

SPORUM

Dispersando curiosidades científicas



— Projeto Sporum —

ISBN: 978-85-8328-102-3



Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da Universidade Federal de Santa Catarina

S764 Sporum [recurso eletrônico] : dispersando curiosidades científicas / organizadores, Daniel Grilo Perez ... [et al.] ; ilustrações, Leticia Lidia Voltolini ... [et al.]. – Florianópolis : UFSC, 2022.
214 p. ; il.

E-book (PDF)

Disponível em: <http://sporum.com.br/> e

<https://petbiologia.ufsc.br/>

ISBN 978-85-8328-102-3

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Divulgação científica. I. Perez, Daniel Grilo. II. Voltolini, Leticia Lidia.

CDU: 5/6:37

Organizadores

Daniel Grilo Perez

André Geremia Parise

Iroko Alyson dos Santos Cavalcante

Leticia Lidia Voltolini

Lucas Garbo Miguel

Luiz Felipe Cordeiro Serigheli

Luiza Johanna Hubner

Renato Hajenius Aché de Freitas

Tâmela Zamboni Madaloz

Florianópolis

Universidade Federal de Santa Catarina

UFSC

2022

Diagramação:

Leticia Lidia Voltolini

Imagem da capa:

Leticia Lidia Voltolini

Revisão:

Autores, Integrantes do Sporum e do PET-Biologia da UFSC

Os integrantes do projeto Sporum que participaram da elaboração deste livro são:

Iroko Alyson dos Santos Cavalcante, Angelo Tenfen Nicoladeli, Daniel Grilo Perez, Hugo Bayer Reichmann, Lucas Garbo Miguel, Luiz Felipe Cordeiro Serigheli, Luiza Johanna Hubner, Luiza Manaut Rodrigues, Pedro Batista Marconi, Renato Hajenius Aché de Freitas, Tâmela Zamboni Madaloz e Valdorion José da Cunha Klein Junior.

As ilustrações desse livro foram feitas por uma equipe de pessoas incríveis:

Leticia Lidia Voltolini, Thays Vieira, Bruna Lins e Julia Alvarenga Oliveira.

Agradecemos imensamente a disponibilidade em contribuir com esse projeto.

PET-Biologia – CCB – UFSC

Copyright © 2022 – Sporum



Programa de Educação Tutorial – Biologia (PET-Biologia)

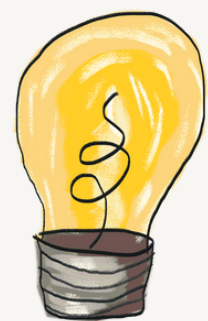
Centro de Ciências Biológicas da UFSC
Campus Universitário Trindade
Florianópolis, SC, Brasil
CEP 88010-970

Site do PET: **<http://www.petbiologia.ufsc.br/>**

E-mail do PET: petbiologiaufsc@gmail.com

SUMÁRIO

Dicas para leitura.....	5
Prefácio.....	6
Introdução.....	13
1. Plantadores de florestas: Como indígenas auxiliaram na construção da biodiversidade brasileira.....	18
2. Quem quer ser domesticado?.....	29
3. Einstein já deu a luz! Vamos usá-la?.....	44
4. Evolução da robótica e surgimento de robôs móveis.....	56
5. Entendendo a Inteligência Artificial: quais princípios são a base dessa incrível ferramenta?.....	69
6. Percepção: construindo a realidade dentro do cérebro.....	81
7. Um espelho em nosso cérebro.....	91
8. Achou que só existia cultura nos humanos? Achou errado!.....	105
9. Morcego-Negro, Homem-Morcego ou Batman: o que a tradução tem a ver com isso?.....	124
10. Teoria da Decisão: além de uma simples escolha.....	138
11. Alimentação saudável: um verdadeiro quebra-cabeça.....	146
12. O “efeito Angelina Jolie” e o determinismo genético.....	159
13. De galinhas dentuças a peixes sem queixo, tudo faz sentido à luz da evolução.....	176
14. Cair e levantar: a educação física e o equilíbrio em uma escola adoecida.....	201



Dicas para leitura

Este livro reúne catorze histórias que nos convidam a entrar em diferentes mundos da ciência, tecnologia, cultura e educação e conhecê-los um pouquinho mais de perto. Esses catorze capítulos são independentes entre si e você pode explorá-los na ordem e tempo que achar mais interessante. Organizamos este livro de forma que capítulos com assuntos mais relacionados estejam mais próximos uns aos outros, mas nenhum deles requer a leitura de um anterior para seu entendimento.

Muitas vezes podemos nos perder em meio a tantos conceitos e palavras em “cientifiquês”, afinal, é impossível conhecer o significado de tudo. Por isso, alguns termos com esse **destaque** no texto possuem explicações que você pode consultar no **Glossário** ao final de cada capítulo. Lá você também encontrará as **Referências** que basearam a escrita do capítulo em questão.

Este livro também conta com diversas artes elaboradas por ilustradoras incríveis! Cada capítulo possui ao menos uma ilustração em seu início que o representa, e muitos possuem figuras ao longo do texto. Não deixe de conferir e apreciar esses trabalhos, esperamos que eles ajudem você a compreender melhor as histórias e despertem sua imaginação e curiosidade. Afinal, ciência e arte andam de mãos dadas!

Prefácio



Uma verdade bastante conhecida é a de que qualquer produção cultural é um reflexo do momento histórico no qual ela foi produzida. Por exemplo, as famosas obras de ficção científica da “Série da Fundação”, de Isaac Asimov, apesar de tratarem de um futuro distante em que a humanidade se espalhou por toda a galáxia, na verdade falam muito mais sobre o momento histórico em que Asimov viveu do que o que ele pretendia narrar. Na obra, vemos por trás das palavras do autor a decadência de grandes impérios como o Britânico (por sinal, o maior que já existiu); a ascensão de um novo, tecnológico e moderno, os Estados Unidos; a barbárie da Segunda Guerra Mundi-

al e o domínio da tecnologia nuclear — na época o que havia de mais avançado na ciência. Não por acaso, Asimov publicou sua trilogia entre 1942 e 1950.

Hoje, vivemos em um mundo completamente novo, fruto daquele que estava começando na época de Asimov. Estamos em plena era digital, quando informações nunca foram tão acessíveis à maioria dos seres humanos. As ciências nunca estiveram tão avançadas — pelo menos tecnologicamente —, e nunca tantas pessoas tiveram acesso à educação e entretenimento. Além disso, é preciso adicionar que estamos no momento mais decisivo do nosso século até agora: a pan-

demia de COVID-19, que paralisou o mundo de um modo que muitos julgavam impossível. Inclusive, enquanto escrevo estas palavras, meu braço esquerdo dói por conta da vacina que tomei ontem. Uma maravilha tecnológica criada em tempo recorde graças ao esforço conjunto de toda a humanidade e ao desenvolvimento científico até agora, e que educa minha maquinaria bioquímica e imunológica para garantir minha resistência a uma doença praticamente desconhecida até o ano retrasado. Que tempos!

No entanto, ainda assim, tudo isso intensificou um efeito inesperado: o culto à ignorância e ao obscurantismo, a desconfi-

ança em relação à ciência e à mídia, a negação das mudanças climáticas ou da influência humana nestas, e a negação de tantos valores conquistados a duras penas ao longo das últimas décadas. Terraplanismo, teorias conspiratórias sobre reptilianos e rastros de aviões, o fantasma da ameaça comunista, tudo isso impulsionado pelas mesmas tecnologias que possibilitaram as maravilhas que vivemos hoje! Simultaneamente, o Brasil vem experimentando cortes significativos nos orçamentos à educação e ciência há anos, pelo menos desde o início dos anos 2010, chegando ao cúmulo hoje. Em plena pandemia e crise climática, quando a ciên-

cia nunca foi tão necessária, temos um governo abertamente contrário à ciência e à educação, além da cultura, do decoro, dos bons modos e por aí vai. O que aconteceu com o Brasil e o mundo? Como chegamos aqui? Há como reverter esse problema?

