécies que perdem suas folhas durante a estação fria do ano.

² Áreas de vegetação baixa onde espécies de gramíneas e plantas herbáceas predominam.

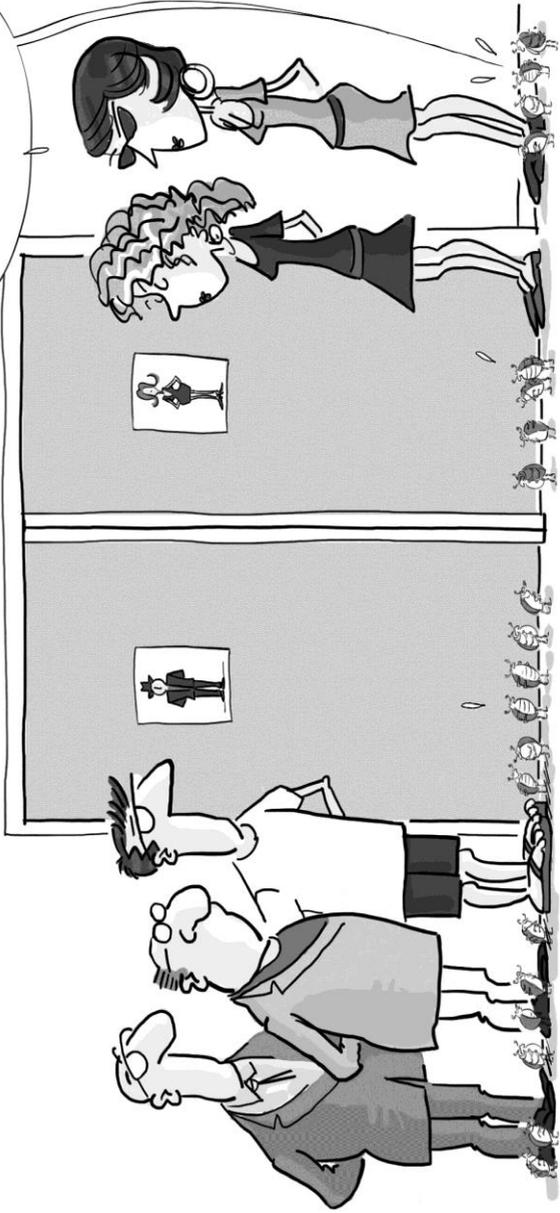
³ Vegetação típica de áreas de altitude dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, onde a espécie de Gimnosperma *Araucaria angustifolia* predomina.

anatômicas, comportamentais, fisiológicas, genéticas e outras que fascinam a ciência e possivelmente a você também.

Assim, pense nisso da próxima vez que você parar para analisar um ser vivo, inclusive quando você se olhar no espelho!

ESSE
NOVO NICHÓ ESTÁ
REALMENTE ...

...MA-RA-VI-
LHO-SO!!



GUESS

Biodiversidade: é possível recuperá-la?

por Cristian Luan Klunk e Maurício Eduardo Graipel

A perda de biodiversidade é uma preocupação crescente em todo o planeta. O aumento da pressão antrópica sobre os recursos naturais e a procura por áreas para cultivo, moradia ou qualquer outro uso humano estão ameaçando seriamente os ecossistemas terrestres e marinhos. Além disso, inúmeras espécies estão correndo grande risco de extinção pela caça, pesca e extração, legal ou ilegal.

Essa preocupação já deixou de ser limitada há alguns poucos ambientalistas, pois está cada vez mais claro como as perdas de diversidade podem afetar a qualidade de vida das sociedades humanas e também a economia, com a perda de recursos essenciais e recursos de que ainda nem conhecemos o potencial.

Você já parou para pensar em como esse problema se desenvolve no seu país, estado ou mesmo cidade?

Pois é, o estado de Santa Catarina, por exemplo, também sofre com a ameaça constante de perda da sua biodiversidade. Durante o processo de colonização, tanto da zona litorânea quanto das regiões do interior do estado, muito de sua vegetação foi suprimida pela indústria madeireira e para o estabelecimento de vilas e cultivos. Isso resultou em inúmeros danos ambientais, que podem ser sentidos ainda hoje, mesmo que algumas áreas tenham se recuperado e passado a ser protegidas.

Dentre esses danos, um dos mais sérios é a extinção de espécies animais e vegetais, tanto localmente quanto em nível global. Provavelmente muitas dessas espécies tornaram-se extintas sem que chegássemos a conhecê-las.

Para exemplificar a vulnerabilidade dos mamíferos, um dos grupos animais mais ameaçados, Santa Catarina abrigava inúmeras espécies de porte médio a grande na época do início de sua colonização. As populações

desses animais foram diminuindo ao longo dos anos, especialmente até o início da década de 1990, como é o caso da onça-parda e o do veado-campeiro. O lobo-guará somente voltou a ser registrado neste século, depois de muitas décadas. O cachorro-vinagre não possui um único registro desde a década de 1990, e o nosso maior predador, a onça-pintada, não possui registro para o estado desde o início da década de 1970, mas é possível que ainda ocorra. Outras espécies não tiveram a mesma sorte, desapareceram do estado há mais de 50 anos, o que caracteriza uma extinção regional, como é o caso da ariranha, o tamanduá-bandeira e o cervo-do-pantanal.

Apesar do cenário extremamente grave observado em Santa Catarina é possível perceber alguns avanços. A partir da década de 1980, devido a um aumento da conscientização ecológica e política frente às questões da perda da biodiversidade, muitas unidades de conservação foram implantadas em Santa Catarina, seja pelo poder público federal, estadual, municipal, ou mesmo por iniciativas particulares. O aumento no número de especialistas trabalhando para a conservação, aliado ao surgimento de técnicas de registro mais sofisticadas, como as armadilhas fotográficas, vem contribuindo enormemente para o conhecimento acerca da situação das populações de espécies ameaçadas de mamíferos em nosso estado, assim como Brasil afora.

A presença de áreas protegidas, com o aumento da conscientização das pessoas e criação de leis proibindo a caça, a coleta e a pesca de seres vivos criou um ambiente favorável para alguns animais em nosso estado. Isso porque essas espécies encontraram refúgio em seus poucos habitats remanescentes, ou voltaram a colonizar o estado a partir de outras regiões, como deve ser o caso do lobo-guará. Espécies dificilmente observadas na década de 1980, como a capivara, aumentaram suas populações a ponto de se tornarem comuns em todo o estado, incluindo ambientes urbanos de algumas cidades.

Porém, isso não quer dizer que o problema está resolvido e nosso estado é agora um oásis para animais e plantas recuperarem suas populações...

Longe disso! Nossas unidades de conservação possuem áreas pequenas e, em sua maioria, estão muito distantes umas das outras, ou seja, as áreas protegidas estão muito fragmentadas, sem conexão entre si, como também é observado em praticamente todo país. Essa situação inviabiliza populações de espécies que necessitam de grandes áreas e dificulta a migração de espécies de animais e plantas, que acabam ficando isoladas, suscetíveis a qualquer ameaça ou desastre que afete a sua região.

A onça-pintada, como outros animais de grande porte, é um exemplo de espécie que precisa de áreas muito grandes para satisfazer as suas necessidades alimentares, pois depende da presença de presas de médio a grande porte, geralmente ausentes nos pequenos habitats remanescentes típicos desse predador. Com o tamanho reduzido das áreas de conservação e a falta de conexão entre elas, esse felino não conseguiu, até o momento, se reestabelecer em Santa Catarina e voltar a ter uma população biologicamente viável.

Esse problema afeta muitas outras espécies, dando aos nossos remanescentes florestais uma situação representada no fenômeno das “florestas vazias”, florestas que aparentam ser conservadas, com sua vegetação desenvolvida, na verdade não conseguem manter muitas espécies animais, tanto de mamíferos quanto de peixes, anfíbios, répteis, aves, bem como inúmeras classes de invertebrados. Isso não ocorre apenas devido ao tamanho reduzido dos remanescentes de habitats disponíveis, mas também pela ausência de espécies vegetais que produzam recursos, como frutos e sementes específicos de determinadas espécies, que, por sua vez, também apresentam relação com outras espécies animais, em uma rede de interações tão complexa que mal começamos a entender.

Espécies como a onça-pintada e a onça-parda são consideradas “topo de cadeia”, pois são carnívoros de grande porte que, de maneira geral, não são presas de outros carnívoros.

Qual a importância dos predadores de topo de cadeia?

A importância deles reside no fato de se alimentarem de uma gama de presas, que acabam tendo suas populações controladas pela predação. Isso acaba afetando diretamente outras espécies, que servem de alimento para as presas dessas espécies, como as gramíneas, de modo que ocorre a perda da função ecológica de vários componentes das comunidades, afetando assim os ecossistemas e sua intrincada rede trófica. Portanto, buscar alguma forma de recuperação desses ecossistemas significa buscar uma condição básica para que processos ecológicos e as funções de comunidades íntegras possam ser reestabelecidos.

Entendendo os problemas associados à perda de biodiversidade, fragmentação e tamanho reduzido das unidades de conservação, além da extinção de espécies de topo de cadeia, você consegue pensar em alguma solução?

Pois bem, muitas soluções são debatidas e defendidas, tanto no meio científico quanto no cenário político, porém nos deteremos aqui em duas. Além dos trabalhos de conscientização, criação, recomposição e ampliação de áreas protegidas, temos: a reintrodução de espécies e a criação de corredores ecológicos.

A reintrodução de espécies

A reintrodução de espécies é muito simples de compreender, pois nada mais é do que soltar no ambiente uma espécie oriunda de outro lugar, mas que tenha ocorrido nesse ambiente. Essa proposta é muito polêmica e resulta em debates calorosos no meio acadêmico, pois não se pode simplesmente introduzir uma espécie onde ela já ocorreu e ver o que acontece. Como já vimos, cada espécie apresenta necessidades de espaço, comida, entre outras, que precisam ser satisfeitas, caso contrário ela não consegue se estabelecer. O fato de que em algum momento uma espécie ocorria em determinado local não quer dizer que atualmente as condições se mantenham favoráveis a ela. Além disso, é possível que a espécie

considerada extinta ainda ocorra no local, mas em baixíssimas densidades, a ponto de não ser observada por muitos anos ou mesmo décadas. A reintrodução precisa ser uma opção de conservação tomada com extremo cuidado, pois geralmente as espécies que desaparecem e são reintroduzidas através de programas de conservação são ameaçadas de extinção, e solturas em ambientes que não possuem condições necessárias a sua ocorrência levarão à morte dos indivíduos que, sendo ameaçados de extinção, representam um estoque de grande relevância para a conservação da espécie.

Outra situação está relacionada à soltura de indivíduos de espécies não ameaçadas em ecossistemas onde ocorrem poucas espécies de vertebrados, especialmente pela ausência de predadores de grande porte.

A capivara é um exemplo de animal extinto na ilha de Santa Catarina há algumas décadas, mas é possível que tenha sido reintroduzida acidentalmente (a outra possibilidade é a reintrodução natural a partir do continente). Independentemente disso, a ausência de predadores naturais fez com que suas populações aumentassem demasiadamente. Como consequência disso, adentram áreas urbanizadas e geram conflitos com as pessoas, como por exemplo, acidentes de trânsito e/ou o consumo de produtos agrícolas acima do que seria esperado se existisse o controle natural exercido pelos predadores, como as onças-pardas e as onças-pintadas, que outrora ocorreram na ilha de Santa Catarina. Portanto, a reintrodução de espécies é uma solução que necessita de muito estudo e acompanhamento por longos anos para poder ser aplicada e obter o sucesso esperado.

A criação de corredores ecológicos

Uma solução mais simples é a implementação de corredores ecológicos para unir os grandes remanescentes florestais. Um corredor ecológico consiste em uma área protegida que conecta um fragmento a outro e permite a passagem de animais, para que esses possam migrar de forma segura e constante. O Ministério do Meio Ambiente trabalha na

implementação desses corredores, tanto na Mata Atlântica quanto na Floresta Amazônica, através de um projeto denominado “Projeto Corredores Ecológicos”.

Assim, através dos corredores ecológicos, os habitats remanescentes, anteriormente isolados, acabam funcionando como uma grande área conservada que pode abrigar inúmeras espécies animais, inclusive de grande porte. Dessa forma, permitem a união de pequenas populações que anteriormente não possuíam fluxo gênico que permitisse a viabilidade populacional, o que levaria à recomposição das comunidades faunísticas e florísticas.

Então, o que devemos fazer?

Existem muitas soluções possíveis e medidas a serem tomadas no sentido de evitar a perda de biodiversidade e suas consequências. No entanto, tudo depende de muita disposição para lutar pela qualidade de vida que temos direito e pelo direito à vida das espécies que compõem nosso imenso patrimônio natural que é a biodiversidade. Mas isso só irá ocorrer caso o trabalho de conscientização e sensibilização popular, iniciado há muitas décadas, mas que ganhou força a partir da década de 1980, seja continuado, junto a uma maior cobrança aos nossos representantes frente aos compromissos que assumiram ao serem eleitos, tanto para cargos municipais, estaduais ou federais.

Muitas iniciativas estão dando certo e populações de várias espécies animais e vegetais estão se recuperando em alguns lugares. Hoje, encontramos perto de nossas casas aracuãs, gralhas-azuis, canarinhos-da-terra e tantas outras espécies que há 50 anos as crianças só ouviam falar ou viam presas em gaiolas. Entretanto, isso não deve servir de incentivo para o relaxamento, mas à manutenção e ampliação dos nossos esforços para a proteção da nossa Mata Atlântica e de outros tantos imensos ecossistemas que se tornaram ameaçados, uma vez que estamos convivendo com o crescimento da população humana e o consequente aumento da pressão sobre os recursos naturais.

De onde vieram as unidades de conservação marinhas?

por Jéssica Tamires Link e Bárbara Segal

Unidades de conservação marinhas são espaços territoriais protegidos por lei, que incluem seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais, possuindo características naturais relevantes. Fechar determinadas áreas para conservação dos recursos pode parecer uma novidade ocidental, mas não é. Essa prática já é antiga e utilizada por comunidades tradicionais de algumas ilhas dos oceanos Pacífico e Índico, por exemplo.

As unidades de conservação marinhas ou áreas marinhas protegidas, em seus primórdios, estavam relacionadas com tabus religiosos. Uma determinada área era fechada totalmente por ser considerada uma área sagrada. Em alguns casos, essas áreas eram fechadas para pesca temporariamente, com o objetivo de que os peixes pudessem crescer para posterior captura em datas comemorativas, instituídas pelo chefe da comunidade. Essa é uma forma tradicional de manejo dos recursos que as populações já conseguiam aplicar devido à sabedoria que tinham em relação ao ambiente e aos organismos vivos com os quais conviviam, preocupados em garanti-los para o futuro. Essa prática perdura até hoje em várias ilhas do Pacífico como Vanuatu e Fiji.

Além do fechamento de áreas, os antigos também tinham estratégias de conservação de recursos através do ordenamento de petrechos de pesca, com a proibição de determinados tipos, para resguardar certo tamanho de peixe, por exemplo.

Em 1979, foi criada a primeira unidade de conservação marinha no Brasil, a Reserva Biológica Marinha do Atol das Rocas. A reserva tem importância

geomorfológica, pois é o único atol⁴ no Atlântico Sul Ocidental e um dos menores do mundo. Situa-se a cerca de 260 km a leste da cidade de Natal, no nordeste do Brasil, e a 145 km a oeste do Arquipélago de Fernando de Noronha.

Atualmente, as unidades de conservação são vistas muitas vezes como inimigas dos interesses das pessoas, pois excluem atividades humanas em determinados locais. No entanto, existem várias categorias de unidades de conservação cujo objetivo é se adequar conforme as necessidades e as particularidades de cada local. Algumas comunidades têm o objetivo de resguardar práticas tradicionais de uso de recursos; outras, cuja extração dos recursos não é permitida, podem funcionar como áreas de recuperação de populações de espécies de interesse comercial. Essa é a ideia que se entende por efeito de transbordamento, quando as populações de peixes (por exemplo) que crescem dentro de áreas protegidas extravasam para áreas adjacentes, onde alguns indivíduos podem ser capturados. Também convém destacar que, apesar da ameaça global dos recifes de corais frente às mudanças climáticas, áreas marinhas protegidas propiciam maior resiliência (capacidade de um sistema retornar a sua condição inicial após alguma modificação) dos recifes. Nessas áreas, os estressores locais podem ser mais bem controlados e o ecossistema tende a se recuperar melhor de quaisquer mudanças induzidas ou não pelo homem.

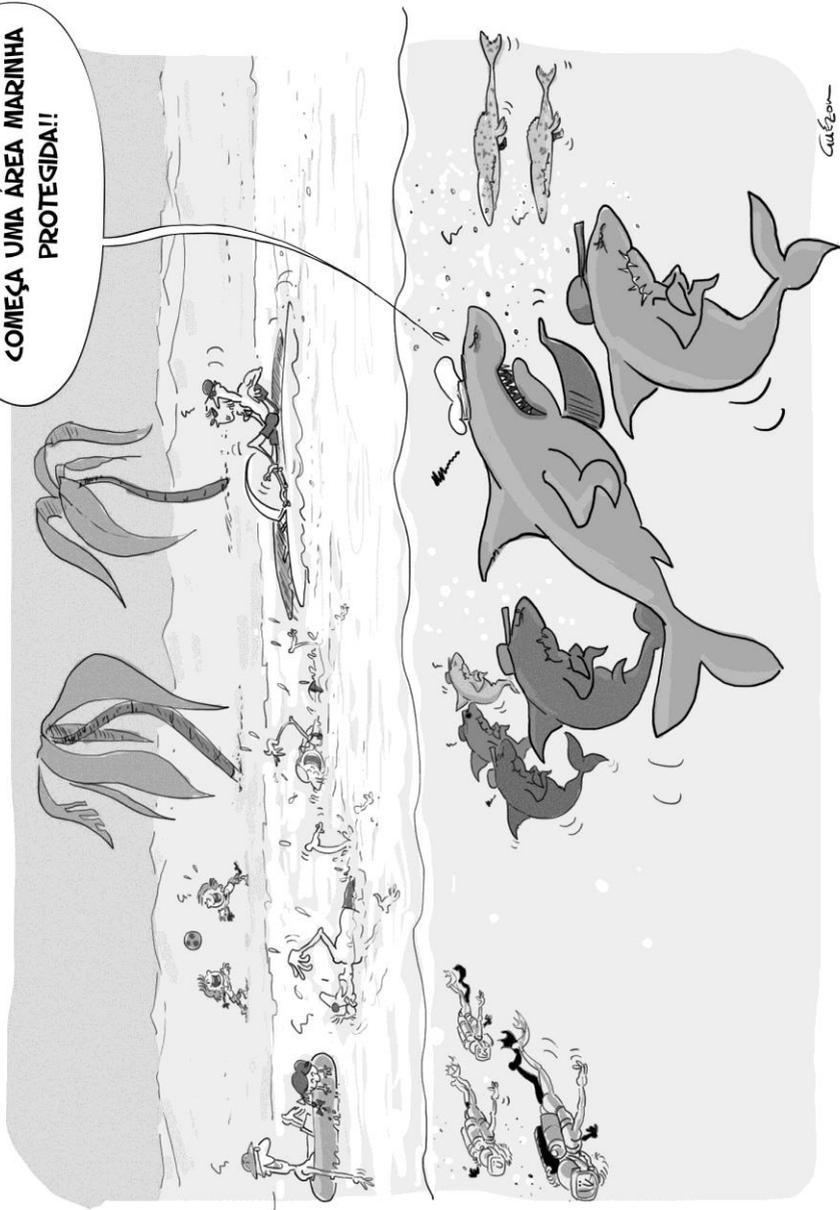
Essas estratégias de conservação antigas eram importantes para a manutenção do modo de vida das comunidades humanas que dependiam dos recursos do ambiente marinho. Contudo, essa cultura vem se perdendo e, como exemplo, pode ser citada a realidade das Ilhas Salomão localizadas na Oceania. Nas comunidades dessas ilhas, tem ocorrido uma mudança no sistema de governança, substituindo o sistema de trocas (câmbio) pela moeda. O advento do cristianismo e outras religiões, que passaram a substituir a religião local, e o sistema de governança dos povos tradicionais alteraram as relações hierárquicas nessas comunidades. Assim, o chefe, ou a pessoa mais velha responsável pela tomada de decisão da comunidade,

⁴ Recife circular que se forma distante da costa.

perdeu o poder de comando que passou ser assumido pela instituição religiosa. Dessa forma, o modelo de proteção de algumas áreas parou de ser executado.

Essas experiências do passado, assim como novos conhecimentos, são importantes para pensarmos estratégias de conservação dos recursos e do modo de vida e cultura de comunidades costeiras e insulares.

ALTO LÁ! AQUI
COMEÇA UMA ÁREA MARINHA
PROTEGIDA!



Contaminação aquática, um problema?

por Caio Zimmermann Oliveira e Afonso Celso Dias Bainy

Água contaminada não é apenas um problema de diversas cidades brasileiras, mas um problema a nível mundial. Com o excesso populacional, má administração governamental e falta de conscientização ambiental de grande parte da sociedade, torna-se cada vez mais difícil manter limpo este bem tão precioso e essencial à vida: a água.

Também pela sua rápida capacidade de dispersão, a água contaminada pode ser um veículo de propagação de substâncias danosas e, conseqüentemente, pode interferir em uma gama de seres vivos.

O ser humano deposita confiança nas estações de tratamento, acreditando que o esgoto sanitário é tratado com cuidado, e que os dejetos presentes nele só serão devolvidos à natureza após eficientes processos de descontaminação. Entretanto, isso não ocorre facilmente.

A situação brasileira é alarmante. O estado de Santa Catarina, por exemplo, possui um dos piores índices de coleta de esgoto (72%), sendo que apenas 35% do volume coletado são tratados. Esses dados, nada encorajadores, levam à desconfiança. Será que o esgoto que é tratado sofre o processamento necessário (e adequado) para a remoção de todos os poluentes?

Além de não existir um sistema de coleta de esgoto em todas as residências brasileiras, o esgoto que teve o "privilégio" de ser coletado não necessariamente passará por sistemas primários, secundários e terciários de tratamento. Ou seja, muitos contaminantes de uso pessoal, tais como medicamentos e detergentes, não serão eficientemente removidos e acabarão sendo despejados nos rios e no oceano.

Nesse contexto, novos contaminantes estão sendo encontrados nas águas, os chamados poluentes emergentes. São assim chamados porque nunca

havia sido quantificados (encontrados). Um dos mais estudados entre eles é o etinilestradiol (um dos componentes do anticoncepcional).

O que você pode estar se perguntando é: qual é a relação da água com o anticoncepcional? Esse medicamento é utilizado com frequência pelas mulheres. Após desempenhar suas funções no corpo, o etinilestradiol é eliminado através da urina e, conseqüentemente, uma considerável quantidade dessa substância química é lançada no esgoto.

O problema é que o etinilestradiol não é satisfatoriamente removido com o tratamento do esgoto, portanto, é despejado nos corpos de água, junto com a água aparentemente limpa.

Como já foi descoberto, esse composto químico tem a capacidade de gerar infertilidade em peixes. E o pior é que, além do etinilestradiol, são diariamente lançados, em todo o mundo, toneladas de outros medicamentos (antidepressivos, anti-inflamatórios, analgésicos e outros). O que *a priori* não parecia ser algo sério, começa a se tornar um grande vilão para a água e para o mundo.

Infelizmente, não são apenas os medicamentos os responsáveis pelo desequilíbrio dos processos em um sistema aquático – bactérias, vírus, toxinas e os próprios hidrocarbonetos (principal componente dos combustíveis fósseis) são também problemáticos. Quando presentes na água, formam um “coquetel” nocivo ao meio ambiente.

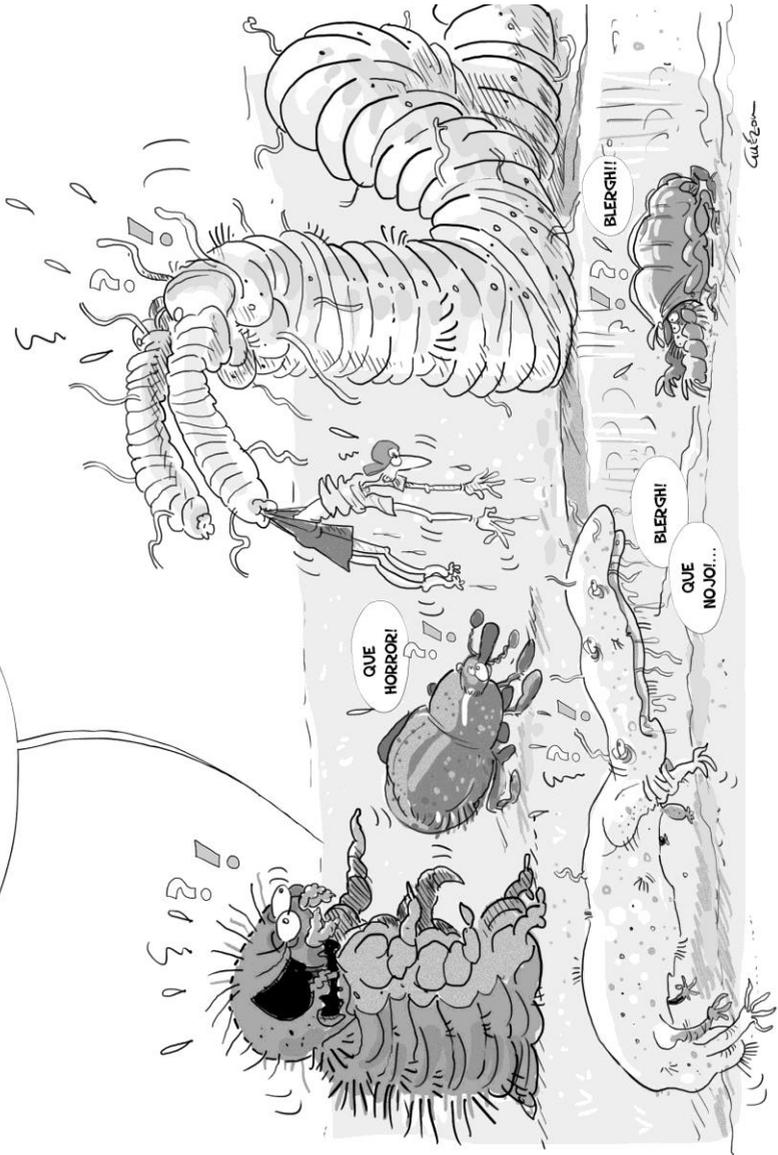
Alguns animais pertencentes ao grupo dos moluscos bivalves, como as ostras, mexilhões, berbigões e vieiras, atuam como filtradores das águas. E como muitos sabem, também fazem parte do cardápio de muitos brasileiros. Seria de se esperar, portanto, que a sociedade cuidasse da água, não só por ser essencial à vida, mas também porque esses animais fazem parte das nossas refeições. Isso porque, já que são filtradores, acabam acumulando, em seus próprios tecidos, muitos dos poluentes que se encontram na água.

Paradoxalmente, Santa Catarina é o principal produtor de bivalves do Brasil (aproximadamente 95% da produção nacional) e, considerando a falta de tratamento de esgoto da qual falamos anteriormente, como será a qualidade da água em que vivem esses animais? Infelizmente, existe água contaminada com esgoto sanitário e poluentes em diversos lugares de origem dessa produção.

Esses mesmos animais são utilizados para estudos de contaminação aquática. São analisadas as transformações morfológicas e bioquímicas que sofrem quando submetidos a diferentes ambientes aquáticos. Portanto, é possível avaliar e conhecer os danos que os contaminantes causam nos animais, quais são suas estratégias de defesa, assim como também é possível avaliar o grau de contaminação da água.

Com diversos estudos realizados na área, torna-se cada vez mais evidente o risco da exposição de organismos vivos aos mais distintos poluentes. Por incrível que pareça, prevenir não é, historicamente, a melhor escolha para os seres humanos, e sim consertar o dano já causado. A maneira simplista de analisar o mundo, como se cada ecossistema funcionasse por si, seja ele uma floresta ou um lago, é um empecilho na conservação dos recursos naturais. Na verdade, quando esses ecossistemas são estudados, percebe-se que estão em constante interação com o mundo, permitindo e favorecendo o funcionamento de toda a diversidade biológica existente. Assim, valorizar a água limpa e isenta de poluentes é fundamental, pois quando se trata de um elemento essencial a todos, zelar por sua qualidade, é zelar pela vida.

EI, GALERA!
OLHEM O QUE
O RODRIGO ENCONTROU
NA ÁGUA!



QUE
HORROR!

BLERGH!
QUE
NOJOI...

BLERGH!

GUEZOM

Nossos genes controlam nosso cérebro?

por Matheus Feldstein Haddad e André de Ávila Ramos

Quando ouvimos a palavra genética, talvez as primeiras lembranças que nos vêm à cabeça sejam aquelas das aulas sobre os estudos de Gregor Mendel (1822-1884) com as ervilhas, ministradas no Ensino Médio, ou do famoso quadro de Punnett com as letrinhas A, a, B e b, ou, até mesmo, daquela aula em que nos ensinavam porque pais com olhos castanhos poderão ter filhos de olhos azuis. Possivelmente, você também se lembrou daquela notícia sobre os genes do câncer de mama, ou quem sabe algo sobre o genoma humano. Talvez, até hoje, você não tenha entendido o porquê de gastarem tantos milhões para descobrirem todas as sequências de letras (A, T, C, G) de uma dupla fita de DNA.

Se nos perguntarem por que existem pessoas mais altas do que outras, nossa primeira resposta provavelmente seria algo do tipo: “porque existem genes para a altura”; ou por que existem músicos, artistas e atletas melhores do que outros? Poderíamos argumentar que dependeria do esforço individual, porém a base da resposta de muitas pessoas seria “porque existem genes diferentes em pessoas diferentes”. Entretanto, se nos perguntarem por que algumas pessoas viciam em drogas mais facilmente que outras; ou, ainda, por que existem pessoas que são mais sentimentais que outras, qual seria nossa resposta? Seriam tais diferenças também influenciadas pelos genes?

Temos que refletir sobre essas questões com calma! Antes de tudo, precisamos contar uma breve história sobre quando os cientistas começaram a pensar sobre a importância da genética na nossa vida. Na segunda metade do século XIX, o mundo discutia as ideias contidas no livro *A Origem das Espécies*, escrito por Charles Darwin (1809-1882). Nesse cenário, um homem chamado Francis Galton (1822-1911), admirado pelas descobertas de seu primo mais velho, Darwin, iniciou estudos que analisavam características mentais, intelectuais e comportamentais e como tais características poderiam ser passadas de geração para geração. Os

primeiros resultados foram publicados em 1869, em um livro chamado *Hereditary Genius*, que propunha que a herança era muito mais importante que os fatores ambientais. As ideias de Galton foram usadas como base para a criação do conceito de eugenia e, tempos depois, do conceito de eugenia nazista. É importante lembrar que na época de Darwin e Galton não existia a palavra genética e os estudos de Mendel ainda não tinham sido redescobertos.

Em reação às ideias de Galton, surgiram ideias ambientalistas radicais que propunham que somos todos iguais ao nascimento, uma vertente vinda principalmente da psicologia, que acreditava que os fatores ambientais eram muito mais importantes do que os fatores hereditários em nossas características comportamentais. Em resumo, acreditava-se que todos nascemos como uma folha em branco e que o ambiente em que vivemos e nossas vivências é que modelam nosso intelecto e nosso comportamento. Essas linhas de pensamento se mantêm em constante discussão, principalmente fora das áreas da biologia e da genética, até os dias de hoje. Porém, na metade do século XX, Konrad Lorenz (1903-1989) e Nikolaas Tinbergen (1907-1988), pioneiros em uma nova área na biologia conhecida como etologia (do grego *ethos* = hábito, e *logia* = estudo), deram novo rumo ao pensamento determinista. Em 1951, Tinbergen lança o livro chamado *The Study of Instinct*, no qual tenta demonstrar a importância da hereditariedade, propondo formas de determinar se um dado comportamento seria aprendido ou instintivo (o que mais tarde foi entendido como uma visão equivocada), sem enfatizar o fato de que essas mesmas características têm níveis variáveis de influências ambientais e genéticas. Se pensarmos rapidamente, conseguimos facilmente entender a influência ambiental em nossas emoções, personalidade e decisões, mas, como funcionaria a influência genética? Pode-se começar tentando explicar com um exemplo que já foi citado anteriormente: as ervilhas de Mendel.

Nos experimentos de Mendel, dependendo dos fatores (A ou a, B ou b, etc.) que as ervilhas carregavam, era possível determinar, dentre outras coisas, a cor da próxima geração. Mas como esses fatores conseguiriam determinar algo dessa maneira? Bem, para isso precisamos voltar a conceitos que

provavelmente foram vistos na escola: os de transcrição e de tradução do DNA. Em resumo, esses processos possibilitam que as informações, contidas em nossos genes, tornem-se proteínas que irão interagir com outras diversas proteínas e moléculas, além de fatores ambientais externos à célula, tornando-se assim uma característica visível ou mensurável, em outras palavras, um fenótipo. Todo esse processo requer interações, reações e encaixes para um funcionamento, e se pegarmos, por exemplo, dois pés de ervilha da mesma espécie, mas que produzem sementes de cores diferentes (amarelo e verde), e analisarmos algumas de suas proteínas, iremos perceber que elas serão um pouco diferentes. Da mesma forma, se analisarmos o DNA dessas mesmas duas sementes, iremos perceber que, em alguns pontos específicos, eles também serão diferentes. Ou seja, não existiu um gene, propriamente dito, que deu cores diferentes às ervilhas, mas sim diferentes proteínas, resultantes de alelos diferentes de um mesmo gene.

É importante entender que nosso corpo inteiro funciona por influência da interação de uma infinidade de moléculas, algumas delas vindas de fora do nosso corpo, como por exemplo, o álcool, a cafeína ou os princípios ativos dos remédios para depressão, ansiedade, etc. Esses compostos, quando ingeridos, podem "imitar" algumas moléculas produzidas pelo nosso organismo e interagir com outras moléculas específicas do nosso sistema nervoso, mudando nossa atenção, comportamentos e até nossos sentimentos. Independente da origem, essas moléculas, além de nos manterem vivos, nos diferenciam tanto momentaneamente como ao longo da vida.