Essas são perguntas muito complexas para as quais não existem respostas simples. Porém, parte das respostas é que a ciência abandonou seu contato com a população, a própria população que, em sua maior parte, financia a ciência. Poucos são os esforços sérios de levar às pessoas educação científica, com seu método crítico e ponderado de pensar, e que poderia dar-

lhes as ferramentas e condições para não se seduzirem pelo discurso de demagogos ou acreditarem em teorias conspiratórias de “meia-tigela”. A ciência há anos se refugiou comodamente na sua “torre de marfim”, para usar a expressão já desgastada, achando que seus frutos seriam retorno mais que suficiente para as pessoas. E aí, graças a isso, criou-se um cenário em que pessoas utilizam justamente os frutos da ciência, como microcomputadores portáteis (celulares), para se conectarem à internet, para trocar, por meio de satélites postos a orbitar ao redor do nosso planeta redondo, informações sobre a falsidade das vacinas,

a inexistência da influência humana nas mudanças climáticas, etc.

Assim, tomando consciência desse problema gigantesco, um problema típico do nosso tempo atual, o Programa de Educação Tutorial (PET-Bio) do Centro de Ciências Biológicas (CCB) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) decidiu fazer a sua parte para criar mais pontes entre a universidade e a comunidade não universitária através de alguns subprojetos, dentre eles o Sporum, voltado à divulgação científica. Assim como fungos e samambaias espalham seus esporos em todas as direções, buscando o maior alcance possível, o Sporum busca dissemi-

nar informações científicas dos modos mais variados: um blogue na internet, páginas em redes sociais, um podcast, o “Rinite Cósmica”, disponível em plataformas de streaming, e um livro no qual convidamos docentes do CCB para falarem sobre curiosidades de suas áreas de estudo.

Esse primeiro livro, “*Sporum: dispersando curiosidades biológicas*”, publicado em 2017, foi um processo de muitos aprendizados que deu forma à maneira pela qual o projeto funciona hoje. Conseguimos uma parceria com a revista científica “Biotemas” para apoio financeiro e com o ilustrador francês Guézou, que

ilustrou brilhantemente o livro, e foram confeccionados 1000 exemplares, distribuídos gratuitamente a várias escolas ao redor do país (principalmente de SC), além do PDF que está disponível na página do [PET-Biologia](#). Assim, pessoas interessadas e docentes em qualquer lugar do mundo podem ter acesso a esse trabalho.

Mas o projeto Sporum não pretende parar de “esporular”, então logo em seguida já surgiu a ideia de escrever outro livro, de escopo mais amplo. Desta vez, docentes dos centros de toda a UFSC foram convidados a participar. Sempre pensando em criar pontes com a comunidade, nossas

intenções são prestar contas à sociedade do que se tem feito na universidade. Chegamos, então, a esta instigante mistura de relatos dos mais diversos que você tem em mãos, envolvendo desde neurociência até robótica móvel e alimentação saudável. Capítulos sobre comunidades tradicionais ou energia solar? Temos. Teoria da percepção ou cultura em sociedades não humanas? Está na mão. A ideia, aqui, é trazer um pouco de tudo com leveza, de modo que quem ler possa aprender algo no trajeto do ônibus, antes de dormir, ou em uma aula na escola. E desta vez, os capítulos foram ilustrados por estudantes da própria UFSC.

como eu disse, uma produção cultural é o reflexo do momento em que vivemos. Pode soar ambicioso, mas mesmo pequenas iniciativas como a nossa carregam a sua marca. A pandemia de COVID-19 e o consequente isolamento social causou uma explosão de iniciativas de divulgação científica, provavelmente por ter escancarado a relativa falta de conteúdo científico acessível à população, em particular em português. Consequentemente, esperamos que este livro carregue a marca de ter sido elaborado em um período em que nunca a divulgação científica foi tão necessária. Um período que clama pelo saber científico po-

pularizado de maneira acessível a todas as pessoas. Assim, com nossas convicções renovadas nessa necessidade atual, esperamos que este livro e outros que virão somem-se a estes esforços de divulgação e contribuam para uma sociedade mais bem informada, crítica, democrática e científica, algo tão necessário nestes primeiros anos do século XXI.

Mas também, naturalmente, esperamos que este livro seja uma leitura agradável e prazerosa a quem o ler. Afinal, como digo, esta é a principal função da literatura.

Com os melhores votos por um mundo mais bem informado cientificamente,

André Geremia Parise



Introdução

por Leticia Lidia Voltolini e Maria Alice Neves

“Esporo, substantivo masculino, B10. estrutura geralmente unicelular, resistente ao calor e à dessecação, capaz de germinar em determinadas condições e reproduzir assexuadamente o indivíduo que a originou. Do latim spora.” (Dicionário Houaiss, 2009).

Fungos, samambaias, algas vermelhas, bactérias, o que esses seres têm em comum? A capacidade de se reproduzir por esporos. Os esporos são células reprodutivas que compactam em si toda a informação genética necessária para dar origem a um novo indivíduo daquela espécie que o produziu. Sendo as-



sim, essas informações são essenciais para dar continuidade à vida. Legal, né? Aqui você já pode ver a importância dessas pequenas partículas. E como isso acontece?

Para que os esporos cumpram sua função, eles precisam ser dispersos, levados pelo ar, água ou por outros seres para novos lugares e, como iremos ver neste texto, há várias maneiras disso acontecer.

Assim como as informações genéticas dos seres vivos que produzem esses esporos, as informações científicas geradas nas universidades, nas escolas e em todos os locais de produção de conhecimento não podem ficar armazenadas em um só local.

Elas precisam viajar pelo mundo para serem combustível de novas ideias, de projetos e invenções para um mundo melhor, para a continuidade e evolução da vida, assim como fazem os esporos.

Do mesmo modo como as comunicações científicas são levadas através da internet para todos os lugares do mundo, as informações contidas nos esporos podem ser carregadas por longas distâncias dependendo da estratégia de dispersão da espécie. Alguns esporos conseguem atravessar oceanos! Os cogumelos como o cogumelo-de-paris (*Agaricus bisporus*) são capazes de criar vapor de água através da evaporação para produzir vento que carre-

ga os esporos a uma distância maior do que se estivessem apenas sujeitos à ação da gravidade. Os fungos estrelas-da-terra (*Geastrum* spp.) precisam de um empurrãozinho para que a massa de esporos produzida na sua esfera seja lançada ao vento. Cogumelos como o véu-de-noiva (*Phallus* spp.) contêm esporos em uma massa gelatinosa cheirosa (leia-se: fedida) que atrai moscas que sapateiam sobre os esporos e os carregam para onde vão depois.