Contudo, devemos entender que nossas variações genéticas determinam, de forma geral, apenas tendências, maiores ou menores, a exibirmos certos comportamentos e sensações. Elas, a princípio, não determinam nosso comportamento em si, pois esse é fruto de uma construção complexa, envolvendo não só o cérebro, mas todo o organismo, juntamente com o ambiente em que os indivíduos estão vivendo ou viveram um dia. Podemos usar como exemplo uma pessoa que tem facilidade na aprendizagem de matemática, e essa pessoa vai participar da olimpíada brasileira de

matemática. O seu resultado, obviamente, não será determinado exclusivamente pela sua genética, mas será a soma da influência hereditária com inúmeras outras influências, como o quão descansada ou concentrada ela está, sua saúde mental e física, o quanto essa pessoa se preparou, dentre muitas outras coisas. Hoje em dia, sabe-se que mesmo existindo uma influência genética nos comportamentos de animais e seres humanos, essa tende a ser menor que 50%. Temos que ser francos com você e admitirmos que, mesmo avançando muito desde a década de 1990, quando se iniciaram as buscas por genes que influenciam o comportamento, ainda não se descobriu quantos, dos nossos 20 a 30 mil genes, influenciam de forma significativa esse caráter, mesmo sabendo que existem milhares de genes que agem no nosso cérebro. Além disso, também não sabemos onde cada um deles está localizado em nosso DNA e como cada um atua. Cientistas em todo mundo vêm trabalhando para entender quais são esses genes e como eles interagem entre si, porém, continuam esbarrando em uma dificuldade adicional, conhecida como epigenética. Caso você tenha se formado na escola antes de 2016, provavelmente nunca tenha ouvido falar nesse termo. Vamos aqui apenas explicar a base dessa ideia.

Até pouquíssimo tempo atrás, acreditava-se que o material genético dos pais não sofria absolutamente nenhuma influência das experiências vividas por eles. Entretanto, estudos do final da década de 1990 começaram a demonstrar que, mesmo o DNA não mudando durante a vida (exceto por aqueles “acidentes” que chamamos de mutações), alguns hábitos podem funcionar como uma espécie de “interruptor” de genes, ligando ou desligando os mesmos. Isso se torna mais interessante ainda quando se começa a perceber, no início da primeira década de 2000, que esses desligamentos ou acionamentos de genes, através das experiências de vida, podem ser passados para gerações seguintes, acabando por alterar o comportamento. Um exemplo que se tornou clássico no meio científico é o do cuidado maternal de ratos. Sabe-se hoje que o tipo de cuidado que uma rata mãe tem com seu filhote faz com que alguns genes sejam mais ou menos expressos ou ativados. Alguns genes se tornam mais ativos caso a mãe tenha mais contato e melhor cuidado com os seus filhos, lambendo-os

mais vezes e dando mais carinho, por exemplo. Os filhotes que não tiveram tais genes ativados (ou seja, que não tiveram um bom cuidado maternal) tendem a apresentar, quando adultos, mais características relacionadas à ansiedade e ao medo, em comparação com os filhotes que tiveram um bom cuidado maternal. Filhas que foram bem cuidadas também tendem a se tornar melhores mães. Porém, o efeito não termina neste ponto, pois quando esses filhos e filhas forem ter seus filhos e passarem seus genes adiante, parte dessas influências epigenéticas pode ir junto para a terceira geração e assim por diante.

Então, quando perguntamos para você, logo no segundo parágrafo, se nossas emoções seriam influenciadas por nossos genes, poderíamos responder: "Sim, mas não apenas por eles." Mas, temos que ser humildes e entender que a ciência é um processo dinâmico e constante. Para respondermos à pergunta que viria em seguida: "e como isso funciona?", ainda não sabemos de forma exata e detalhada, mas estamos no caminho.

Que haja neurônios!

por Kathleen Yasmin de Almeida e Cilene Lino de Oliveira

Desde que os neurônios foram descobertos pelos cientistas, as evidências que se acumularam por algum tempo indicavam que eles, diferentemente das demais células do nosso corpo, não poderiam ser gerados na vida adulta. De acordo com o senso comum, os neurônios nasceriam apenas em cérebros de animais imaturos, antes do nascimento. No entanto, estudos recentes mostram que neurônios novos são produzidos em cérebros adultos de muitos animais, inclusive de seres humanos.

A constatação inicial de que os neurônios do cérebro de adultos nasciam somente durante suas vidas embrionárias veio do próprio descobridor dos neurônios, o cientista espanhol Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), que hoje conhecemos como “pai” da neurociência moderna. Ele fez a descrição do sistema nervoso de animais em diferentes etapas do desenvolvimento de vida e percebeu que o formato do cérebro mudava apenas quando os animais eram jovens, ao longo da vida embrionária, mas que, depois de nascer o formato do cérebro ficava relativamente estável. Naquela época não houve comprovação fundamentada sobre a falta de neurogênese (isto é, o surgimento de neurônios novos) em adultos, mas, a partir desse momento, Santiago, ganhador de um prêmio Nobel, “bateu o martelo” e a comunidade aceitou a ideia como fato!

A ausência do nascimento de neurônios no cérebro adulto só começou a ser questionada na década de 1960, com Joseph Altman (1925-2016), um neurobiologista americano. Ele começou a trabalhar com a padronização de um método de determinação de proliferação celular, baseado no rastreamento de timidina tritiata, um marcador radioativo semelhante à timina do DNA.

A ideia desse experimento era que todas as células que estivessem sintetizando DNA no momento em que os animais recebessem a injeção dessa substância radioativa ficassem marcadas. Por conta da

radioatividade, a timidina tritiata poderia ser facilmente detectada nas células que a incorporaram durante o processo de proliferação (passo fundamental para o processo de neurogênese). Foi assim, sem querer, que Altman descobriu que no cérebro de ratos adultos havia algumas células que incorporaram a timidina radioativa e concluiu que eram neurônios novos. Um grande salto para a ciência, certo? Infelizmente, esse fato não foi bem aceito e o dogma anterior prevaleceu por muitos anos.

O trabalho de Altman foi muito criticado, como acontece, na maioria das vezes, com publicações que derrubam conhecimentos previamente muito bem estabelecidos. O maior argumento, que até tinha sua razão, era: "Como é que ele sabia que as células que incorporaram a timidina radioativa eram neurônios?". Afinal, os neurônios não são as únicas células do cérebro adulto, certo? "As células marcadas com a timidina não poderiam ser células da glia⁵".

A partir desses questionamentos, cientistas muito influentes e contemporâneos de Altman tentaram reproduzir seu experimento e não conseguiram. Isso só prejudicou a aceitação de suas conclusões fazendo com que suas ideias fossem refutadas e que se sedimentasse ainda mais a noção de que não havia neurogênese no cérebro de adultos. Somente depois de 1980 é que novos dados instigaram outros questionamentos ao dogma tão defendido por seus seguidores.

Muito importantes foram os dados de Arturo Alvarez-Buylla e seu orientador Dr. Fernando Nottebohm mostrando que algumas espécies de aves apresentavam uma mudança nos tamanhos de núcleos encefálicos controladores de canto ao longo do ano. Esses núcleos aumentavam durante a fase reprodutiva e depois reduziam de tamanhos. Essa mudança era algo cíclico e não ocasionado por variações no tamanho das células e

⁵ Células da glia possuem funções muito variadas e coexistem com os neurônios no sistema nervoso.

nem pelo aumento do número de células gliais. Novamente, esse trabalho teve muita rejeição no meio científico, afinal, foram dados obtidos em aves e não em animais de laboratório ou em outros animais mais evoluídos. Ora, ora... o conceito de mais ou menos evoluído é bastante subjetivo, não há um ideal a ser seguido, apesar de muitos considerarem erroneamente o ser humano como esse ideal (quanta modéstia!), quando na verdade não existem seres mais ou menos evoluídos, apenas adaptados a ambientes diferentes e talvez com mecanismos diferentes para as mesmas funções. Ainda assim, foi a partir desse estudo que muitos grupos surgiram para trabalhar com a hipótese de existir neurogênese em cérebros adultos.

Um grupo de cientistas do laboratório do famoso neurobiologista estadunidense Fred Gage (1950-), fez muitos estudos semelhantes aos de Joseph Altman, usando, porém, um marcador de células não radioativo (BrdU, um análogo a nucleotídeos mais fácil e seguro de manipular!).

Porém, assim como no método de Altman, a análise deveria ser *post mortem*, a substância incorporada era detectada somente após uma imunohistoquímica⁶ feita a partir da autópsia desses animais tratados com o BrdU.

O laboratório dos ex-estudantes de Gage se manteve, e ainda mantém, em grande atividade em torno desse assunto. Elizabeth Gould (1962-), por exemplo, fez muitos experimentos com macacos, mostrando que em várias regiões de seus cérebros também existem neurônios novos... e, a partir disso, foi visto que a neurogênese não acontecia apenas em roedores. O pesquisador sueco Peter Eriksson (1959-2007), trabalhado no laboratório de Gage, conseguiu detectar a presença desses novos neurônios em cérebros de humanos. Essa façanha só foi possível porque ele tinha acesso a um material hospitalar super precioso: cérebros de pacientes que morreram de

⁶ Imuno-histoquímica é um processo muito utilizado no diagnóstico do câncer, e tem a finalidade de detectar a expressão de proteínas nas células, utilizando para isso, o princípio antígeno/anticorpo.

câncer. Esses pacientes, quando vivos, receberam injeções de BrdU durante o tratamento para traçar as células metastáticas (proliferativas e migratórias), que se desprendem de seus tumores e vão “viajando” pelo organismo. Esse procedimento foi feito para caracterizar entender melhor os tumores!

Então, Eriksson teve a sorte de ter acesso a esse material e depois de muitos experimentos foi visto que o cérebro dos pacientes possuía células que nasceram com o BrdU incorporado e, conseqüentemente, isso mostrou que o cérebro de adultos, dessa vez incluindo de humanos, fazia neurogênese, produzia novos neurônios!

Mas, para que serve a neurogênese adulta? Tem que servir para alguma coisa? Não pode só existir?

Hoje sempre buscamos uma utilidade para tudo e neste caso não é diferente. Para a nossa sorte (e satisfação da curiosidade), existem muitas linhas e grupos de pesquisa trabalhando nessa área, e a ideia mais aceita atualmente é relacionada ao papel desses novos neurônios no aprendizado e na memória.

Acontece que, em uma região do cérebro de vertebrados, chamada hipocampo, se viu bastante neurogênese adulta. Essa região é frequentemente associada com memória espacial e tarefas que requeiram captar pistas do ambiente e usá-las no futuro.

Uma dificuldade de estudar a relação da neurogênese com esses efeitos é que não temos nenhuma tecnologia que permita inibir a neurogênese seletivamente, sem afetar outras células de todo o encéfalo. Então, pode-se injetar algumas substâncias que possam inibir a produção de novos neurônios, mas essas substâncias também afetam as outras células que estão ali. Outra dificuldade é que não existe tecnologia que permita observar o nascimento de neurônios novos em um animal vivo, portanto, estudos *post mortem* são sempre necessários.

Aparentemente, a neurogênese é também importante para o efeito antidepressivo em remédios usados no tratamento da depressão do humor. Pesquisadores viram que, quando se trata os animais com antidepressivos, o número de células novas aumenta, e se você fizer a inibição da neurogênese usando aquele método imperfeito citado anteriormente, a ação dos antidepressivos desaparece.

Existem pessoas investigando outras possíveis funções, alguns pesquisam como esses neurônios poderiam ajudar na adaptação dos indivíduos na natureza. Mas, muito ainda é incerto e, quem sabe um dia, teremos mais respostas para esse mistério.

De onde vêm esses novos neurônios e como acontece esse processo?

A neurogênese no cérebro adulto é semelhante ao processo que ocorre no do embrião. Em ambos existem células que chamamos de células progenitoras, que, como o próprio nome diz, dão origem a outras células. Elas podem tanto dar origem a células iguais a elas mesmas, se proliferando em uma divisão simétrica e se perpetuando, quanto dar origem a células com fenótipo⁷ diferente do delas, um processo de divisão assimétrica.

Essa célula diferente pode ser um neurônio, por exemplo. Quando a célula progenitora dá origem a um neurônio, por propriedades do nicho neurogênico, que é o local onde os neurônios estão, não necessariamente ele terá um papel ativo. Primeiro ele terá que sobreviver e crescer. O neurônio nasce com dendritos e axônios pequenos⁸, então ele precisa

⁷ Como sabemos, genótipo refere-se à constituição genética de um indivíduo. Já o fenótipo se trata da manifestação dessas características determinadas pelo genótipo, manifestação essa que pode sofrer influências do ambiente também.

⁸ O neurônio apresenta três partes distintas: corpo celular, onde se localizam o núcleo e a maioria das estruturas citoplasmáticas; os dendritos, que são prolongamentos finos e ramificados que conduzem os estímulos

amadurecer e, por fim, se inserir no circuito neuronal, começando a trabalhar da mesma maneira que as outras células neuronais. A partir disso, dizemos que temos mais um neurônio funcional, que faz o seu papel.

Uma curiosidade é que evidências vistas em ratos nos mostram que exercício físico espontâneo aumenta o número de células progenitoras no hipocampo e favorece, também, tanto a sobrevivência dos progenitores como das células recém-nascidas.

Por isso é que tanto se pede para que idosos mantenham certa regularidade nos exercícios físicos! Além de ajudar na saúde física, tudo aponta para que ajude na saúde mental, tendo em vista que estimularia a neurogênese, e esses novos neurônios, no hipocampo, são relacionados com a memória.

Isso tudo se mostra importante em várias etapas da vida do vertebrado. Se você deixa o animal em condições mais pobres de ambiente, a neurogênese tende a diminuir ao longo da vida do animal. Porém, se você o mantém em um ambiente enriquecido, isso não acontece.

Enriquecimento ambiental, que é quando um animal tem à sua disposição um ambiente com diversos objetos para interagir e situações mais próximas do seu ambiente natural, também tem seu lugar em toda essa história, fazendo com que aumente a neurogênese. Ou, outra coisa muito importante, e vista em animais sociais, é que a presença de outros animais pode ser muito boa para estimular a neurogênese.

A questão é: manter a neurogênese é sempre bom? Não se sabe.

Essa é mais uma charada que a ciência tem para resolver.

captados em direção ao corpo celular; e o axônio, que é um prolongamento mais fino, que possui a função de transmitir para as outras células os impulsos nervosos provenientes do corpo celular.

A linguagem universal dos neurônios

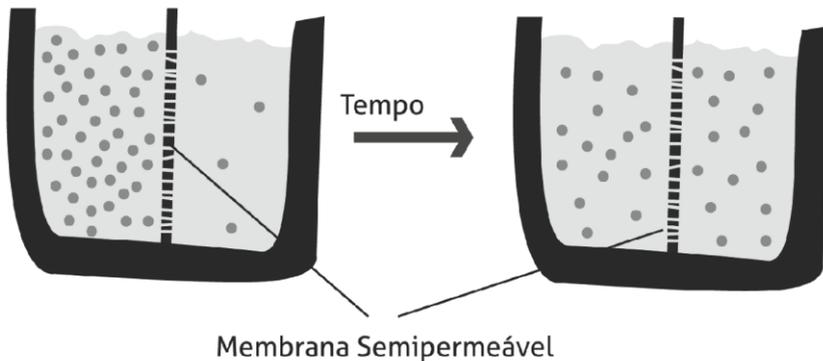
por Hugo Bayer Reichmann e Vander Baptista

Todos já ouviram falar sobre os neurônios, certo? Eles foram descritos no final do século XIX, por Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), e são as unidades funcionais do sistema nervoso; são células especializadas com capacidade de transmitir pulsos elétricos. O nosso cérebro possui cerca de 85 bilhões dessas células. Tudo o que percebemos, fazemos ou pensamos é devido aos nossos neurônios e à maneira como eles interagem entre si e com o meio ambiente. Mas como isso tudo funciona? Como os neurônios se comunicam entre si gerando propriedades complexas como sensações, pensamentos ou a própria consciência?

Bem, a linguagem universal dos neurônios é o que chamamos de potencial de ação. Todo e qualquer neurônio pode apresentar apenas duas respostas: ativar-se ou não. Essa ativação é dependente da carga elétrica (voltagem) das células, e essa carga se propaga justamente através do potencial de ação.

Ok, mas o que é esse potencial de ação?

Para entender esse processo, precisamos antes de alguns conhecimentos básicos. Para começar, vamos entender um pouco sobre difusão no diagrama apresentado na Figura 1. Nesse diagrama, observe que, na situação 1, as partículas se movimentam do meio mais concentrado (hipertônico) para o menos concentrado (hipotônico), resultando em dois meios com concentrações equivalentes (isotônicos, situação 2). Isso ocorre devido à energia térmica das partículas. Assim, sempre que tivermos uma situação em que exista diferença na concentração de determinada substância, entre dois meios que se comunicam, haverá naturalmente a difusão de substâncias dessa forma.



Situação 1

Situação 2

Figura 1 – Diagrama ilustrando o processo de difusão. A membrana é chamada de semipermeável, pois não permite a passagem de água, apenas do soluto (pontos em vermelho). Fonte: Matheus Gomes Coelho.

Agora vamos aplicar isso aos neurônios para entender como se forma a carga elétrica que eles possuem

Os neurônios, como qualquer célula, possuem uma membrana plasmática hidrofóbica (que não permite a passagem de água e outras substâncias polares) com um grande número de proteínas de diversos tipos, algumas dessas funcionam como poros, ou canais, por onde íons ou moléculas podem passar. Os principais íons que atuam na transmissão sináptica são o sódio (Na^+) e o potássio (K^+), entretanto, é importante lembrar que existem outros elementos relevantes atuando neste processo, como, por exemplo, o cloro (Cl^-) e o cálcio (Ca^{2+}).

Esses íons apresentam uma diferença de concentração, quando comparamos os meios intra e extracelular (dentro e fora da célula). O Na^+ é mantido em altas concentrações no meio extracelular e em baixas concentrações dentro das células, já com o K^+ , acontece o contrário. Essas diferenças de concentração geram um gradiente, uma força que faz com que as partículas se difundam no meio como observado na Figura 1.

Entretanto, existe o que se chama de Bomba de Na^+ e K^+ , que é uma proteína de membrana que consome energia apenas para manter esse gradiente estável, e trabalha lançando íons Na^+ para fora da célula enquanto joga K^+ para dentro. Se a Bomba de Na^+ e K^+ parar de funcionar, os níveis de Na^+ e K^+ se igualarão nos meios intra e extracelular, pois existem poros que permitem a passagem destes íons através da membrana celular, e se isso acontecer, os neurônios param de funcionar, e por isso a Bomba de Na^+ e K^+ é tão importante. Essa bomba consome muita energia, sendo um dos fatores que faz com que o cérebro seja o órgão do corpo que mais demanda gasto energético.

Os neurônios, quando em repouso, têm uma voltagem de -70 mV (miliVolts). Assim, se permitirmos a passagem de Na^+ para dentro da membrana do neurônio, a voltagem tende a chegar mais próxima de zero, pois são cargas positivas entrando, o que gera uma despolarização. Por outro lado, a saída de K^+ da célula diminui ainda mais a voltagem, gerando o que denominamos hiperpolarização. Se uma despolarização conseguir elevar a voltagem até -55 mV, que é o limiar de disparo (para a maioria dos neurônios), então o neurônio irá se ativar, emitindo um potencial de ação (Figura 2). Lembre-se que a abertura de canais para Na^+ leva à entrada de cargas positivas na célula, elevando a voltagem, enquanto a abertura de canais para K^+ faz com que cargas positivas saiam da célula, o que reduz a voltagem.

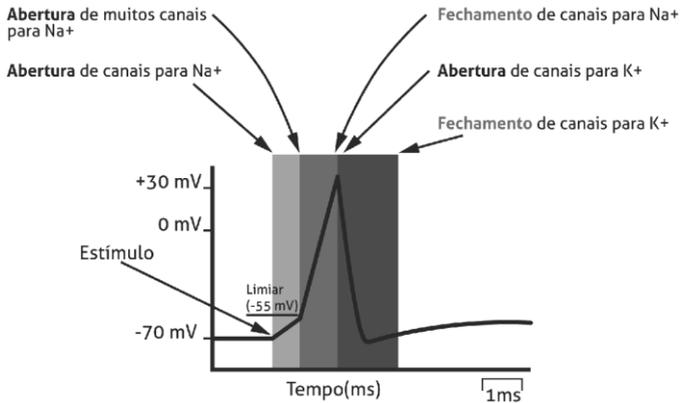


Figura 2 – Esquema do funcionamento do potencial de ação. Fonte: Matheus Gomes Coelho.

O esquema da Figura 2 nos mostra que o potencial de ação é algo muito rápido, que ocorre em um decurso temporal de poucos milissegundos. Veja também que algum estímulo fez com que os canais para Na^+ se abrissem, o que leva a uma despolarização da célula. Quando a voltagem atinge -55 mV, muitos canais para Na^+ se abrem, levando a voltagem para cerca de $+30$ mV, então os canais para Na^+ , que são modulados pela voltagem, se fecham (pico do potencial de ação), ao mesmo tempo em que se abrem canais para K^+ , fazendo com que o neurônio volte novamente para a sua voltagem normal.

E como ocorre a comunicação entre os neurônios?

Os neurônios fazem muitas conexões. Cada uma delas é chamada de sinapse, e cada neurônio faz, em média, em torno de 10.000 sinapses. Todo o processo do potencial de ação, com seus canais iônicos, é regulado pelos eventos que ocorrem na sinapse. Existem dois tipos de sinapse: elétrica e química. Aqui iremos nos ater à sinapse química, pois é a mais comum em nosso organismo (Figura 3).

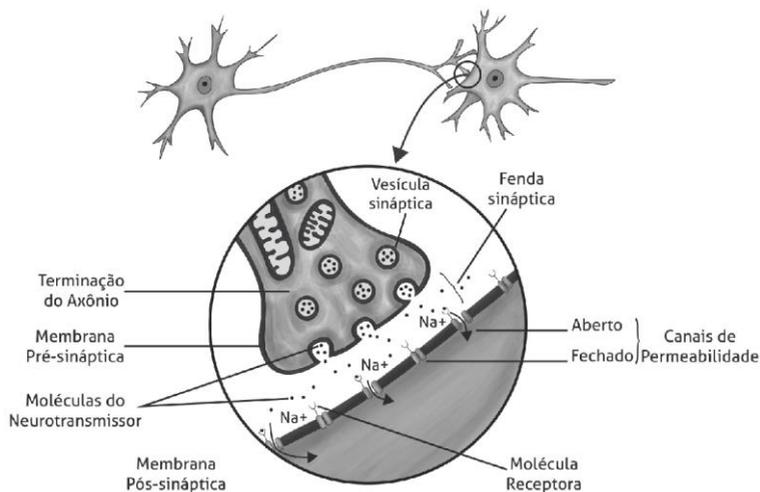


Figura 3 – Representação da sinapse química, mostrando a liberação de neurotransmissores que promovem a abertura de canais para Na^+ (despolarizando a célula pós-sináptica). Fonte: Matheus Gomes Coelho.

Agora precisamos falar sobre neurotransmissores e qual sua relação com o potencial de ação

Os neurotransmissores são pequenas moléculas capazes de levar a informação elétrica de um neurônio para o outro. Como vimos (Figura 2), o potencial de ação ocorre sempre após algum estímulo, que pode ser exemplificado por essa sinapse (Figura 3). É interessante perceber que os neurotransmissores liberados pelo neurônio pré-sináptico (neurônio que traz a mensagem) possuem locais específicos para se ligarem aos canais de Na^+ do neurônio pós-sináptico (aquele que recebe a mensagem) e, quando ocorre a ligação com o neurotransmissor, os canais se abrem, permitindo a despolarização desse neurônio pós-sináptico.

No exemplo anterior, tínhamos uma sinapse excitatória, já que ela promovia um aumento de voltagem na célula. Por outro lado, também existem as sinapses inibitórias, que ocorrem quando o neurotransmissor

abre canais para K^+ , por exemplo, na membrana do neurônio pós-sináptico, dificultando o neurônio de atingir o limiar de disparo, o que gera uma hiperpolarização da célula. Então, o que faz um neurônio disparar ou não é a integração dos sinais, ou seja, a soma das sinapses que ele recebe; em termos gerais, se há mais sinapses excitatórias, o neurônio emite potencial de ação. Por outro lado, se há mais sinapses inibitórias, o neurônio, além de não disparar naquele instante, torna-se mais refratário (mais difícil de disparar o potencial de ação) a novos estímulos.

E como isso modula nosso comportamento?

Como já foi dito anteriormente, tudo o que fazemos, sentimos e/ou pensamos depende da ativação de neurônios. A atividade dessas células depende da sua voltagem, e essa, por sua vez, é modulada pelos neurotransmissores. Sendo assim, em última análise, o potencial de ação determina os nossos comportamentos. Portanto, quanto maior for a rede neuronal, maior será a possibilidade de execução e aprendizagem de comportamentos. Por exemplo, quando comparamos seres humanos com seres que têm um sistema nervoso menos complexo, como um inseto, podemos facilmente notar que esses últimos são muito mais parecidos entre si do que nós, pelo menos no que diz respeito ao seu comportamento; ou seja, eles têm um comportamento mais previsível. Isso ocorre porque esses animais possuem menos circuitos neurais, o que limita as possibilidades de aprendizado e faz com que eles tenham um desempenho cognitivo mais limitado que o nosso. Porém, vale lembrar que eles conseguem resolver os problemas de suas vidas.

Ao longo de nossas vidas, passamos por uma infinidade de experiências, que geram memórias mais ou menos fortes. Isso também depende dos potenciais de ação, pois as memórias são dependentes da formação e manutenção de circuitos neurais específicos, algo conhecido como plasticidade sináptica. Quando falamos em plasticidade sináptica, existem duas possibilidades principais: potencialização e despoteencialização. Na potencialização, as sinapses são fortalecidas, favorecendo o fluxo de potenciais de ação, enquanto que, na despoteencialização, ocorre o

contrário, e é por isso que nos lembramos de certas coisas e de outras não. É a plasticidade sináptica que permite que você sempre se lembre do caminho ao voltar para casa, pois ao longo do tempo há uma potencialização sináptica da memória a respeito do caminho de casa (já que todos os dias fazemos esse caminho e reativamos essa memória), mas também permite o esquecimento de informações menos relevantes, por meio da despotencialização, como, por exemplo, o nome de uma pessoa que você não conhece tão bem. Em última análise, podemos dizer que a plasticidade sináptica é basicamente a capacidade que o nosso cérebro tem de se adaptar ao meio, sendo esse processo o substrato de toda a diversidade de opiniões e comportamentos que podemos observar em nossa sociedade.

A neurobiologia da ansiedade e a experimentação animal

por Hugo Bayer Reichmann e Antonio de Pádua Carobrez

O uso de outros animais pode fornecer importantes informações a respeito de processos biológicos também presentes na espécie humana. No entanto, esse uso deve ser precedido por discussões que considerem outros fatores, além da tendência linear que recomenda o estudo animal como ponto de partida em estudos translacionais (que visem agilizar a transferência de resultados de pesquisa básica para pesquisas aplicadas), com benefícios para os humanos. Em grande medida, nos dias atuais, existe uma relação interdisciplinar e horizontal que permite tanto o desenvolvimento de um estudo em animais a partir de diagnósticos em humanos, como o estudo em animais para servir de fundamento para o entendimento ou tratamento de doenças em humanos. Apesar dos avanços tecnológicos que permitem estudos não invasivos em humanos e animais, ainda existem enormes lacunas de informações e conhecimentos acerca de condições clínicas em que a experimentação animal continua sendo necessária.

Mais especificamente, nas pesquisas da área de neurociências, os modelos animais já estão muito bem estabelecidos e geram resultados e interpretações fundamentais para serem utilizados em benefício de muitas pessoas. Muitos desses resultados foram alcançados justamente graças a esses testes em animais, ou seja, se apenas seres humanos fossem utilizados não seria possível realizar, por questões éticas, os experimentos necessários para obter os mesmos dados. Hoje em dia existem mais alternativas para evitar o uso de animais; porém, em muitos casos ainda se faz necessário esse recurso.

Então vamos começar a falar da ansiedade

A ansiedade pode ser definida brevemente como uma antecipação de algum problema ou conflito que está por vir. Será que os animais, na natureza, têm ansiedade? Pense em um animal qualquer em uma floresta, competindo com outros, fugindo de seus predadores ou lutando contra eles, tendo que buscar comida. Assim, ele precisa estar alerta, e se não estiver, com certeza ele não se dará muito bem. Neles, não há como definir características emocionais ou sentimentos através de questionários verbais e/ou escritos, como são feitos em humanos. Dessa forma, não é possível dizer se os animais têm o mesmo tipo de ansiedade que nós. Entretanto, humanos, primatas ou roedores apresentam respostas comportamentais defensivas, específicas de cada espécie, frente a estímulos aversivos de várias naturezas, cuja função é garantir a sobrevivência do indivíduo e da espécie. Várias áreas e vários núcleos encefálicos apresentam grau de homologia⁹ entre as espécies, guardando relação anatômica e funcional. Esse fato pode justificar as pesquisas que utilizam animais com o objetivo de entender os processos neurobiológicos e o desenvolvimento de medicamentos para a farmacoterapia da ansiedade em humanos.

É importante sempre lembrar que, ao observar um rato (que é o animal mais utilizado na pesquisa experimental), deve-se interpretá-lo como rato, e não como um mini-humano. Isso tem extrema importância, principalmente quando se fala de um tema como a ansiedade, que é tão complexo e, até certo ponto, subjetivo. Para tal, muitos experimentos têm tentado uma abordagem mais natural quando utilizam animais, abordagem essa que mistura a etologia (área da biologia que estuda o comportamento dos animais, no seu ambiente natural) com os experimentos em laboratórios. Isso resulta no que se chama de “Análise Etoexperimental do Comportamento”, entendendo que esses experimentos são feitos levando

⁹ Estruturas homólogas podem ou não ter funções diferentes, mas obrigatoriamente tem mesma origem embrionária. Por exemplo, asas de morcegos e braços de humanos são estruturas homólogas.

em conta as respostas naturais dos animais em relação a diferentes estímulos.

Condicionamento de um comportamento

Os primeiros experimentos sobre condicionamento foram realizados pelo russo Ivan Pavlov (1849-1936), no início do século XX. Em seu trabalho, o pesquisador apresentou a cães, repetidamente, ao longo de alguns dias, um estímulo apetitivo (comida) e, em conjunto, um estímulo neutro, para ser condicionado (sino). Após o condicionamento, o cachorro passou a responder salivando ao sino da mesma maneira que respondia salivando à comida, já que associou as duas coisas.

E atualmente, como são os experimentos com animais de laboratório?

Em alguns deles, por exemplo, usa-se um gato e um sistema de labirintos transparentes por onde os ratos se movimentam livremente. Assim, pode-se observar quais são os comportamentos realizados por um rato em uma situação como essa. Já em outros experimentos, os pesquisadores colocam um pano com cheiro de gato em uma câmara com um rato, e então observam o comportamento do roedor. Esse rato, obviamente, expressa um comportamento de medo, pois entrou em contato com o cheiro de seu predador. No dia seguinte, o rato é colocado na mesma câmara, só que sem o pano com cheiro de gato, e novamente o animal exhibe comportamento defensivo, sugerindo estar com medo. Esse evento demonstra ainda que ele adquiriu uma memória aversiva relacionada àquela câmara. Isso se deu em virtude de uma associação entre a câmara e o predador, ou seja, envolveu uma aprendizagem associativa, aquela que é chamada de resposta condicionada.

Assim, nota-se uma situação em que houve o condicionamento a partir da observação de uma memória evocada no rato, que se traduz em uma resposta defensiva, emitida quando colocado no ambiente onde o odor de gato esteve presente. Inicialmente, aquela câmara era um estímulo neutro, ou seja, não causava nenhum desconforto ao animal, mas depois passou a

ser aversiva. Pode-se avaliar o quanto ele se lembra daquele contexto baseado na sua expressão de comportamentos defensivos extremos e evidentes, tal como o tempo de congelamento (*freezing*)¹⁰. Contudo, comportamentos nos quais o animal evita espaços onde o estímulo estava presente também fazem parte do repertório de respostas defensivas que o rato tem durante o experimento, pois essa é uma reação natural desse animal quando se depara com uma situação perigosa. Dessa forma, se o animal congela é um sinal de que ele se lembra do perigo experimentado.

Muitas vezes, nas neurociências, o objetivo do estudo é entender qual a função de uma região cerebral específica em uma determinada tarefa. Nesse exemplo dos ratos que entravam em contato com o odor de gato, seria possível analisar o cérebro após os experimentos em busca de sinais de ativação neuronal, para saber que regiões cerebrais foram ativadas. Esse processo contribuiria para entender o papel de certas áreas encefálicas nas respostas defensivas relacionadas ao medo.

Em outro experimento, foram utilizados estímulos neutros, como o cheiro de frutas, em associação com outro estímulo aversivo, dessa vez um leve choque nas patas do animal. Após o condicionamento, foi obtido um resultado semelhante: quando o rato era colocado novamente em contato com o odor condicionado, que lhe foi apresentado no momento do choque, ele expressava o congelamento. Esse resultado demonstra que a resposta do animal é semelhante em diferentes situações aversivas.

E experimentos com humanos, como são realizados?

Muitos estudos com humanos usam imagens aversivas, ou leves choques na pele, como ferramentas para entender os processos neurobiológicos de ansiedade, e como eles influenciam as funções cognitivas das pessoas.

¹⁰ Comportamento no qual o animal não exhibe qualquer movimento, a não ser os respiratórios.