E, assim como a rede de comunicação científica, através da tecnologia, da geração de materiais e pesquisas, de eventos de divulgação científica e da comunicação en-

tre as universidades e a sociedade, os fungos também têm um sistema direto de comunicação e transporte de informações! Essa comunicação é feita através do que chamamos de hifas e micélio. Nos fungos, os esporos germinam produzindo uma hifa, que é a unidade celular em formato tubular dos fungos, e as hifas crescem e se ramificam formando o micélio. O micélio é o que conhecemos como mofo, que pode ser visível ao olho nu quando cresce na superfície das frutas, ou quase invisível, quando cresce no solo ou na madeira. Ele se expande, muitas vezes de forma invisível ao olho nu, criando uma teia de conexões essenciais para a comunicação e colabora-

ção entre organismos. Essa teia forma uma rede subterrânea de colaboração entre organismos em uma floresta. O micélio se liga às raízes de várias plantas e as hifas funcionam como canais de transporte de nutrientes e informações químicas, ajudando plantas jovens a se desenvolverem e sinalizando para as plantas vizinhas quando há alguma ameaça na área.

Para entender mais sobre como as árvores se comunicam através deste sistema e sobre outras diversas e magníficas curiosidades abordando a vida social das árvores, sugerimos a leitura do livro “A vida secreta das árvores” de Peter Wohlleben.

Queremos finalizar perguntando uma coisa: você consegue ver alguma semelhança entre os esporos e o conhecimento humano? Não? Então dá mais uma olhadinha na capa desse livro. O cogumelo dispersando as lâmpadas é uma metáfora da ciência e cientistas e suas ideias e a comunicação. As lâmpadas representam não só os esporos mas também as ideias que nós, cientistas, e aspirantes e divulgadores, construímos e comunicamos por aí!

Bom, aqui já pudemos ter uma breve ideia de como tudo isso funciona e da importância de espalhar esporos, bem como conhecimento, para a continuidade

da vida. E é isso que buscamos fazer através deste livro! A partir de cada capítulo você vai embarcar em novas ideias das mais diversas áreas da Ciência e se deixar levar pelos ventos do conhecimento. E lembre-se, assim como os esporos, o conhecimento está em todos os lugares, até mesmo no ar que respiramos! Então, boa leitura!



Leticia Lidia



Leticia Lidia

Plantadores de florestas: Como indígenas auxiliaram na construção da biodiversidade brasileira

por Lucas Garbo e Nivaldo Peroni

De maneira geral, as florestas são os ambientes com a maior **biodiversidade** do planeta. Tomemos a Amazônia como exemplo: ela compunha cerca de 49% de todo o território nacional, sendo também o maior **bioma** terrestre do planeta. Atualmente, possui pouco mais de 40.000 espécies de plantas, 1.300 de aves e 300 de mamíferos descritos. De fato, são muitas plantas e bichos diferentes para uma floresta só, isso sem falar das milhares de espécies de insetos, minhocas, fungos, bactérias e demais vertebrados e invertebrados. Toda essa biodiversidade foi construída

ao longo de milhões de anos, com cada população de organismos se modificando de geração em geração, até se tornarem as plantas e os animais que existem hoje. Esse processo de mudança dos organismos vivos é o que chamamos de evolução, que ocorre por diferentes mecanismos, além de poder ser acelerada ou modificada com o auxílio da espécie humana.

Nossa espécie, ao longo de toda a sua história, vem transformando os diferentes ambientes em que vive de maneira drástica. Muitos estudos atuais mostram que fomos nós os principais agentes das extinções em massa da megafauna, ou seja, animais grandes, como mamutes e ti-

gres-dente-de-sabre, que viveram há mais de 10 mil anos. Mais recentemente, fomos responsáveis pela degradação de diversos ambientes e **ecossistemas** globais como, por exemplo, a própria Amazônia, ou mesmo a Mata Atlântica. Porém, apesar do que a maioria das pessoas possa achar, não somos apenas uma força destrutiva dos ambientes naturais. Assim como por muito tempo destruimos **habitats**, também ajudamos a construir e equilibrar novos ambientes, modificando-os ao longo do tempo e, muitas vezes, mantendo e promovendo o desenvolvimento de organismos vivos ou mesmo de paisagens florestais inteiras.

Um belo exemplo disso é o que ocorreu com uma espécie emblemática do Brasil, a Araucária (*Araucaria angustifolia*), um pinheiro característico da região serrana do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Ela produz o delicioso e energético pinhão, que é a sua semente. Essa espécie é de extrema importância para o ambiente, pois ela serve de alimento para diversos animais, como roedores e aves. Também pode agir como abrigo, fonte de sombra, ou mesmo como poleiro, facilitando, inclusive, o ambiente sob sua copa para a germinação e sobrevivência de outras espécies arbóreas, ajudando, com isso, na ampliação de áreas florestais.

Ao longo da história humana na América do Sul, muitos povos indígenas já interagiram com a araucária, em particular dois povos que viviam por essas serras e que ainda vivem hoje em dia, porém em Terras Indígenas muito mais restritas, sendo estes: Kaingang e Laklãnõ-Xokleng. Essas etnias dependiam dessa espécie para sobreviver por parte do ano e, com isso, foram muito importantes também para a dispersão e conservação das araucárias. Esses povos vieram originalmente da Floresta Amazônica, passando pelas regiões centrais brasileiras para finalmente se assentarem na Região Sul do Brasil.

Ao longo de muitos anos essas comunidades se tornaram dependentes do pinhão como alimento durante os meses de outono e inverno. A partir disso, esses grupos humanos acabavam por ajudar na dispersão das sementes dessas árvores, visto que era muito interessante para as pessoas haver pinheiros mais próximos de suas moradias e aldeias. Mas essa história não para por aí. Além de ajudar no nascimento de mais e mais árvores, os Kaingang e Laklãnõ-Xokleng também selecionavam quais sementes plantar e em quais locais, pois dessa maneira a colheita poderia ser mais abundante ou mais frequente. Assim, esses povos modificavam

o ecossistema tanto na quantidade de árvores no ambiente, como também agiam como uma força evolutiva para esses organismos.

Sementes foram levadas para locais onde não existiam araucárias e que continuariam a não existir caso não houvesse a interferência humana. Além disso, essas pessoas passaram a usar e selecionar plantas que produziam sementes de tamanhos distintos e também árvores que produziam sementes em épocas diferentes para, com isso, terem mais alimento e por mais tempo. Esse processo de evolução conjunta entre organismos de espécies diferentes, em que

humanos estão envolvidos diretamente como uma das forças evolutivas é denominado “domesticação”. Em outras palavras, essa força faz com que, ao passar do tempo, as populações de organismos da espécie em questão mudem em comparação com seus antecessores. Ao mesmo tempo, a espécie domesticadora, nesse caso *Homo sapiens*, também se dá bem nessa história, pois consegue assim recursos mais facilmente.

Além de auxiliar as próprias araucárias com esse processo, a domesticação não apenas favorece essas plantas e seres humanos. Como falado anteriormente, as araucárias não são apenas fonte de alimen-

to para os animais. Elas também servem como local de pouso para as aves, geram sombra para animais terrestres e outras espécies de plantas e aumentam a umidade, oxigenação e disponibilidade dos nutrientes no solo. Espécies como a araucária são chamadas de facilitadoras, pois, como o nome diz, facilitam e auxiliam a presença de outros organismos nesses locais. Dessa maneira, a dispersão das sementes dessas plantas é de fundamental importância para que o ambiente possa continuar se desenvolvendo de uma maneira saudável. Em resumo, os povos mencionados ajudaram a expandir enormemente as florestas de araucárias,

pois dispersavam essas árvores que, por sua vez, facilitavam a vinda de outras espécies de plantas e animais, ampliando a ocorrência dessas florestas para locais onde elas não cresceriam naturalmente.