Em um estudo muito interessante, dois grupos de pessoas foram encaminhados para o laboratório onde, para o grupo um, foi contada uma história, em uma série de 12 imagens, acompanhada por uma sentença narrativa. Uma versão bem banal, na qual uma mulher e seu filho foram visitar o pai da criança no seu trabalho, em um hospital, e, no meio do caminho, presenciaram uma cena em que havia a simulação de um acidente. A criança fica com o pai e a mãe volta para casa. Para o grupo dois, a história era muito parecida, exceto que no caminho para o hospital a criança se envolve em um acidente e fica com os pés bastante machucados. Levada ao hospital, a criança é submetida a uma cirurgia e nele permanece, enquanto a mãe volta para a casa. Duas semanas após, pessoas de ambos os grupos foram testadas para se lembrarem de detalhes específicos da história. O grupo que presenciou a história com conteúdo emocional mais aversivo apresentou uma maior capacidade de evocação da memória. Em outro experimento, foi apresentado o mesmo conjunto de imagens, com conteúdo emocional idêntico, para ambos os grupos. Entretanto, para um dos grupos, foi administrado um fármaco, o Propranolol, que é usado no tratamento da hipertensão arterial e reduz a ansiedade. Transcorridas duas semanas, os testes demonstraram que as pessoas do grupo tratado com o fármaco apresentaram capacidade reduzida de evocação da memória quando comparadas às do grupo placebo.

O Propranolol é um fármaco que bloqueia receptores de adrenalina. A adrenalina é um hormônio liberado em situações de estresse ou perigo, enquanto a noradrenalina é um neurotransmissor que age sobre o sistema límbico, que é um dos circuitos cerebrais responsável pelas emoções. Sendo assim, quando se inibe as ações da adrenalina e da noradrenalina, as pessoas não retêm a informação emocional, o que sugere que a valência emocional (a valência de uma memória diz respeito ao quanto ela é boa ou ruim) atribuída àquela memória gerada pela história foi reduzida pelo tratamento com o fármaco. Contudo, esse composto deve ser usado com extrema cautela, pois, além de possível hipotensão e diminuição dos batimentos cardíacos, em pacientes asmáticos o seu uso pode ser fatal.

Isso ilustra algo muito interessante que é a importância da valência emocional que todos atribuímos às nossas memórias. Para que as memórias sejam mantidas, elas devem ser importantes: você não se lembra do que jantou 40 dias atrás. Por outro lado, se há 40 dias, durante o jantar, você tivesse ganhado na mega-sena, ou perdido um ente querido, você certamente se lembraria do que estava comendo.

Então, nós e os animais ficamos ansiosos por conta de nossas memórias?

Bem, na verdade, as respostas de ansiedade só ocorrem porque o encéfalo já foi moldado evolutivamente para que elas sejam possíveis. Vamos relembrar o experimento do pano. Aquele rato que entrou em contato com o odor de gato nunca viu um gato de verdade. Como ele sente o medo então? Isso ocorre por causa da evolução. De certa maneira, os roedores já possuem um sistema que é ativado sinalizando perigo, independentemente de um aprendizado prévio (resposta inata). Imagine que um gato reside em algum local, que, portanto, já tem o seu odor. Quando um rato passa por ali, é ótimo, para o rato, que ele perceba que aquele odor significa perigo. Porém, para que isso ocorra, é necessário que o estímulo olfatório, que é o cheiro do gato, seja captado pelo focinho do rato, e que, então, seja gerado um sinal em seu encéfalo indicando que aquilo é perigoso para ele. No encéfalo, serão ativadas áreas, tais como a amígdala, o hipocampo, o hipotálamo, a matéria cinzenta periaquedutal, entre outras, que fazem com que o rato expresse um comportamento defensivo frente a um estímulo que indica uma ameaça. Toda essa maquinaria para responder ao perigo está presente há muito tempo, permitindo que os animais possam detectar e distinguir o que é seguro do que é perigoso.

Quando temos uma memória de medo condicionada, ocorre um processo semelhante. Um ambiente que não causaria uma resposta defensiva, após ser pareado com um estímulo aversivo (no experimento do pano com odor de gato: pano = aversivo; câmara = neutro), passa a gerar um comportamento defensivo. E, para que essa resposta a um estímulo

condicionado ocorra, as mesmas áreas encefálicas envolvidas em respostas inatas são ativadas.

Isso mostra que podemos ficar ansiosos por causa de determinadas memórias, mas é necessário que essa memória seja associada a estímulos naturalmente aversivos. Falando em outras palavras, nossas experiências prévias parecem não mudar nossa percepção do mundo; no entanto, os ajustes cognitivos (experiências, cultura, etc.), com base na história individual, podem alterar consideravelmente a resposta aos estímulos. Considere outra situação: você e um domador de leões estão em um safári em uma savana africana. Em um momento, o carro quebra e vocês ficam no meio da savana, até que aparece um leão. Isso naturalmente fará com que vocês fiquem com medo da situação aversiva, que, inicialmente, ativará os mesmos circuitos encefálicos que integram respostas emocionais em ambos. Contudo, as respostas serão bastante diferentes e dependentes da história de vida de cada indivíduo em relação àquela situação de perigo específica. Nessa situação, você e o domador perceberam a mesma coisa: um leão prestes a matá-los. Mas, como ele já tinha muitas experiências prévias que o ajudam muito naquela situação, ele emitiu uma resposta defensiva diferente da sua.

E como são gerados os transtornos relacionados à ansiedade?

Como já dito, as respostas de medo e ansiedade ocorrem devido a fatores tanto inatos quanto aprendidos. Sendo assim, é de se esperar que algumas pessoas tenham mais propensão a desenvolver transtornos de ansiedade do que outras. Por exemplo, algumas mutações podem fazer com que determinado neurotransmissor, como a noradrenalina, seja potencializado; ou então alguma região cerebral, como a amígdala, seja mais estimulada, o que pode gerar um padrão de disparo neuronal que resulta em aumento nas respostas defensivas. Pessoas com essas mutações teriam uma vulnerabilidade biológica que predispõe a uma maior probabilidade de desenvolver transtornos de ansiedade. Assim, existe um componente genético que, associado a problemas e traumas sofridos ao longo da vida (em que estratégias individuais de enfrentamento foram inadequadas ou

impossíveis de serem resolvidas), pode precipitar o aparecimento de transtornos de ansiedade.

Um transtorno psiquiátrico com uma causa conhecida e bem estabelecido é o Transtorno do Estresse Pós-Traumático (TEPT), que sempre é gerado por um evento aversivo que causa uma memória traumática na pessoa. Esse distúrbio ocorre normalmente em pessoas que sofreram algum tipo de violência, foram para a guerra, presenciaram algum atentado terrorista, entre outros. O TEPT é um transtorno de ansiedade cujo principal sintoma é a generalização de memórias aversivas. Mas o que seria essa generalização? A generalização de uma memória aversiva é o que ocorre quando uma pessoa passa a ficar com medo não apenas no contexto em que sofreu o trauma, mas também quando capta pistas que remetem à situação traumática original de maneira distorcida.

Essa situação acontece muitas vezes com veteranos de guerra que, ao sentirem cheiro de óleo diesel, lembram situações que lhes foram traumáticas, já que estão condicionados a uma memória dos lubrificantes que eram usados em armas, tanques ou caminhões durante as missões de combate. Assim, esses indivíduos que estiveram na guerra, quando retornam para casa e vão abastecer o carro, podem evocar a memória emocional do campo de batalha, reviver aquela emoção e expressar um comportamento de medo e ansiedade. Ou seja, eles expressam uma resposta de medo generalizada, pois o ambiente em que se encontram já não é aquele no qual sofreram o trauma. Contudo, houve claramente uma pista ou um elemento do mesmo contexto que não se restringe ao contexto aversivo.

Os pacientes de TEPT normalmente não conseguem se recuperar apenas com auxílio psicológico e, muitas vezes, são tratados com ansiolíticos comuns ou antidepressivos. Porém, esses tratamentos também não são eficazes, e por isso, pesquisas recentes vêm tentando interferir nos processos de consolidação e reconsolidação de memórias. Consolidação é o que acontece após a aquisição de uma memória de médio ou longo prazo.

Para que uma memória seja formada, é necessário ativar e estabilizar uma rede específica de neurônios.

A reconsolidação é um fenômeno que pode ocorrer após a evocação de uma memória, pois, quando isso ocorre, a rede de neurônios que é responsável pela manutenção daquela memória é desestabilizada e novamente leva algumas horas para se estabilizar de novo. Ou seja, a memória pode, nesse momento, sofrer a interferência de um fármaco ou de psicoterapias quando associadas a pistas do contexto traumático. Partindo desse princípio, experimentos com humanos e animais tentam interferir nessas etapas de processamento de memória, utilizando terapias comportamentais ou farmacológicas, como por exemplo, o Propranolol, que é capaz de modular a memória para que ela deixe de ser tão aversiva.

Enfim, muito tem se avançado nas pesquisas envolvendo a neurobiologia da ansiedade. Entretanto, embora os ratos sejam um modelo que permita a elucidação de diversos mecanismos cerebrais e comportamentais, a translação dos resultados obtidos para o comportamento humano sempre é difícil. A parte clínica por si só é complicada, pois, quando se trata desse tipo de problema, há um ponto muito delicado que é a variabilidade individual. Isso significa que cada caso é um caso, embora os tratamentos normalmente sejam realizados tendo em mente apenas uma visão geral do problema, sem que haja a devida atenção para cada paciente. Nesse contexto, seria preciso um novo paradigma de tratamento e prática em consultórios, focado nas pistas emocionais, para que se possa reviver a experiência traumática em um ambiente extremamente controlado e, assim, ser capaz de dar novo significado a seus efeitos.

**É INCRÍVEL
COMO O PROPANOL
TIROU TODA A MINHA
ANSIEDADE !!...**



Consequências do estresse na infância

por Angelo Tenfen Nicoladeli e Elisa Cristiana W. Duarte

Você já se perguntou se o estresse que você sofreu na infância poderia afetar sua vida adulta? Será que um evento muito traumatizante quando você era bebê pode lhe gerar alguma consequência no futuro? Talvez você ainda não tenha refletido sobre isso, mas muitos pesquisadores já estudaram o assunto, inclusive fazendo testes em outros animais, para tentar entender o que poderia acontecer nos seres humanos. Aqui, vamos falar um pouco mais sobre esse tema.

A barriga de nossas mães é o ambiente ideal para o nosso desenvolvimento desde o estado de apenas uma célula até um feto completo, pois nos permite repouso e sono profundo, fundamentais para o processo de crescimento e maturação das estruturas do corpo. Quando nascemos, saímos desse ambiente perfeito e entramos em contato com o mundo, o que pode trazer estresse. Mas, o que seria esse estresse?

O estresse pode ser definido como um conjunto de respostas de um organismo a distúrbios de origens diversas, capazes de perturbar o equilíbrio interno do corpo. Essas respostas, em princípio, têm como objetivo preparar o indivíduo à nova situação gerada pelo estímulo estressor. Por exemplo, quando está muito frio e os pelos se arrepiam para tentar regular a temperatura do corpo a um ponto estável (no nosso caso, algo em torno de 36,5°C). Se pensarmos a respeito, tudo isso se torna bem intuitivo, já que, ao sairmos do corpo de nossas mães, precisamos nos adequar ao novo ambiente. A partir do nascimento, recebemos vários estímulos estressores que podem causar malefícios em nosso corpo dependendo de sua intensidade.

Por exemplo, o período neonatal, intervalo do nascimento até três anos de vida, é um dos períodos mais críticos da vida de um bebê, por ser um estágio muito importante no desenvolvimento neurológico, sendo responsável por grande plasticidade e capacidade de reorganização das

células. Uma grande quantidade de estresse nessa fase da vida pode resultar em problemas neurológicos futuros.

Atualmente, se sabe que traumas sofridos na infância podem refletir-se na vida adulta. Essas crianças, com o passar do tempo, têm uma tendência muito grande a apresentar problemas psíquicos, como ansiedade e depressão.

Diversos modelos experimentais, utilizando principalmente ratos e camundongos, têm sido utilizados para demonstrar que intervenções no início da vida podem gerar alterações permanentes. Um pesquisador, chamado Victor H. Denenberg (1925-2008), testou isso em um desses modelos. O experimento consistiu em estressar ratos no período neonatal e analisar as consequências na vida adulta. Para estressar os animais, o cientista utilizou baixas temperaturas e volumes sonoros muito altos. O observado foi que, independente do estímulo, a resposta era sempre a mesma: os núcleos das células de diferentes regiões do sistema nervoso central dos ratos estudados ficavam alterados.

Mas o que uma alteração nos núcleos das células do sistema nervoso central pode causar ao animal?

Nesse caso, os ratos afetados não tinham medo quando chegavam à fase adulta. Mas aí você pode pensar: é bom não sentir medo, correto? Errado. O medo é extremamente importante na natureza, já que é um estímulo de defesa. Por exemplo, se um rato não tem medo de uma cobra, ele tem muitas chances de ser devorado por ela.

De qualquer forma, independente do modelo utilizado, parece bem estabelecido que intervenções nesse período, tão importante para a formação do sistema nervoso, afetam o desenvolvimento de outros sistemas ao longo da vida. Portanto, um efeito que foi produzido por um estresse na fase neonatal, ou em qualquer outra fase, irá perdurar até o fim da vida desse animal, podendo comprometer sua sobrevivência drasticamente.

Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) existe mesmo?

por Hugo Bayer Reichmann e Rui Daniel S. Prediger

O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é uma doença que atinge entre 5 e 10% das crianças em idade escolar, sendo observada em todos os países, independente de fatores socioculturais. Os primeiros relatos desse transtorno datam do início do século XX, quando era comumente chamado de “síndrome das crianças hiperativas”. O termo atual, no entanto, só começou a ser utilizado na década de 1980. Muito comentado nos últimos anos, esse transtorno é caracterizado pela tríade déficit de atenção, hiperatividade e impulsividade. Esses três sintomas também podem ocorrer separadamente e em diferentes níveis. É comum ouvir pessoas falando que o TDAH é um transtorno “inventado”, ou que “só existe no Brasil”, mas é importante deixarmos essas falácias de lado e encararmos a situação como ela, de fato, é. O TDAH é real e, como qualquer outro transtorno ou doença, necessita de mais estudos para que seja melhor compreendido, possibilitando um diagnóstico mais preciso e o desenvolvimento de novos tratamentos mais eficazes.

Uma das principais peculiaridades do TDAH é que ele normalmente é diagnosticado ainda na infância, muitas vezes durante a alfabetização, que é quando os problemas decorrentes do transtorno começam a ficar evidentes. Nessa fase, as crianças com TDAH apresentam grande dificuldade de aprendizado, o que faz com que os pais busquem auxílio médico. Curiosamente, os sintomas geralmente se manifestam de maneira diferente em meninos e meninas, sendo que neles a hiperatividade e a impulsividade são mais marcantes, enquanto que nelas o sintoma predominante é o déficit de atenção. Uma criança com TDAH não tem dificuldade em fazer amigos, ou outros problemas na socialização. Em geral, são mais ingênuas e falantes, perdem facilmente seus objetos e parecem estar sempre no “mundo da lua”.

Um em cada três indivíduos com TDAH continuará apresentando os sintomas na idade adulta, entretanto, esses se manifestam de maneira diferente de como eram na infância. O que se observa na maioria das vezes é adultos que mudam muito de emprego e/ou relacionamentos, o que ocorre devido à inquietação que essas pessoas sentem com rotinas e atividades repetitivas, estando sempre em busca de novidades. Porém, nem sempre isso é de todo prejudicial, já que existem casos de pessoas diagnosticadas com TDAH que se encaixam perfeitamente em determinados empregos, que exigem atividades mais frenéticas e mudanças constantes. Um exemplo famoso é o caso do ator estadunidense Jim Carrey (1962-), conhecido pelos seus filmes de comédia.

Alterações neurobiológicas e medicamentos utilizados no tratamento do TDAH

A principal alteração neurobiológica observada em indivíduos com TDAH é uma queda na neurotransmissão de dopamina, principalmente em regiões do lobo frontal do cérebro, como o córtex pré-frontal. A dopamina é um neurotransmissor que possui diversos papéis, estando relacionada com o estado de alerta, prazer, aprendizado e memória, além de diversas outras funções. Nos pacientes diagnosticados com o transtorno, há uma queda nos níveis de dopamina no córtex pré-frontal, área do cérebro responsável pelo raciocínio lógico, planejamento, concentração e inibição de alguns comportamentos. Com essa queda da dopamina, as funções que dependem dessa região serão prejudicadas, o que explica o fato das pessoas com TDAH terem dificuldades no planejamento, concentração, e serem menos inibidas, mais impulsivas e hiperativas.

Essas disfunções, observadas em pacientes com TDAH, apresentam grande influência da hereditariedade, ou seja, a tendência para o desenvolvimento do transtorno é passada geneticamente pelos pais. Estudos mostram que pais com TDAH apresentam pelo menos sete vezes mais chances de terem filhos portadores do transtorno do que pais normais. Além disso, estudos com gêmeos univitelinos mostram que quando um dos gêmeos tem TDAH, as chances do outro também possuir são altíssimas. Os genes responsáveis

pela manifestação dessas características ao longo das gerações, provavelmente, apresentam alguma influência sobre a dopamina, já que a causa da doença está ligada a esse neurotransmissor.

Tendo isso em mente, faz sentido que os medicamentos usados no tratamento do TDAH atuem modulando a neurotransmissão dopaminérgica. No Brasil, a Ritalina e o Concerta são os medicamentos mais prescritos para o tratamento do TDAH, sendo que ambos possuem o mesmo princípio ativo, o fármaco metilfenidato. Esse é capaz de aumentar os níveis de dopamina em diferentes áreas do sistema nervoso central (incluindo o córtex pré-frontal). O metilfenidato é um psicoestimulante, o que quer dizer que aumenta a atividade cerebral, e não tem efeito sedativo, ao contrário do que se poderia presumir a princípio. Ou seja, se a criança está hiperativa, eu não deveria dar algo que a acalmasse, ao invés de um psicoestimulante? Acontece que o efeito desses fármacos é específico, ou seja, ele não ativa o cérebro como um todo, e sim regiões cerebrais específicas. Assim, ao aumentarmos a atividade de uma região que inibe a hiperatividade, o efeito no comportamento é uma diminuição na hiperatividade.

Como qualquer droga, existe a preocupação de que esses fármacos possam gerar dependência, ainda mais quando notamos que são normalmente receitados para crianças. Justamente por isso, se discute muito a respeito da segurança dessas terapias farmacológicas. Mas quando observamos o que acontece na prática, vemos que esses medicamentos não geram dependência. Por exemplo, normalmente os pais dão o medicamento para os filhos apenas nos períodos em que esses necessitam realizar atividades intelectuais. Assim, ao contrário de drogas que causam dependência, as crianças não sentem nenhum mal-estar quando não tomam a medicação, e também não sentem vontade ou necessidade de tomá-la.

Estudos mostram que pessoas que têm TDAH possuem um maior risco de desenvolver dependência a outras drogas, como cocaína e anfetaminas (drogas estimulantes que também agem sobre sistemas de neurotransmissão dopaminérgica, o que faz com que o indivíduo com

TDAH normalmente se atrai por essas substâncias). Entretanto, quando tratados com remédios como a Ritalina, as taxas de dependência para essas drogas de abuso são reduzidas. Os principais efeitos colaterais do tratamento com estes fármacos são a redução do sono e do apetite, por isso a meia-vida (tempo de ação) deles é um fator importante, devendo se evitar o uso desses medicamentos à noite, ou antes das refeições.

TDAH e a sociedade

A sociedade passou a dar maior atenção para o TDAH a partir da década de 1980, percebendo que esse transtorno pode causar graves complicações para o desenvolvimento neurológico e psicológico das pessoas afetadas. Existe certa resistência, principalmente de setores educacionais, e muitas vezes pseudocientíficos, em aceitar que esse transtorno de fato existe e deve ser tratado de maneira séria. É certo que não devemos dopar nossas crianças, transformando-as em “zumbis”, entretanto, se nós não as tratarmos podemos estar permitindo que elas tenham sérios problemas no desenvolvimento de suas habilidades que terão reflexos na vida adulta.

Também se fala muito que houve um aumento absurdo no Brasil nas vendas de medicamentos como a Ritalina nos últimos dez anos, porém devemos enfatizar que, em nosso país, o TDAH continua sendo subdiagnosticado e subtratado, sendo que menos de 1% das crianças brasileiras atualmente são diagnosticadas com TDAH (ficando muito abaixo dos valores mundiais, entre 5-10%). Sendo assim, é evidente que existe um grande número de pessoas sem o diagnóstico de TDAH (como médicos, universitários, empresários, etc.) que utilizam esses medicamentos com a crença de que terão uma melhora significativa nas suas funções cognitivas e, conseqüentemente, no aumento de sua produtividade.

No Brasil, existe a ABDA, Associação Brasileira do Déficit de Atenção. Essa instituição desenvolve uma série de trabalhos que auxiliam no entendimento e na busca de terapias mais eficazes para o TDAH, procurando informar e conscientizar a população brasileira por meio de várias mídias. Existem também vários órgãos internacionais com a mesma

intenção, como é o caso da Federação Mundial do TDAH, o que reforça a ideia de que o TDAH não é exclusivo do Brasil, que é real e que deve ser tratado de maneira séria.

Os prejuízos do consumo de álcool durante a gravidez

por Hugo Bayer Reichmann e Patrícia de Souza Brocardo

O álcool é a droga mais utilizada no mundo e seus principais efeitos no corpo são bastante conhecidos: reflexo e atenção prejudicados, aumento dos batimentos cardíacos e desidratação. Seus malefícios, principalmente ao fígado, quase sempre são lembrados quando se fala dele.

O que pouca gente sabe é que, se consumido durante a gravidez, o álcool é extremamente maléfico por outro motivo: ele causa sérias perturbações ao desenvolvimento embrionário e fetal, podendo provocar diversas malformações e, assim, alterações morfológicas e funcionais à criança que persistem durante toda a vida.

Quais os efeitos do álcool em filhos de mães que ingerem álcool durante a gravidez?

Os transtornos causados nos filhos de mães que consumiram álcool durante a gestação são englobados nos transtornos do espectro fetal alcoólico e constituem um complexo quadro clínico de manifestações diversas, normalmente observadas nesses indivíduos. Os sintomas são variados e nem todas as crianças dentro do espectro de transtornos fetais alcoólicos são diagnosticadas com a chamada Síndrome Alcoólica Fetal (SAF), que é a forma mais grave de manifestação relacionada ao consumo de álcool durante o período pré-natal.

Os sinais e sintomas decorrentes da exposição ao álcool durante o desenvolvimento podem ser estruturais (morfológicos) e/ou funcionais (geralmente comportamentais).

Nos casos de SAF, quando o consumo de álcool pela mãe durante a gestação foi maior e/ou mais frequente, estão presentes as seguintes

características: deficiência no crescimento (peso ou altura), anormalidades no SNC (estruturais, neurológicas), anomalias faciais, entre outras.

Dentre as anomalias faciais destacam-se a microcefalia, a ponte nasal baixa, o filtro nasal indefinido, o lábio superior fino e o maxilar pouco desenvolvido.

Já os sintomas comportamentais incluem déficits cognitivos, como desatenção e dificuldade de aprendizagem. Muitas vezes, essas crianças são diagnosticadas erroneamente como hiperativas.

Por que ocorrem esses efeitos?

Quando uma mulher grávida consome álcool, esse se espalha por sua corrente sanguínea e, então, atravessa a placenta para se misturar ao líquido amniótico e ao sangue do feto; dessa forma, o álcool é absorvido pelo organismo em formação. Porém, o feto ainda não possui um sistema capaz de metabolizar o álcool, fazendo com que essa substância permaneça em sua circulação por muito mais tempo, potencializando os efeitos negativos gerados por ele.

Os principais fatores que determinam quais os sintomas que serão manifestados na criança são o momento da gravidez em que houve o consumo de álcool e a quantidade utilizada. A relação com a quantidade é clara: quanto maior o consumo, maior o risco de que a criança apresente sintomas do espectro alcoólico fetal e até mesmo a SAF. Mesmo assim, é importante salientar que não existe uma dose segura para o consumo de álcool por mulheres grávidas. Os efeitos observados na criança terão relação com o estágio do desenvolvimento intrauterino de quando houve o consumo, ou seja, os sistemas mais prejudicados serão os que estavam se desenvolvendo quando houve a ingestão. Os prejuízos do consumo do álcool no sistema nervoso central são fáceis de serem entendidos, uma vez que esse sistema se desenvolve durante todo o período pré-natal, continuando após o nascimento.

Muitos desses efeitos observados têm relação direta ou indireta com uma deficiência na migração celular. No caso dos olhos, isso fica bem claro, já que eles se formam nas laterais da cabeça e, durante o desenvolvimento embrionário, migram em direção ao centro do rosto para sua posição adequada. Com um prejuízo na migração celular, esse movimento é afetado e os olhos acabam por ficar mais separados.

O álcool também promove a morte de diversos tipos celulares, podendo gerar um desenvolvimento anormal em várias partes do corpo. Além disso, por ser uma substância vasoconstritora, pode dificultar a passagem de nutrientes e oxigênio para o cérebro, prejudicando o desenvolvimento do feto.

E como resolver os problemas gerados pelo consumo do álcool na gravidez?

É importante lembrar que a SAF não tem cura. O tratamento que é desenvolvido quando uma criança é diagnosticada com a síndrome tem o intuito apenas de minimizar os danos causados.

Todos esses problemas têm uma solução que, a princípio, é bastante simples: conscientização. A SAF é totalmente atribuída ao álcool e, portanto, totalmente evitável. Mulheres devem ser informadas a respeito dos malefícios que o álcool causa no desenvolvimento de seu filho, para entenderem que não há uma dose segura para o consumo durante a gestação.

Existe, no entanto, uma grande dificuldade de realizar essa conscientização, primeiramente porque a postura da sociedade com relação ao consumo de álcool é de negligência. Cada vez mais vemos anúncios trazendo a imagem de que o álcool é algo “legal” e inofensivo. Outro ponto crítico é a própria população médica, que nem sempre tem conhecimento a respeito do tema. Muitas vezes até nos deparamos com situações, um tanto absurdas, em que o médico sugere para a gestante que tomar “uma tacinha” de vinho à noite não faz mal e pode até trazer algum

benefício. Portanto, é muito importante que você se manifeste quando presenciar uma gestante ingerindo bebida alcoólica ou ouvir alguém comentando que o consumo de álcool durante a gestação não é prejudicial para o ser humano em formação.

MAMÃE!!! HIC!
XE FOR COMPRAR
ALGUMA COIJA HOJE...! HIC!
LEMBRE QUE É PRA BEBÊ,
E NÃO PRA BEBER!!! HIC!



Meu dente quebrou, e agora?

por Jéssica Tamires Link e Mabel M. R. Cordeiro

Você já ouviu falar em engenharia de tecidos? Este é um ramo da engenharia biomédica, ciência aplicada que utiliza conhecimentos de biologia, química e física para desenvolver tecidos artificiais. No início pode parecer um pouco complexo, mas é fácil de entender se a compararmos a uma receita de bolo. Para produção de um tecido são necessários: 1) células-tronco ou progenitoras; 2) um arcabouço ou um biomaterial polimérico¹¹; 3) um conjunto de sinalizadores biológicos ou algum tipo de indutor biológico (é como se fosse o fermento do bolo). Esse terceiro ingrediente é fundamental para a incorporação das células ao arcabouço, servindo como orientação e estímulo para a diferenciação e organização das células dentro do tecido de interesse. No final, é formado um tecido novo semelhante àquele que foi perdido, injuriado, ou mesmo envelhecido.

Agora vamos a um exemplo prático. Imagine que você se acidente, pode ser em casa, na rua, no trabalho ou na escola, e venha a quebrar um dente. Assim, você vai ao dentista, que desinfeta o local, coloca algum material para controlar uma possível contaminação, e depois o fecha, geralmente com material sintético. Pronto, será que o dente já está novinho? Infelizmente não é tão simples assim. Agora o dente está ainda mais frágil, a raiz do dente não está completamente formada. Ele agora é um dente com raízes de paredes finas ou raízes curtas com pouca inserção dentro do osso, logo, um segundo trauma poderá levar à sua perda. Dessa forma, a engenharia de tecido pulpar tem como objetivo formar uma polpa nova (nervo do dente), de preferência igual à que foi perdida, finalizando a formação daquele dente. Essa polpa nova é um tecido mole e complexo, que contém células extremamente especializadas, vascularização, fibroblastos, células do sistema imunológico e, claro, a inervação.

¹¹ Material que fornece um perfil biomecânico para que as células inoculadas possam se organizar no tecido.

Em laboratório, se junta as células-tronco, o arcabouço e os fatores indutores, formando assim o tripé para que o desenvolvimento do tecido desejado possa acontecer, gerando uma polpa semelhante à original, do ponto de vista morfológico como também funcional. Existe a formação de vasos sanguíneos e de células especializadas que formam o tecido mineralizado do dente (dentina), que conseguem se diferenciar e compor o dente.

Como esse processo é feito?

Em laboratório, utiliza-se fatias de dentes de mais ou menos 1,0 a 1,5 mm de espessura e coloca-se um arcabouço polimérico¹². Em seguida, são anexadas as células-tronco humanas que são estimuladas com fatores de crescimento ou é feito um tratamento da fatia do dente para que esse solubilize os fatores de crescimento da dentina, tornando-se os próprios indutores. Finalizado esse processo, o material é implantado no dorso subcutâneo do camundongo e, posteriormente, entre 14 e 28 dias, são removidas as amostras e se confere se houve ou não a formação do tecido vivo vascularizado e inervado, ou seja, se o experimento deu certo ou não. Contudo, ainda não há perspectivas de quando esse tipo de procedimento será levado ao paciente humano. Para que isso aconteça, é preciso desenvolver protocolos mais previsíveis e seguros, comprovando uma porcentagem maior de sucesso na formação desse tipo de tecido, evitando potenciais problemas de incompatibilidade, rejeição, entre outros.

Esse é um processo lento, pois necessita de muitas pesquisas. No atual momento, a busca é por um arcabouço melhor, ou seja, estabelecer qual seria o melhor biomaterial para levar ao paciente. Além disso, é necessário, ainda, testar em modelos de animais mais próximos da dentição humana para ter certeza de que estamos conseguindo controlar toda a metodologia.

¹² O material é polimérico, pois é mais eficiente na formação do arcabouço.

AH, SIM, DE FATO,
PARECE QUE O PROCESSO
DE DESENVOLVIMENTO
DE SEU CANINO...

...FUGIU
UM POUCO DO
CONTROLE...

VAMOS TER
QUE REVER O
PROTOCOLO!



Nós não somos só humanos. Somos uma colônia

por Matheus Feldstein Haddad e Carlos Roberto Zanetti

Você já parou para pensar na quantidade de micro-organismos que ingerimos todos os dias? Deve ser muita coisa, né? No ar que respiramos, na água que bebemos e no iogurte que tomamos, tem bactérias, fungos, vírus e até protozoários. Normalmente, nada ao nosso redor está totalmente livre desses pequenos organismos, inclusive nós mesmos. Dentro do nosso intestino, há muitas bactérias muito importantes para a digestão dos alimentos e diversas outras funções. Na verdade, se retirássemos toda a água de nossas fezes, 90% de seu peso seriam bactérias! Se contássemos todas as células do nosso corpo, iríamos perceber que nove de cada 10 células são bactérias, e não células humanas!

Mas, então, por que temos que tomar cuidado com as bactérias?

Louis Pasteur (1822-1895), na metade do século XIX, descobriu algo que hoje em dia nos parece óbvio, porém na época foi uma revolução. Os micro-organismos estão à nossa volta e são responsáveis por diversas coisas, como azedar o vinho e até mesmo causar doenças. Ainda mais inovador do que isso é que conseguimos matá-los de vários modos, seja aquecendo a água, usando substâncias químicas ou simplesmente lavando as mãos. Um caso emblemático disso foi o médico inglês Joseph Lister (1827-1912), que conseguiu diminuir as mortes em partos obrigando os médicos a lavar as mãos antes dos procedimentos cirúrgicos. Simples mudanças como essa conseguiram salvar muitas vidas, e hoje em dia fazem parte do nosso cotidiano, mas poucas vezes percebemos sua importância.

Mas como é possível que os micro-organismos que matamos sejam os vilões da história, enquanto os que convivem conosco são aceitáveis?

Para conseguirmos entender melhor isso, precisamos lembrar primeiramente, que, muitos micro-organismos vivem com a gente desde o começo da evolução humana e, conseqüentemente, fazem parte de nossa história. Então, é de se esperar que eles estejam intimamente ligados com nosso corpo, como acontece nos mecanismos de digestão e defesa, por exemplo. Essa ligação é tão forte, que em muitos casos o desequilíbrio de algum dos lados causa problema.

Como assim? O caso da toxoplasmose

A toxoplasmose é uma doença conhecida por deixar uma mancha escura na visão das pessoas, pois seu agente causador, o *Toxoplasma gondii*, causa uma ferida no fundo do olho. Seria de se imaginar que todas as pessoas com esse protozoário teriam esse quadro, mas não é isso que acontece. Sabe-se que 60% da população mundial têm o protozoário vivendo em seus corpos e em algumas cidades brasileiras esse índice chega acima de 90%. Porém, são pouquíssimos os casos em que pessoas portadoras de toxoplasma desenvolvem a doença. Na maioria das vezes, a manifestação clínica acontece quando, por algum motivo, há uma desregulação no nosso organismo, seja fisiológica, como má alimentação, ou psíquica, como depressão.

O mesmo acontece com os vírus causadores do herpes ou com o fungo que causa a candidíase, entre muitos outros que são tratados na medicina como vilões para nossa saúde. O convívio com esses, assim como outros micro-organismos, não nos causa nenhum mal e, inclusive, na maioria dos casos, é necessário para nossa saúde e crescimento.

Alguns estudos demonstraram que camundongos que vivem totalmente isolados de micro-organismos não conseguem desenvolver seu sistema imune. No caso dos seres humanos, sabemos que bactérias importantes para digestão do leite, os lactobacilos, vêm do contato com o canal vaginal

da mãe, sendo mais difícil conseguirmos essas bactérias quando o parto foi por cesariana. Além disso, a presença de vários vírus que matam bactérias, os bacteriófagos, é muito importante para ajudar a manter o equilíbrio no nosso organismo.