Imagine uma típica floresta com araucárias no Sul do Brasil, que botânicos chamam de **floresta ombrófila mista**. Ela é linda, frondosa e cheia de vida. Nessa floresta existe uma clareira, um lugar aberto onde não se encontra nenhuma árvore, ou mesmo um campo próximo a um bosque com araucárias. Agora, imagine que uma senhora indígena estava passando por aquela área e, sem querer, ou mesmo de propósito, deixou cair um pinhão no solo.

Esse pinhão, eventualmente, germinará e, após alguns anos, dará origem a uma bela e alta araucária. Essa planta irá, em algum momento, começar a frutificar e produzir outros pinhões, os quais também cairão no solo. Agora, com a presença dessa facilitadora, roedores poderão se aproximar para procurar comida e abrigo do sol. Aves como águias, gralhas e corujas se instalarão nos galhos para descansar e fazer seus ninhos. **Graxains** e cobras poderão ser vistos também chegando àquela região, caçando roedores e outros pequenos animais. Além disso, a mesma árvore de araucária melhorará a qualidade do solo, permitindo o crescimento de gra-

gramíneas e plantas rasteiras que atrairão veados-campeiros e outros herbívoros maiores. Estes, por sua vez, serão um belo convite para pumas famintos.

Dessa maneira, será criado todo um novo habitat simplesmente porque um humano deixou cair um pinhão. E isso é bom não apenas para os animais que se instalaram ali, mas também para as próprias pessoas do entorno, pois agora conseguem caçar animais e coletar frutos naquela área. E, dessa maneira, o ciclo continua. É importante frisar que isso nem sempre ocorre ao acaso, com um simples fruto caindo do bolso de uma senhora. Esses povos, com o auxílio do conhecimento ge-

rado e adquirido através de várias gerações, saberão quais pinhões plantar e quais não, pois alguns produzirão árvores grandes e com pinhões carnudos e outros não. Dessa forma, seres humanos não auxiliam apenas a dispersão das plantas, mas também as selecionam, alterando de forma drástica a **estrutura genética** de muitas populações de araucárias. Então, tanto a espécie humana quanto a araucária se ajudaram mutuamente e evoluíram em conjunto, sendo, neste caso, a evolução humana algo mais sociocultural do que biológico.

E isso não acontece unicamente na região serrana brasileira. Esse processo pode o-

correr em qualquer ambiente natural com a presença humana. Na região amazônica e no cerrado também temos inúmeros exemplos de plantas que foram domesticadas em algum grau pelas **comunidades indígenas e tradicionais** como o açaí, a castanha-do-pará, a pupunha, a mandioca e o amendoim, entre muitas outras. É importante, também, compreender o grau de domesticação das populações de cada espécie. Para saber isso, busca-se entender o quanto populações de uma espécie dependem de nós para sobreviver e se dispersar. Quanto mais uma planta depende de humanos para sobreviver, maior é seu grau de do-

mesticação. Um exemplo de planta muito domesticada é o milho, pois ele não consegue sobreviver em um ambiente natural sem ser cuidado por humanos. E, quanto menos a planta depende, por ter sofrido menos alterações ao longo dos anos devido à seleção pelos humanos, menor é seu grau de domesticação, como ocorre com a araucária.

Tudo isso que foi falado mostra a importância do conhecimento que foi gerado por essas pessoas ao longo dos milênios e o papel das comunidades tradicionais na conservação e no enriquecimento da biodiversidade. O manejo realizado por esses povos tem, in-

clusive, gerado produtos e serviços que favorecem a toda a humanidade e dos quais dependemos em nosso dia a dia, como ocorre na alimentação com a seleção de espécies domesticadas. Vejamos o exemplo do milho: a espécie que deu origem ao milho atual tinha poucas sementes difíceis de serem consumidas. Com a seleção que o ser humano fez ao longo de mais de 9.000 anos, o milho se tornou o que é hoje, ou seja, aquela espiga grande, deliciosa e succulenta (Figura 1). Estima-se que a espiga aumentou cerca de 1.000 vezes em tamanho ao longo desse período todo. E a origem disso é um legado do conhecimento desenvolvido por povos

tradicionais. Realmente, é um verdadeiro tesouro deixado pelos nossos antepassados.



Figura 1. Evolução artificial do milho ao longo do tempo.

Com estes exemplos positivos, pode-se ver que a importância das comunidades tradicionais é muito maior do que muitos pensam. Ao longo de vários anos, esses diferentes povos também criaram, modificaram e ajudaram a equilibrar diversos ambientes e ecossistemas em todo o mundo, deixando um importante legado para nós e os demais seres vivos.

Para finalizar, pode-se ver que a presença desses povos tradicionais nos diferentes biomas ajudam a manter os ambientes saudáveis, também fornecendo serviços ambientais de qualidade, como por exemplo o fornecimento de alimento e outros recursos. Por essas e outras é preci-

so ver as comunidades tradicionais como aliadas do meio ambiente. É preciso entender, proteger e respeitar esses povos, fortalecendo-os, para que possam viver com qualidade e continuar a gerar novos conhecimentos, processos e serviços ambientais, os quais favorecem a sociobiodiversidade de forma ampla e auxiliam, assim, a vida na Terra e toda a humanidade.



Glossário

Biodiversidade: representa a variação das diferentes formas de vida em algum local (muitas vezes representada pela quantidade de espécies).

Bioma: conjunto de diferentes regiões que possuem características biológicas e geológicas semelhantes entre si.

Comunidade indígena: comunidades com relações de parentesco e culturais com as antigas sociedades pré-colombianas (antes de 1500 D.C.).

Comunidade tradicional: comunidades que mantêm hábitos, costumes e práticas por gerações e transmitem esses conhecimentos através da tradição cultural.

Ecossistema: conjunto do meio biótico (os seres vivos) e os componentes abióticos (como as rochas e a água, por exemplo).

Estrutura genética populacional: frequência percentual das diferentes características genéticas de uma população de organismos.

Floresta Ombrófila Mista: floresta com abundante vegetação e alto regime de chuva, porém separada por regiões de mata e regiões de campo. Mata característica da região do centro-oeste de Santa Catarina e boa parte do Paraná e Rio Grande do Sul.

Graxaim: uma espécie de raposa que vive na região centro-sul da América do Sul.

Habitat: local em que uma determinada espécie de organismo geralmente vive.

Referências

Carol Levis e colaboradores, Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition [Efeitos persistentes da domesticação de plantas pré-colombianas na composição da floresta amazônica], 2017.

Charles R. Clement, 1492 and the loss of amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline [1492 e a perda dos recursos genéticos da Amazônia. I. A relação entre domesticação e o declínio das populações humanas], 1999.

Edis Milaré, Direito do ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário, 2007.