E como se não bastassem esses exemplos, estudos mostram que pessoas que têm um maior contato com a terra e vivem em um ambiente menos esterilizado, como zonas rurais, por exemplo, têm menos doenças cotidianas como gripe, rinite, gastrite e alergias, provavelmente, pela interação muito forte do nosso corpo com diversos micro-organismos.

Mas quem são eles exatamente?

Em 2008, iniciou-se o projeto de caracterizar o DNA de todas as espécies de micro-organismos que normalmente estão associadas aos seres humanos e descobriu-se que existem mais de 11 mil espécies vivendo em contato direto com a gente. Esse número é tão alto que é mais que o dobro de espécies de mamíferos do mundo! São tantas espécies diferentes que estão relacionadas com tantas coisas diferentes, que os cientistas terão um longo caminho para descobrir a importância de cada uma. Entretanto, ainda é mais complexo que isso, pois cada indivíduo tem vários micro-organismos diferentes e em proporções diferentes no seu corpo, o que os torna únicos.

E qual a importância disso?

Bem, se somos todos diferentes nesse aspecto, nossas respostas serão totalmente diferentes, desde o tempo que precisamos pegar aquele “ventinho” para ficarmos resfriados, até o nosso humor. Estranho, né? Isso sem contar toda a predisposição genética, que pode ser diferente para quase tudo, mas isso fica de história para outro dia.

Então, recapitulando, milhares de espécies de micro-organismos estão no nosso corpo, nos fazendo bem, ou pelo menos não fazendo mal nenhum e, sem um equilíbrio, que varia de pessoa para pessoa, podemos ter diversos problemas de saúde, certo? Certo.

E você já parou para pensar o que é um antibiótico?

A palavra antibiótico vem do grego (*αντί* - anti + *βιοτικός* - bióticos) e significa contra os seres vivos. Provavelmente, você já imaginava isso, pois eles são muito usados hoje em dia para acabar com doenças bacterianas devido ao seu potencial de matar várias espécies de bactérias. Porém, nenhum antibiótico conhecido até hoje funciona apenas contra uma espécie da bactéria, matando apenas a que está nos causando o mal e, por isso, acaba matando muitas outras que são extremamente importantes no nosso dia a dia. É óbvio que em muitos casos é necessário usarmos essas substâncias, porém a automedicação é um problema grave e está cada vez mais comum no Brasil.

E o que é um conservante?

Todo mundo já viu uma fruta apodrecer, uma carne estragar ou um leite azedar, isso porque diversas bactérias e fungos começaram a decompor esses alimentos, o que, logicamente, dificulta a logística de transporte e o tempo máximo de venda. Para que os alimentos fiquem mais tempo nas prateleiras, existem algumas maneiras de diminuir a ação das bactérias e fungos, demorando mais para que esses pequenos seres comecem a decompor nossa comida. Uma delas seria colocar na geladeira, para que os micro-organismos se multipliquem menos devido às baixas temperaturas. Mas, essa alternativa seria muito cara para transportar muitos produtos, o que os deixaria mais caros para nós, consumidores. A outra maneira é o uso de conservantes, que são produtos químicos que impedem bactérias e fungos de sobreviverem na comida e, conseqüentemente, não deixando acontecer o processo de decomposição. O problema é que, quando ingerimos alimentos com conservantes, essas substâncias químicas vão parar no nosso organismo e podem causar grandes danos à nossa microbiota normal, sem nos darmos conta disso, podendo causar vários problemas de saúde em longo prazo.

É importante termos consciência de que, em nenhum momento, nós estamos sozinhos, porém somos responsáveis por cuidar de todos esses

pequenos seres que nos acompanham durante a vida, para que nós mesmos tenhamos uma vida saudável e de qualidade. Afinal, nós não somos só humanos. Somos uma colônia.

A bioquímica dos vampiros

por Otávio da Silva Custódio e Maria Risoleta Freire Marques

De onde surgiu o mito dos vampiros? Por que esse mito intriga tanto o ser humano? A ideia de seres que se nutrem de sangue humano é possível de ser rastreada ao longo da história e associada a diferentes civilizações e culturas. Nas mitologias grega e romana, por exemplo, encontramos menção a criaturas noturnas sedentas de sangue que apresentavam asas. Por outro lado, os aborígenes australianos acreditavam na existência de uma criatura mítica vermelha, de cabeça enorme que se alimentava de sangue humano e que apresentava estruturas sugadoras nas mãos e nos pés.

Em comum, esses registros trazem a ideia de criaturas que se alimentariam da força vital dos organismos vivos. Essa ideia acabou ressurgindo em diferentes momentos ao longo da história e mesmo evoluindo através dos tempos. Na Europa do século XVIII, a superstição sobre essas criaturas cresceu. Muitos dos detalhes agregados a essa ideia central têm origem no folclore de algumas regiões da Albânia e da Romênia, aliada ao pouco conhecimento científico para explicar a causa de muitas mortes na época. Consequentemente, na tentativa de buscar explicações para a causa dessas mortes, procurava-se, nos cadáveres já sepultados, evidências que pudessem comprovar uma associação com o sobrenatural. Assim, a observação de unhas e cabelos longos, o inchaço do corpo e a eventual presença de sangue na boca, decorrente dos gases produzidos pela ação de bactérias putrefativas, passavam a constituir evidências do sobrenatural.

Mas o ponto decisivo para esse mito se fortalecer foi quando os vampiros passaram a ganhar certo ar romântico no século XIX. Com a figura do mais famoso deles, o Conde Drácula, do romance de Bram Stoker (1847-1912), cujo personagem foi baseado em Vlad, o Empalador, príncipe da Valáquia, atual Romênia, que viveu no século XV e ficou célebre pelas atrocidades contra os seus inimigos. Há muitos outros exemplos, tais como Nosferatu,

Príncipe Lestat e, até vampiros mais *teens* como Edward da Saga Crepúsculo.

Algumas vezes citado como vilão (que deveria ser caçado), outras como anti-herói, a figura do vampiro geralmente aparece associada à nobreza, à má índole e a um caráter sedutor. Sede por sangue, imortalidade, fotofobia, ausência de reflexo em espelhos, relação com os morcegos; ninguém sabe ao certo de onde surgiram essas peculiaridades e como elas passaram a ser consideradas como verdadeiras. Entretanto, pode-se discutir e indagar, através de conceitos bioquímicos atuais, quais poderiam ser as causas do surgimento desse ícone e de suas características.

Na Europa da Idade Média, o vampirismo pode ter sido vinculado à epidemiologia da doença da raiva. Em uma época na qual não havia cuidados medicinais e sanitários como os atuais, e em culturas com pouco acesso a informações e estudos científicos, pessoas ao serem mordidas por mamíferos portadores do vírus da raiva, como cães, raposas, macacos, coiotes, lobos selvagens, além de morcegos hematófagos (talvez daqui tenha surgido o mito do vampiro-morcego), acabavam adquirindo a doença. Posteriormente, surgiam os sintomas associados à infecção: degeneração neurológica, dificuldades motoras ao caminhar e manusear objetos, paralisia do sistema de deglutição, espasmos, magreza, agressividade, isolamento social, hidrofobia e fotofobia. E quando, eventualmente, o enfermo viesse a morder outra pessoa em um ataque desconexo, ele acabava por transmitir sua “vampirisse” quando, na realidade, estava retransmitindo o vírus através de sua saliva. A partir disso, bastava um passo para alguém fantasiar que um indivíduo se tornava um vampiro depois de ser mordido por outro, ou mesmo que o tal personagem tivesse uma necessidade de se alimentar de sangue.

Há também o ponto de vista das doenças metabólicas, decorrentes de causas genéticas. Uma mutação em um gene específico pode acarretar a produção de uma enzima não funcional, levando a uma via metabólica incompleta, cuja consequência é o acúmulo de um dado produto intermediário, ao invés da produção do produto final. Um exemplo pode ser

aquele relacionado a um fluido biológico muito importante e vital, o qual está associado à força e juventude, além de ter importância cultural e social nas relações de graus de parentesco: o sangue. Na via metabólica da produção do chamado grupo heme¹³ podem ocorrer defeitos de natureza genética. As deficiências enzimáticas específicas dessa via levam à superprodução e ao acúmulo de intermediários metabólicos e definem diferentes tipos de doenças, denominadas de porfirias. Um exemplo desses metabólitos é o uroporfirinogênio. Esse termo deriva da palavra grega *porphura*, que significa pigmento roxo. Nas porfirias, os precursores do grupo heme acumulados e excretados na urina podem mudar sua cor, após exposição à luz, para um vermelho, marrom escuro ou para um tom purpúreo.

Esses intermediários podem se acumular principalmente na pele do indivíduo, que desenvolve uma alta sensibilidade à luz (porfiria cutânea). Assim, os sujeitos se sentem extremamente desconfortáveis na presença da luz solar, e em alguns casos, dependendo do nível de sensibilidade, essa exposição pode gerar bolhas na pele, as quais depois cicatrizam de forma imperfeita. Se o indivíduo tem tendência à formação de quelóide (lesão dermatológica em alto relevo, endurecida e rósea) vai formar uma série de cicatrizes. Como o sujeito tem a produção do grupo heme comprometida, ele também pode sofrer de uma constante anemia, tornando-se muito pálido. A urina pode ficar alternando de uma coloração clara à escura. Às vezes, até os dentes podem acumular o composto intermediário, tornando-se fluorescentes.

Pode haver também acúmulo em outros tecidos, tal como o sistema nervoso, apresentando, nesse caso, efeito neurotóxico (a porfiria cutânea com o tempo também pode se tornar neurotóxica). Nesse sentido, o indivíduo pode desenvolver alguns distúrbios neurológicos, como não dormir bem, apresentar comportamento antissocial, gostar de ambientes escuros, ter momentos de delírio, de desentendimento, de ausência, de

¹³ Agregado de elementos químicos, em especial o ferro, muito importante na estrutura da hemoglobina e que transporta o gás oxigênio.

insônia e, ainda, de agressividade. Por ser associada a uma doença genética e hereditária, ela aparece com frequência nas antigas casas reais de nações na Europa. Nesses casos, onde não somente o poder político passava de geração em geração (aliado, possivelmente, ao sistema de castas e casamentos consanguíneos), havia também a transmissão dessa e de outras enfermidades. Eis que surgiam reis considerados loucos, com comportamento violento e que praticavam atos excêntricos, tal como o Rei George III (1738-1820) da Inglaterra.

O bioquímico David Dolphin (1940-) propôs, em 1985, uma ligação entre a porfiria e o folclore vampírico. Reparando que essa condição é tratada com a administração intravenosa de grupo heme, Dolphin sugeriu que o consumo de grandes quantidades de sangue poderia resultar de alguma maneira na absorção do grupo heme. Os vampiros, dessa maneira, seriam então meras vítimas de porfiria, procurando substituir os seus grupos heme e aliviar os sintomas associados à doença ao beberem o sangue de suas vítimas...

Outra explicação para o vampirismo seria a de uma enfermidade, atualmente pouco comum, relacionada à nutrição. Tal enfermidade ocorre quando um indivíduo tem uma deficiência nutricional relacionada a um aminoácido, o triptofano, que é essencial para a biossíntese e o funcionamento de proteínas, incluindo diversas enzimas importantes para o metabolismo humano. Além disso, se também não há um aporte externo da vitamina B₃, sendo a dieta baseada em um único tipo ou uma diversidade restrita de alimentos, esses indivíduos podem desenvolver a doença chamada pelagra. Essa doença possui vários sintomas associados a problemas de pele, tais como feridas, descamações nas regiões do pescoço e mãos, além de problemas na absorção de nutrientes no trato gastrointestinal, perda de apetite, sede exacerbada e, em casos mais avançados, problemas motores, fazendo o sujeito se locomover de um modo estranho, tal como um morto-vivo.

Obviamente, o imaginário e a criação de personagens não estavam relacionados apenas às questões biológicas, mas também às questões

socioculturais, tais como a representação figurada da exploração das classes trabalhadoras pelas nobrezas (de onde geralmente os vampiros provinham), ou mesmo a apropriação de costumes e figuras políticas estrangeiras (consideradas excêntricas) como base de histórias e fábulas populares.

Em 2008, foi realizado um estudo na Universidade de Stanford, no qual, durante várias semanas, pesquisadores trataram camundongos de meia idade, geneticamente idênticos, com transfusões de sangue proveniente de camundongos mais velhos e de camundongos mais jovens. O objetivo do experimento foi averiguar a existência de algum efeito no tecido cerebral quando comparado os dois tratamentos. Por incrível que pareça, foram observadas mudanças, no sentido de que houve uma diferença entre os dois grupos. Os camundongos tratados com o sangue oriundo de indivíduos jovens mostraram, comparativamente, um aumento significativo de células cerebrais na região do hipocampo. Essa região cerebral é crucial para a memória e o aprendizado, sendo uma das primeiras a ser impactada pelo processo de envelhecimento. O sangue novo estimulou o aparecimento de neurônios nessa região cerebral, contribuindo para o estabelecimento potencial de novas conexões neuronais perdidas pelo processo de envelhecimento. Novos estudos têm sido realizados pelo mesmo grupo buscando, entre outros aspectos, avaliar o grau de efetividade dessas conexões potenciais e as bases moleculares do resultado observado.

Resumindo, o imaginário humano, através da criação de superstições e ícones, buscava encontrar explicações para fatos que não entendia e que temia, tais como as enfermidades que assolavam as sociedades antigas e mesmo em séculos não tão distantes assim. Contudo, através dos avanços atuais no campo da bioquímica, é possível conjecturar quais seriam as bases e possíveis explicações que poderiam ter fundamentado as histórias sobre a origem dos vampiros.

**PRISCILA,
POR FAVOR NÃO LIGUE
PRA ESSAS HISTÓRIAS DE
VAMPIROS!!!...**



“Manhê”, posso ter um *Pegasus*?

por Kathleen Yasmin de Almeida e Andrea Rita Marrero

Poseidon e a famosa Medusa já foram grandes amantes, mas nunca puderam se tocar. Ele, um dos três grandes deuses e senhor do mar. Ela, uma das três górgonas, um monstro subterrâneo do sexo feminino, bonita, mas fatal com seus cabelos de serpentes e seu olhar que transforma qualquer um em pedra. O amor dos dois foi conturbado, mas dele nasceu um filho: *Pegasus*.

Segundo a mitologia grega, quando Medusa foi decapitada por Perseu, o sangue de seu corpo caiu no mar, misturando-se à espuma, onde ela e Poseidon, finalmente, puderam se juntar, o que fez nascer um cavalo alado, o admirável *Pegasus*. Primeiramente, domado pela deusa Atena, *Pegasus* acabou trilhando uma trajetória gloriosa e, depois de fazer um favor para o grande deus Zeus, transformou-se em constelação.

Atualmente, a história nos parece incrível, mas bastante fantasiosa e inacreditável. Acontece que a antiga civilização grega tinha esses deuses e acreditava nesses mitos como sendo fatos. Deuses que tinham características humanas, desde soberba, inveja, amor, gula e até libertinagem.

E quem disse que talvez, no futuro, o que cultuamos hoje não seja visto com esses olhos de incredulidade também?

Falar em questões assim talvez possa ferir religiosos; e o assunto é realmente complicado. Thor, na sociedade atual, é um personagem de quadrinhos e filmes de ação, um super-herói, mas você sabia que ele é um deus nórdico? Acabamos esquecendo que todos esses seres fantásticos, que hoje vemos como mitologia, já foram religião para milhares de pessoas. E como dizem por aí, todo mundo é ateu na religião dos outros.

Voltando ao *Pegasus*, imagine como seria maravilhoso se descobríssemos a existência de seres como ele. Não seria só a grande realização de um sonho de infância, mas também algo que talvez “quebraria o nosso galho” no dia a dia. Cavalos já vêm servindo muito bem para locomoção, por muitos e muitos anos, à humanidade. Imagine como seria se descobríssemos cavalos alados. Com certeza, não demoraria tanto pra chegar à faculdade. Certamente você não teria que se estressar no trânsito para fazer um passeio, ir trabalhar ou estudar. Porém, teríamos que torcer para não criarmos filas e congestionamentos até em céu aberto.

Se para os nossos ideais atuais, possuir um *pegasus* já se mostra incrível e totalmente útil (afinal, sempre tendemos a usar todos os recursos a nosso favor não importando quão raros eles sejam), imagine para as pessoas da Grécia antiga, que criaram esses seres em suas imaginações. Com certeza, havia todo um ideal de liberdade envolvido ao imaginar que conseguiriam se transportar para onde quisessem em uma época em que quase não existia nenhum meio de transporte, a não ser seus próprios pés. Não é à toa que a fantasia tomou conta da mente dessas pessoas e fez com que elas acreditassem nesses seres, inclusive os vissem por aí e contassem histórias para seus filhos.

Mas, digamos que eles realmente estivessem certos. Vamos imaginar que existissem *pegasus* por aí. Idealizar que na verdade, eles seriam como os famosos celacantos¹⁴, a grande diferença é que, dos *pegasus*, nem fósseis foram descobertos. Imagine a evolução desses seres para que eles chegassem a existir na forma como se fantasia.