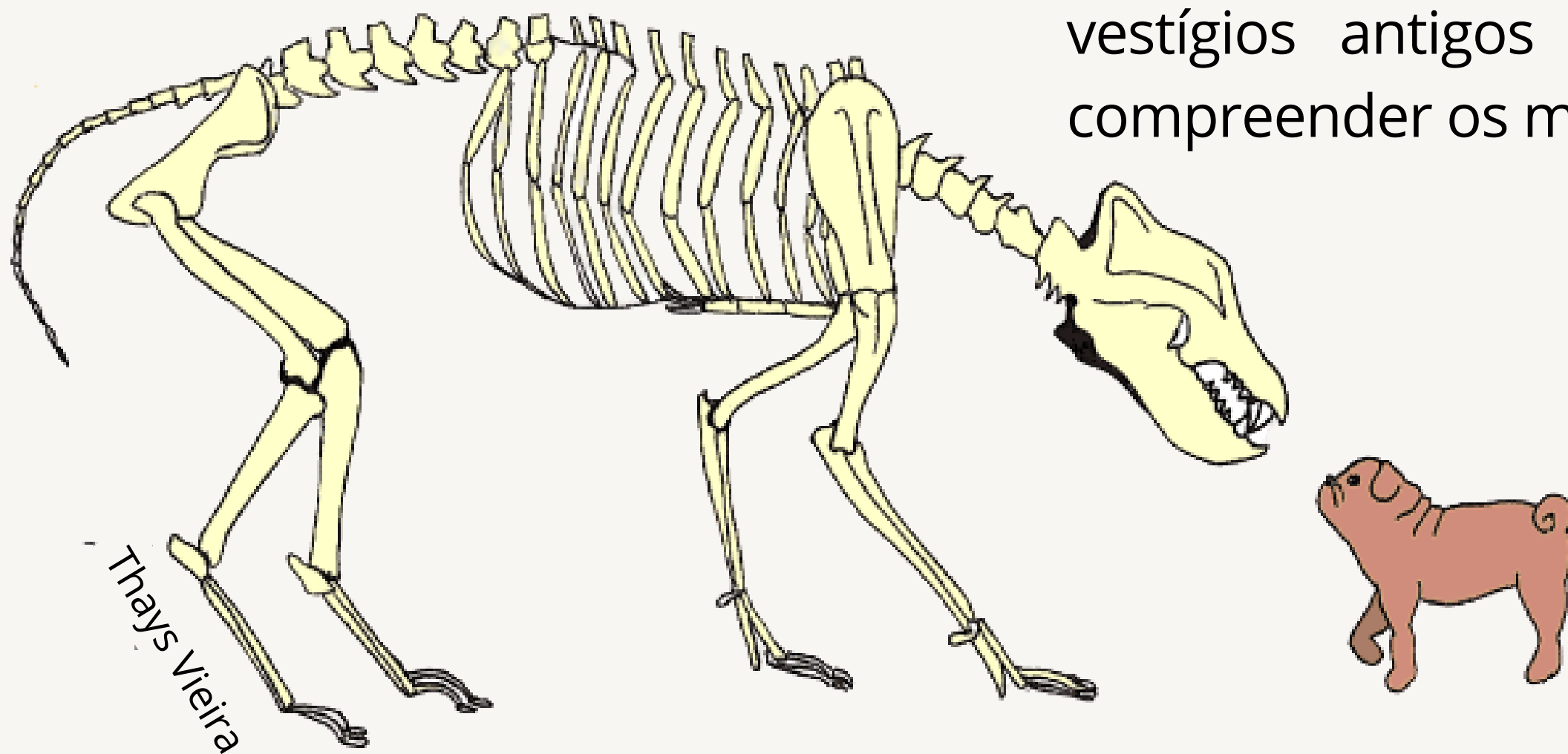
James Kennedy, Artificial vs Natural Watermelon & Sweetcorn [Melancia & Milho Doce Natural vs Artificial], 2014.



Quem quer ser domesticado?

por Luiza Johanna Hubner, Monique Piacentini, Dr. Simon Pierre Gilson

Arqueologia é a ciência que estuda culturas e modos de vida das diferentes sociedades humanas, sejam do passado, como do presente. Além disso, ela utiliza os vestígios materiais da presença humana, sejam estes vestígios antigos ou recentes, com o objetivo de compreender os mais diversos aspectos da humanidade. Profissionais da arqueologia são pesquisadores que investigam todos os vestígios materiais que permitem entender o contexto no qual estas evidências estão inseridas, demonstrando as múltiplas ativi-



dades humanas em um determinado tempo e espaço, assim como as relações entre eles. Para que toda essa concepção seja trabalhada, é necessário que a arqueologia caminhe entre as mais variadas áreas das ciências, como as ciências naturais e humanas. É por este motivo que a arqueologia é uma ciência interdisciplinar, pois ela aborda temáticas da Biologia, Química, Geologia, Antropologia, História, entre outras áreas afins.

Quando se fala em Arqueologia, uma das primeiras imagens que vêm em mente é o personagem “Indiana Jones”. Apesar de representar um arqueólogo, é importante

ressaltarmos que isto está muito longe da realidade desta profissão. Também é bom lembrarmos que a Arqueologia não estuda animais de eras passadas, como os dinossauros, quem os estuda é a **Paleontologia**. Apesar de ambas áreas utilizarem o famoso método de escavação, a Arqueologia se limita aos seres humanos e todo tipo de contexto que os envolvem.

Então qual a relação da arqueologia com os animais e a domesticação?

A Zooarqueologia é a área da Arqueologia que se compromete em analisar os restos faunísticos encontrados em sítios arqueológicos, compostos principalmente

por ossos e outras partes duras dos animais. Além disso, tem interesse em estudar as dinâmicas dos grupos humanos com o ambiente e suas relações ricas e complexas com os animais. Busca compreender questões biológicas das espécies de animais encontradas nestes sítios, acarretando em informações taxonômicas, morfológicas, ecológicas e dados relacionados à extinção. Deste modo, a Zooarqueologia é uma das áreas que se aprofunda no estudo sobre a domesticação animal.

O processo de domesticação

O termo “domesticação” pode ser bastante comum no nosso vocabulário, e significa um animal que foi amansado de modo que possa conviver com a espécie humana. Mas para a ciência, em especial para a Zooarqueologia, definir o termo “domesticação” acaba se tornando uma tarefa um pouco mais complicada.

Antes de tentar entender o que é a domesticação, precisamos lembrar que não são apenas animais que passam por esse processo, mas as plantas também! Se ainda não leu o capítulo anterior, dá uma olhada depois. O arroz, o feijão, a batata,

alimentos comuns do cotidiano e que são cultivados a partir de plantas que de certa forma ou de outra foram domesticadas pelos nossos antepassados há milhares de anos.

Para compreender a domesticação, precisamos primeiramente entender que ela é uma relação de protocooperação. Essa relação ecológica se refere à associação entre indivíduos de diferentes espécies, onde ambos os indivíduos se beneficiam. É o que ocorre, por exemplo, durante alguns processos de polinização, onde diferentes animais são atraídos até as flores para se alimentar, e em troca, mesmo que acidentalmente, acabam trans-

portando o pólen das flores de uma para a outra, ajudando na sua fecundação. No caso de nós humanos, ao fazermos o cultivo de alguma planta, a vantagem é a garantia de um suprimento mais previsível dos recursos que esse vegetal nos fornece. Plantamos as melhores sementes de milho para podermos ter mais grão na próxima estação. A vantagem para o milho, nesse caso, é que os indivíduos que são cultivados têm um sucesso reprodutivo maior que os outros, ou seja, acabam se reproduzindo bem mais do que sem a ajuda humana.

Outros fatores importantes para que seja considerado um processo de domestica-

ção, é que nós humanos temos de assumir um nível significativo de controle sobre a reprodução e os cuidados da planta ou do animal. Tomamos como exemplo novamente o milho, somos nós que plantamos suas sementes no lugar que achamos mais adequado, depois cuidamos do seu crescimento até a época da colheita, e então selecionamos as sementes das plantas com as características que mais nos agradam para serem plantadas novamente na próxima safra. E esse processo deve ser contínuo e sustentado durante várias gerações, várias mesmo. Para se ter uma ideia, evidências arqueológicas mostram que a domestica-

ção do milho começou há cerca de nove mil anos atrás, no México, o trigo há dez mil anos, no Oriente Médio e o arroz entre oito mil e treze mil anos atrás, na China. E a nossa relação com essas plantas se sustenta até os dias de hoje.