¹⁴ Celacantos formam um grupo de peixes raros que, até alguns anos atrás, acreditava-se que estivessem extintos há milhões de anos, pois só se conhecia seus fósseis. Até que uma funcionária de um museu estava passeando em um mercado de peixes e se deparou com um deles. Ela logo o reconheceu e levou-o para especialistas. Foi uma grande descoberta para a ciência.

Para começar, por eles serem vertebrados, suas asas provavelmente seriam ósseas e, de alguma forma, os *pegasus* teriam que desenvolver não quatro, como um cavalo normal, mas seis membros em seus estágios embrionários. Para que isso acontecesse, uma série de mutações (alterações em seus genes) deveria acontecer por acaso e serem selecionadas positivamente para que essa característica prevalecesse. Ou seja, além de acontecerem mutações (algo que, na verdade, acontece com frequência) nos genes desse cavalo, elas teriam que ocorrer em partes específicas do DNA, responsáveis pela formação desses membros. E não só isso, teriam que realmente ser expressas e não atuar negativamente. Além disso, seria preciso que esses novos membros, as futuras asas, não se desenvolvessem como patas, mas como estruturas que futuramente seriam adaptadas ao voo. Finalmente, essa característica deveria ser mantida até que aparecesse uma mutação que desenvolvesse penas nesse local.

Você consegue perceber o quanto isso seria difícil?

Mas não fique triste, entendemos que somos sempre levados a querer que existam coisas que atinjam nossos ideais. Seria realmente maravilhoso ter um *pegasus*. Nós daríamos conta de nos beneficiarmos muito disso. Mas só porque queremos, não quer dizer que exista. Só porque nossos antepassados imaginaram esses seres, não quer dizer que um dia eles vão aparecer como mágica. Como disse François Jacob (1920-2013): "A evolução é um funileiro, não um engenheiro", então as coisas simplesmente não acontecem do nada, a evolução não cria, ela só vai "arrumando" o que já existe. Por esse motivo, tivemos que imaginar a criação de *pegasus* a partir de um cavalo normal, que já conhecíamos. Isso seria o ponto de partida mais provável, se realmente chegasse a acontecer. Mas, já vimos o quanto seria difícil. Só que não adianta, não é? Nós sempre temos esperança.

Isso nos lembra muito bem a história sobre um doutor que acreditava que tudo tinha uma razão de existir. O nome dele era Dr. Pangloss, um personagem do famoso filósofo Voltaire (1694-1778). Em um conto em tom de sátira, ele ajuda, através de seu aprendiz otimista Leibniz, o jovem

Cândido que vive em um paraíso edênico, ou seja, um paraíso ao melhor estilo do Jardim do Éden. Durante o conto, o Dr. Pangloss se mostra um homem sábio e cheio de filosofias, sendo uma delas bastante importante para a nossa analogia: "As coisas não são nada além do que são... tudo é feito para o melhor propósito". Conforme essa ideologia, segundo Pangloss, nós temos narizes para segurar os óculos, temos pernas para usarmos calças e (por que não aplicarmos para os dias de hoje?) temos dedos para digitarmos em nossos celulares.

Se formos usar esse pensamento do Dr. Pangloss, nós teríamos o *pegasus* e ele existiria para que fosse mais fácil nossa locomoção. E, com esse pensamento, acabamos entrando em um debate, frente a frente, com a própria evolução de todos os seres vivos e a seleção natural.

Mas, calma, não precisa se assustar com esses termos chatos, na verdade eles são bem simples de entender. Segundo a Teoria Sintética da Evolução, ou Neodarwinismo, a seleção natural vai atuar sobre a variação genética (hereditária) dos organismos e, através desse processo, os indivíduos que possuem aspectos desvantajosos para a sobrevivência são eliminados. Assim, as características preservadas e transmitidas, de pais para filhos, para a próxima geração, através da hereditariedade, são somente aquelas vantajosas para aquele momento.

E como é que essa definição vai discordar com o que o Dr. Pangloss falou? Em exatamente nenhum ponto! Acontece que se formos pensar da maneira que a Teoria Sintética propõe, estaremos dizendo que todos os processos e características existentes hoje são resultado de uma seleção rigorosa e existem por serem adaptativos, que trouxeram alguma vantagem em certo momento. Parece um meio de pensar bem ao estilo do Dr. Pangloss. Impondo esse método de surgimento de características, descartamos a possível ocorrência das consequências, já que estaremos assumindo que tudo existe por uma razão, porque uma vez já foi vantajoso. No entanto, certos aspectos podem só ter aparecido por acaso. Como, por exemplo, os *spandrels*, nas catedrais.

Mas, espera, você sabe o que é um *spandrel*?

Imagine que você está entrando em uma basílica. Seus olhos se enchem com tanta beleza. É tanta riqueza, tanto poder... os pelos eriçam, sendo você religioso ou não. E não é à toa. Cada detalhe no lugar parece ser feito exatamente para instituir ainda mais a fé cristã. As cores magníficas, a luz que passa através dos vitrais coloridos, os arcos majestosos e seus *spandrels*, ou "tímpanos", como preferir, adornados das maneiras mais belas possíveis, com esculturas de anjos e querubins tocando harpas, com a delicadeza na representação de episódios bíblicos, a leveza de pinceladas muito bem posicionadas naquele pequeno espaço entre dois arcos. Um espaço que por acaso existe, e que é ostensivamente adornado, de forma elaborada e harmoniosa.

Spandrels são aqueles espaços localizados entre dois arcos adjacentes, um pequeno triângulo que deve existir para que seja possível esse tipo de arquitetura. Ao contrário do que se pensa, quando se observa esses lugares tão adornados, eles não foram planejados nem desenhados para existir e possuir todas aquelas belezas. *Spandrels* simplesmente ocorrem pela junção dos arcos que formam e sustentam a abóbada e acabam sendo bem utilizados, principalmente quando falamos de grandes construções e projetos arquitetônicos religiosos ou até construções mouras.

Assim pode acontecer com algumas características nos seres vivos. Elas podem existir só por existir, ou podem ter vindo de "carona" com outras características e, desse modo, permaneceram, mesmo sem ter algum tipo de funcionalidade ou vantagem.

A essência de tudo que foi conversando com você, desde os *pegasus* até a seleção natural, é essa ideia de que nem tudo existe por uma razão. A sua cabeça não foi feita para usar chapéu, os pés gelados não foram feitos para usar meias... Então, não, não vai existir um cavalo alado porque nós desejamos que exista ou porque seria legal. Uma asa não vai nascer em um quadrúpede para que ele voe e nos carregue junto. Assim como muitas características em diversos outros seres não existem por alguma razão ou

para certo objetivo. As coisas acontecem ao acaso, algumas características simplesmente vêm “de carona” com outras e nem tudo poderemos entender ou atribuir função como Pangloss tentou fazer. Não fique chateado porque não poderá ter um cavalo com penas em casa. Nem tudo nós precisamos usar a nosso favor... Ah, e a vida já é bela como existe, desde seus pequenos detalhes.

Astrobiologia

por Otávio da Silva Custódio e Rubens Tadeu Delgado Duarte

Mesmo antes da filosofia, e dentro da mitologia, surgiram algumas questões profundamente relacionadas ao desenvolvimento da sociedade e à própria natureza humana. Quem somos nós? Qual é a nossa origem? A vida se originou somente no nosso planeta? Qual o nosso papel no universo? Como um ser curioso e indagador, o homem desviou um pouco o olhar do seu próprio planeta e o voltou para o céu, percebendo que as respostas poderiam estar perdidas lá fora no universo e caberia a ele tentar alcançá-las. Com a astronomia, descreveram-se estrelas, planetas e galáxias, entendendo-se o universo como inimaginavelmente extenso. Entretanto, coube a astrobiologia indagar quais e como esses corpos celestes poderiam abrigar formas de vida, sendo que, para desenvolver essa questão, ironicamente, dever-se-ia entender como as mesmas funcionam no planeta Terra.

Começou-se a elencar e discutir alguns quesitos que as formas de vida conhecidas apresentam: sua relação com a água, células com membrana lipídica, ácidos nucleicos que armazenam quimicamente a informação da vida, processos metabólicos e nos seis principais elementos químicos que fazem a sua composição atômica (CHONPS – carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre). Além disso, fatores que possibilitaram a origem e evolução da vida na Terra também foram considerados: presença de água líquida, atmosfera, campo magnético, localização fora da rota de meteoros, distância correta do Sol (para não ser nem muito quente, nem muito frio), entre outros. Considerou-se o nosso planeta como modelo na busca de vida no espaço.

Existe vida em outros planetas?

Astrobiólogos de várias nacionalidades, entre eles brasileiros, desenvolveram inúmeros equipamentos e experimentos controlados para recriarem condições específicas de ambientes planetários (pressão,

temperatura, concentração de gases, disponibilidade de água, pH, salinidade, entre outras) que conseguissem abrigar ou originar moléculas orgânicas. Através da observação dos resultados dos experimentos, discutiu-se que a grande maioria dos ambientes recriados é inóspito e impróprio para a sobrevivência da maioria dos grupos de seres vivos conhecidos. Entretanto, os chamados micro-organismos extremófilos, ao que parece, representam um objeto de estudo interessante para a astrobiologia em sua busca de vida extraterrestre, pois expandem o que se conhece sobre a vida e seus limites. Eles são adaptados a ambientes extremos existentes na Terra, habitats que podem ser muito quentes, frios, ácidos, alcalinos, profundos, com pouca água, hipersalinos ou até mesmo sem luz. Nos ambientes extremos, é comum encontrar várias espécies de bactérias, arqueias e fungos sobrevivendo naturalmente. Assim, os extremófilos definem os limites da vida, e suas estratégias podem ser mais bem estudadas e compreendidas pela astrobiologia para vislumbrar a possibilidade de vida em outros planetas.

Sondas, viagens espaciais e candidatos à vida

Com o passar dos anos, a sociedade moderna, ao invés de apenas visualizar com telescópios rudimentares os planetas, luas e estrelas, percebeu que novas tecnologias eram necessárias para um maior nível de detalhamento das peculiaridades de cada corpo celeste. Durante a era da “corrida espacial”, fabricaram-se as sondas e os superteleoscópios e foram realizadas viagens espaciais.

Primeiramente, investiu-se o esforço nos corpos celestes próximos à Terra. Na década de 1960, a União Soviética lançou a sonda Venera que, ao pousar na superfície desértica do planeta Vênus, constatou uma atmosfera muito espessa, densa e quente. O efeito estufa era tão grande que apenas 20% da radiação era refletida, produzindo uma temperatura na superfície de aproximadamente 400°C. Devido também à alta pressão existente, Venera apenas conseguiu transmitir 20 segundos de informação e depois derreteu. Concluiu-se que Vênus é um ambiente muito extremo para qualquer forma de vida que conhecemos.

Em 1969, os EUA enviaram homens à Lua. Devido a esse satélite ter tido origem em um impacto de um corpo de grande massa com a Terra, logo no início da formação do nosso planeta, supunha-se que alguns seres vivos primitivos terráqueos tivessem sido levados com o impacto, e que, atualmente, sobreviveriam na Lua de alguma forma. Entretanto, a expedição espacial não constatou nenhuma forma de vida. Atualmente, considera-se a Lua como um ambiente não propício para a vida, por várias de suas características: não possuir água líquida, não ter atmosfera que conserve calor e retenha gases importantes para a vida, além de não ter um campo magnético (como o existente na Terra, produzido pelo magma em movimento em seu interior) que a proteja da intensa radiação solar.

Já Marte é um ambiente muito interessante para a astrobiologia. Devido a estruturas peculiares observadas na sua superfície, semelhantes a antigos leitos de rios, inferiu-se que, no passado, existiram oceanos no planeta. Aliado a uma atmosfera favorável, talvez tenha se originado vida em algum ponto do seu passado. Foram observadas regiões de solo permanentemente congelado, e, recentemente, de água líquida, que podem vir a abrigar formas de vida. Há projetos de expedições tripuladas para Marte nas próximas décadas.

A astrobiologia também foca a atenção em três outros candidatos no sistema solar, mesmo não possuindo distâncias propícias do Sol para conseguirem abrigar vida. A lua Europa, de Júpiter, e duas das luas de Saturno, Encélado e Titã. Através de fontes termais ou devido às grandes gravidades dos seus planetas podem-se formar oceanos de água líquida sob as suas superfícies congeladas. Sobre Titã há outra particularidade: possui oceanos ricos em moléculas orgânicas como etano, metano e outros compostos carbonados. Acredita-se que ali prováveis seres vivos originaram (ou ainda originam) essas moléculas.

Supertelescópios

Procurar vida fora do sistema solar é muito mais complexo, pois devido à imensa distância entre a Terra e o objeto de estudo, ainda não se podem realizar experimentos *in situ*, como enviar uma sonda ou astronautas para pousarem na superfície do planeta. Além disso, há limitação técnica que os telescópios convencionais enfrentam. Para transpor essa dificuldade, foram desenvolvidos novos telescópios especiais (supertelescópios), que não são utilizados na superfície terrestre. Eles funcionam do espaço e, através de alta tecnologia, conseguem focar uma estrela e ficar observando-a por dias até obterem dados suficientes para encontrar um planeta que a circunde. Um dos telescópios construído com esse objetivo foi o Kepler da NASA (lançado ao espaço em 07 de março de 2009). Ele detecta planetas por um método chamado interferometria, que ao ficar apontando para uma estrela por dias (na verdade para várias estrelas) espera que, por acaso, um planeta cruze entre a estrela e o telescópio, de forma que cause um efeito de eclipse para quem está observando. Para o telescópio, esse eclipse diminui um pouco a luminosidade da estrela. Sendo esse processo periódico, baseando-se em sua velocidade de órbita, descobrem-se quantos dias esse planeta demora a fazer uma translação completa (um ano girando em torno da sua estrela), inferir sobre seu tamanho, sua massa e descobrindo também qual é sua distância em relação à estrela. Até o final de 2014, o telescópio Kepler já havia detectado 1030 planetas fora do sistema solar, a grande maioria constituída de planetas gigantes, que provavelmente não abrigam vida. Além desses, apenas alguns planetas pequenos e rochosos foram encontrados, sendo que, se estiverem a uma distância correta de sua estrela, possuírem atmosfera e uma série de outras características, talvez possam abrigar vida.

Há um projeto em desenvolvimento para lançar mais telescópios que orbitarão a Terra, com o objetivo de analisar planetas extrassolares e, além disso, capazes de estudar também suas atmosferas, buscando a presença de oxigênio, água e gás carbônico.

E vida inteligente?

Já a possibilidade de se encontrar vida inteligente fora da Terra seria através da captação de manifestações tecnológicas. Podem ser citados os nossos satélites de telecomunicações (utilizados por emissoras de televisão, aparelhos de rádio, telefones, radares e redes de computadores) que acabam emitindo diariamente uma imensa quantidade de radiação eletromagnética, que escapam para o espaço. Se houvesse, por exemplo, em uma estrela distante da Terra, seres inteligentes, buscando por vida em outros planetas, eles provavelmente conseguiriam detectar emissões de ondas de rádio propagadas pelo espaço.

Por outro lado, essas ondas são muito raras no universo. Com a finalidade de detectá-las, usa-se o chamado radiotelescópio, que não cria uma imagem, mas sim captura ondas de rádio. Uma vez que planetas, luas e grande parte das estrelas não emitem esse tipo de energia, a detecção de uma frequência desse tipo caracterizaria uma "assinatura eletromagnética", o que traria indícios de vida inteligente fora da Terra. Entretanto, até hoje, os pesquisadores não encontraram nenhuma evidência concreta disso.

Astrobiologia como ciência

A comunidade científica não aceita uma simples fotografia de uma nave espacial ou uma plantação devastada em forma de escultura como evidências de seres alienígenas. A ciência, em um âmbito geral, é baseada em fatos que possam ser experimentáveis e comprovados repetidas vezes. Por causa dos relatos de pessoas que dizem terem observado alienígenas visitando o nosso planeta, das visualizações de OVNI's (objeto voador não identificado), dos casos de abdução, dos contatos de terceiro e quarto grau, dos contos que consideram extraterrestres visitando antigas civilizações e das histórias de ficção científica, acaba-se alimentando o folclore de que realmente existam extraterrestres, porém a astrobiologia ainda não constatou nenhuma evidência de vida fora da Terra. Assim, essa área da ciência ainda encontra-se em fase de desenvolvimento, sendo intimamente ligada aos progressos tecnológicos e de conceitos biológicos.

Retornando à questão inicial, demonstra-se que há algo de místico e singular na relação entre o próprio entendimento de sociedade e o estudo de vida extraterrestre. Pouco a pouco esse estudo busca responder perguntas, mas acaba por levantar outras ainda mais interessantes, que instigam a inteligência e a curiosidade humana. Finalmente, a principal, e mais interessante motivação da astrobiologia, é a fascinação de conceber e indagar sobre hipóteses acerca do ser humano estar sozinho ou não no universo, e qualquer que seja a resposta correta ela, por si só, vai ser extraordinária.