Como consequência da domesticação, podemos observar algumas alterações corporais em ambas as espécies envolvidas. Nossa relação com os bovinos, por exemplo, começou há cerca de dez mil anos, no crescente fértil (Turquia, Síria, Iraque, Líbano e Israel), com os auroques. Alguns povos daquela região começaram suas próprias criações de **auroques**, selecionando para reprodução os animais

que tinham as características que mais os agradavam, como por exemplo, que produziam mais leite ou que eram mais mansos, até talvez que tinham uma pelagem mais colorida. Esse processo acabou dando origem às vacas atuais, que possuem uma anatomia bastante diferente de seus antepassados auroques. O processo de domesticação das vacas também causou alterações nos humanos. Na maioria dos mamíferos, as enzimas lactase, compostos químicos responsáveis pela digestão da lactose presente no leite, só são produzidas no início da vida, enquanto ainda dependemos do consumo do leite materno, parando de ser produzi-

das após o desmame. Apesar de muitos adultos consumirem leite diariamente, ele é um recurso bastante difícil de se encontrar fora das prateleiras de um supermercado. Mamíferos em geral dificilmente consomem leite na vida adulta, assim, evolutivamente, perderam a capacidade de produzir lactase. A ausência dessa enzima no nosso corpo faz com que não consigamos mais digerir a lactose presente no leite, o que gera intolerância. Com o processo de domesticação do auroque isso acabou mudando para os humanos. Os povos que tinham uma relação mais íntima com esses animais, e consumiam mais seu leite e derivados, aca-

baram desenvolvendo mutações genéticas, fazendo com que a lactase no intestino desses indivíduos persistisse até a vida adulta. Foi isso que permitiu que alguns adultos comam brigadeiro em festinhas de criança sem passar mal.

A domesticação é um processo, não existe uma linha que separa um animal domesticado de um não domesticado. Assim como em vários outros temas relacionados à biologia, o que existe aqui é uma continuidade, onde uma coisa se transforma gradualmente em outra, não objetos distintos com fronteiras nítidas (selvagem/domesticado), acabamos então encontrando ambiguidades no centro. Por

causa dessa ambiguidade, só conseguimos definir que houve domesticação quando ela já ocorreu e depois de muito tempo, quando as modificações corporais já são evidentes. Hoje em dia pode ser até bastante fácil diferenciar um lobo de um cachorro, mas isso porque a domesticação nesse caso já ocorreu há bastante tempo. Quando estamos em um sítio arqueológico se torna bem mais difícil diferenciar os ossos de um cachorro dos de seu ancestral lobo, porque a domesticação ainda estava em processo, e os vestígios com os quais estamos trabalhando se encontram no meio dessa continuidade entre selvagem e domesticado.

No geral, o processo de domesticação de animais começou por volta de dez mil anos antes de Cristo, e de certa forma nunca parou, começando com vacas, cabras, porcos e até os imprevisíveis gatos. O cachorro é um caso particular, sendo encontrados vestígios de sua domesticação entre quinze mil e trinta e seis mil anos atrás, antes mesmo do estabelecimento da agricultura, sendo um dos primeiros animais a se ver evidências de domesticação. Mas como isso pode ter acontecido?

Claro, é difícil acessar o passado, e sua reconstrução é dependente do trabalho de diversos profissionais influenciados pela

própria cultura, incluindo profissionais da arqueologia e zooarqueologia. Como essa construção do passado é feita por pessoas, ela será influenciada por suas opiniões, experiências e contextos, e é por isso que existem tantas interpretações diferentes sobre um mesmo objeto de estudo. Conseguir não projetar seu modo de pensamento sobre o passado é um exercício complicado ao qual todos profissionais trabalhando com a história humana devem se submeter para conseguir uma melhor objetividade.

Um dado importante é que as mudanças nas sociedades não são apenas técnicas, não se passa a fazer as coisas de um modo

diferente só porque aquele modo seria “tecnicamente” melhor. Afinal, as pessoas não agem de forma que sempre parece lógica para nossa cultura. Assim, as mudanças também podem ser adotadas porque possuem algum significado cultural importante para aquela sociedade, o que no final era lógico para aquelas pessoas.

Os modos não seriam diferentes no nosso contexto de domesticação, com diversas teorias tentando explicar o porquê e como esse processo aconteceu. Temos que considerar que o processo de domesticação envolveu, e envolve, mudanças psicológicas, religiosas e culturais muito grandes para os povos que

o vivenciaram, não sendo motivado apenas pelo caráter econômico ou de praticidade. Talvez os primeiros povos que começaram a criar auroques não o fizeram apenas porque precisavam de uma fonte robusta de alimentos, mas também porque esses animais tinham alguma importância simbólica em suas religiões e culturas.

A partir da interpretação de diversos indícios, alguns profissionais da arqueologia supõem que a domesticação acontece mais comumente através de três formas distintas. Em uma delas, os animais já são inicialmente caçados pelos humanos, e por algum motivo, seja ele a diminuição dos rebanhos locais ou porque aquela

espécie tinha alguma importância cultural, as populações humanas que os caçavam acabaram desenvolvendo estratégias de gerenciamento desses animais. Ao longo do tempo e sob certas circunstâncias, essa forma de gerenciamento dos rebanhos acabou levando à criação em cativeiro, onde humanos podiam administrar a reprodução desses animais, e eventualmente à domesticação. É difícil encontrar vestígios desse processo, só sendo observável depois que já ocorreu, mas supõe-se que foi o que aconteceu com o gado, ovelhas e cabras.

Existem também formas mais direcionadas, onde humanos usam o que

aprenderam com tentativas anteriores de domesticação, como a citada acima. Isso acaba tornando o processo de domesticação mais rápido e orientado para as funções que queremos que esses animais desempenhem, sejam elas puxar peso ou ser um bom companheiro. Supõe-se que foi o que aconteceu com burros, cavalos e camelos, que foram domesticados para andar grandes distâncias e carregar bastante peso.

A última forma de domesticação é através do comensalismo. Para a ecologia o comensalismo é uma forma de relacionamento entre duas espécies, onde uma delas sai beneficiada, e a outra não é

nem favorecida nem prejudicada, como quando as hienas se alimentam dos restos de alimentos deixados pelos leões. Nesse caso de domesticação, os animais são atraídos aos assentamentos humanos pela comida, eles vão onde as pessoas vão, se alimentando de seus restos, ou predando animais que também são atraídos a esses locais, como ratos ou camundongos. Supõe-se que foi isso o que ocorreu com gatos e lobos. Em algum momento esses animais desenvolveram laços sociais ou econômicos com humanos, o que acabou progressivamente levando à domesticação. Animais como ratos e camundongos são nossos comensais também, se aproveitan-

do dos nossos restos de alimento, mas nunca chegaram a desenvolver os laços com humanos necessários à domesticação.

Lobos que acompanhavam **grupos caçadores e coletores**, buscando sobras de alimento acabaram desenvolvendo laços com humanos (ou, quem sabe, o contrário, humanos seguindo lobos em busca de seus restos), e essa relação progrediu para um companheirismo e eventualmente uma parceria para caça. Desde então, para onde humanos foram seus companheiros caninos os seguiram. Algumas das principais fontes de informação sobre o nosso passado com os cães são sepultamentos antigos. Existem registros

de cães enterrados de formas bem semelhantes aos humanos, e até cães e humanos enterrados juntos, isso implica que os cães eram vistos como companheiros bem próximos.

Em um cemitério de nove mil anos na Sibéria, profissionais da arqueologia encontraram os restos de um cão que foi sepultado de forma semelhante aos humanos. Uma análise mais aprofundada dos seus restos mostrou que sua dieta incluía tanto recursos terrestres quanto aquáticos, similar à dieta de povos deste local. Essas evidências podem significar que esses cães e esses humanos viviam bastante próximos, até compartilhando ali-

mentos, e que o tratamento mortuário que fora despendido ao animal era uma prática ligada à cultura daqueles povos. Podemos lembrar aqui que a separação entre o que é natureza e o que é cultura é específico de nosso pensamento ocidental atual e como já mencionamos não deve ser projetado sobre sociedades humanas do passado.

No caso do gato, ele nunca foi um animal perigoso e em competição com seres humanos, e certamente se beneficiou da proliferação de roedores devido à produção e armazenamento de cereais. Neste sentido, com um pouco de humor, podemos dizer que é mais o gato que domesticou a espécie humana que o con-

trário. Evidências que corroboram essa piadinha são testes de DNA que demonstraram que houveram poucas variações entre os genes dos gatos domésticos (*Felis catus*) e o seu ancestral selvagem (*Felis silvestris lybica*), que ainda pode ser encontrado no norte da África e no sudeste da Ásia.

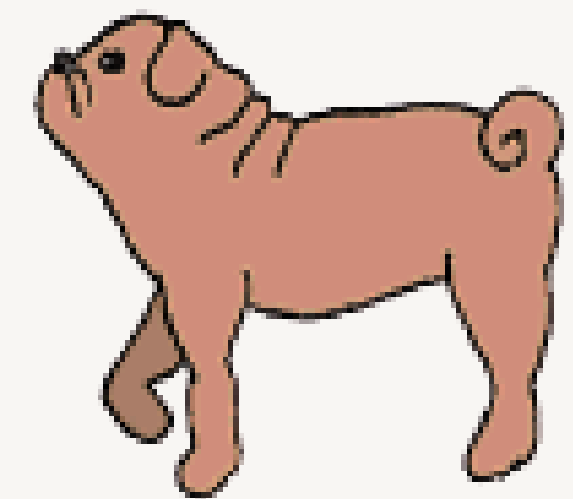
Os gatos sempre seguiam os grupos humanos procurando comida, mas não eram necessariamente próximos aos humanos, até nós percebermos que eles eram muito bons em capturar pragas como os ratos, e começamos a atrair eles para viver em nossos assentamentos. Isso pode ser comprovado através de estudos arque-

ológicos, como o que foi feito em análises de restos de gatos de cinco mil e seiscentos anos encontrados no noroeste da China. Nessas análises foram encontrados traços de painço no corpo dos gatos, um grão muito importante na alimentação de povos humanos que viviam naquela região. Isso mostra que os gatos estavam se alimentando não só dos ratos que atacavam o painço armazenado por humanos, mas também do próprio painço, que provavelmente era oferecido a eles por humanos que ali viviam. Outros indícios arqueológicos mostram que as populações humanas muito antigas provavelmente levavam seus gatos juntos em viagens ter-

restres e marítimas. Isso, talvez juntamente com a sua fofura, ajudou a disseminar os gatos pelo mundo.

Convivendo juntos por milhões de anos, seres humanos e animais têm uma história comum longa, complexa e rica. Como vimos a domesticação é uma dessas relações. A domesticação de animais é um tema que chama atenção das pessoas, pois o envolvimento de seres humanos com outros animais sempre despertou curiosidade. Com os estudos da zooarqueologia, podemos aprofundar o conhecimento sobre essas interações desde os tempos mais remotos, e redescobrir várias peças desse quebra ca-

beça que envolve esse processo. Cada novo estudo nos permite descobrir cada vez mais um pouco sobre esse pedaço da história da humanidade. Nos lembrando também de nossa responsabilidade neste processo e suas consequências atuais.

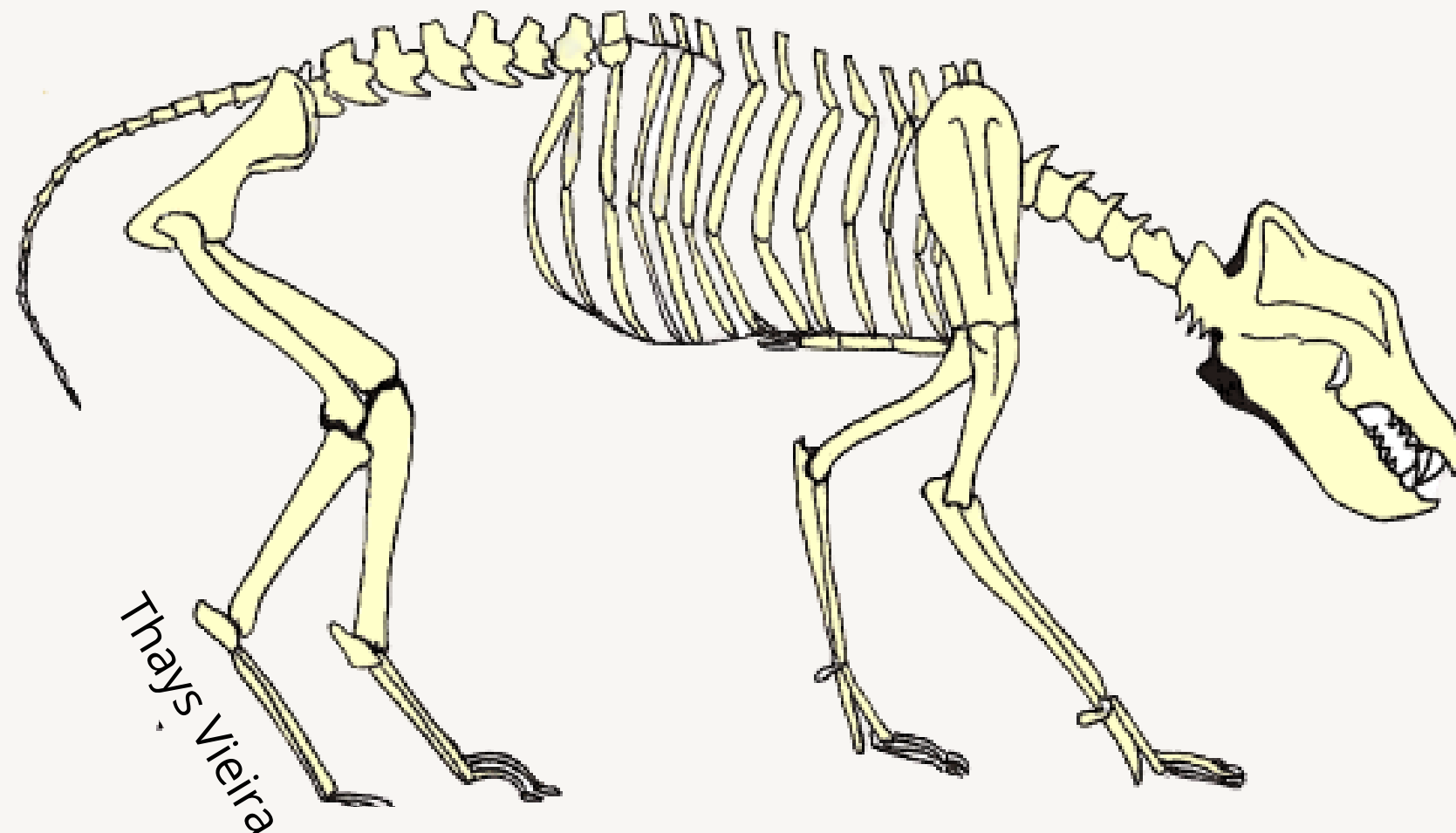


Glossário

Auroque: espécie de bovino selvagem extinto que habitou a Europa, Ásia e norte da África.

Caçadores-coletores: sociedades que utilizam-se da caça, pesca e coleta de alimentos para sua subsistência.

Paleontologia: área da Biologia que estuda a vida do passado da Terra e o seu desenvolvimento ao longo do tempo geológico, bem como os processos de formação de fósseis.



Referências

Carlos A. Driscoll e colaboradores, From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication [De animais selvagens a animais domésticos, uma visão evolutiva da domesticação], 2009.

Casey Smith, Cats domesticated themselves, ancient DNA shows [Gatos domesticaram a si mesmos, mostra DNA antigo], 2017.

Melinda A. Zeder, The domestication of animals [A domesticação dos animais], 2012.

Stephen J. Gould, Um paradoxo muito engenhoso. In: O sorriso do flamingo, 2004.

Yaowu Hu e colaboradores, Earliest evidence for commensal processes of cat domestication [As primeiras evidências de processos comensais de domesticação de gatos], 2014.

Einstein já deu a luz! Vamos usá-la?

por Alberto B. Borges, Renato H. A. Freitas e Roberto F. Coelho

Você já pensou em não ter mais que pagar a conta de **energia** elétrica da sua casa? Saiba que essa realidade já pode ser alcançada graças a uma tecnologia que está revolucionando o mercado de energia elétrica mundial. Estamos falando de energia elétrica fotogerada, a conhecida energia fotovoltaica.

Embora a observação de que alguns materiais metálicos emitem **elétrons** quando expostos à luz tenha sido feita ainda no sécu-



Leticia Lidia

lo XIX, a explicação para esse fenômeno foi dada apenas em 1905 pelo genial físico alemão Albert Einstein. Sim, ele mesmo!

Em seu trabalho, intitulado “Sobre um ponto de vista **heurístico** relativo à produção e transformação da luz”, Einstein propôs que a luz fosse formada por pequenos “pacotes” de energia denominados “fótons”. Ele provou matematicamente que o choque desses fótons com materiais metálicos resulta na emissão de elétrons, conforme ilustrado na Figura 1.

Einstein ainda estabeleceu que a ocorrência desse fenômeno, designado de efeito fotoelétrico, está condicionada à

energia contida nos fótons, que deve ser superior à energia que mantém os elétrons presos ao núcleo dos átomos. Todavia, suas ideias não foram bem recebidas pela comunidade científica da época, dadas as limitações experimentais. A comprovação prática do efeito fotoelétrico somente foi possível em 1919, com os experimentos de Robert Millikan, o que rendeu a Einstein o prêmio Nobel em 1921. Diferentemente do que muitos acreditam, o prêmio lhe foi conferido pela descoberta do efeito fotoelétrico e não pela elaboração da teoria da relatividade.

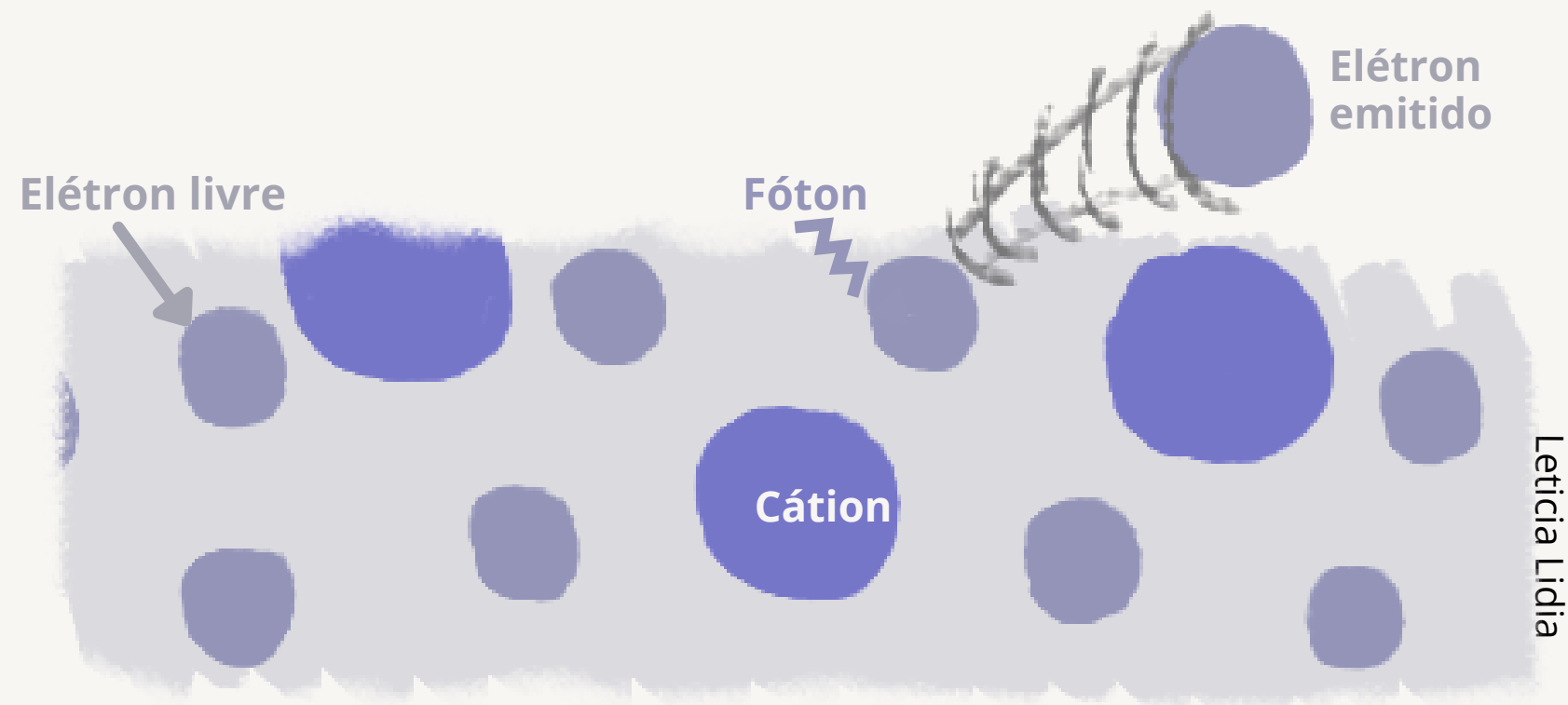


Figura 1. Esquema do efeito fotoelétrico.

Os conceitos estabelecidos por Einstein para explicar o efeito fotoelétrico foram, posteriormente, estendidos à compreensão de outros fenômenos, a exemplo do efeito fotovoltaico, que consiste no surgimento de uma **diferença de potencial (tensão elétrica)** em **materiais semicondutores** expostos à luz.

Ao contrário do efeito fotoelétrico, que ocorre em materiais metálicos, o efeito fotovoltaico ocorre somente em materiais semicondutores depois de passarem por um rigoroso processo de refinamento que os transforma em células fotovoltaicas. Dentre os materiais semicondutores, o **silício** é amplamente utilizado para essa finalidade por ser abundante na superfície terrestre, inclusive no Brasil.

Geralmente, a **potência** de uma célula fotovoltaica é insuficiente para alimentar os equipamentos mais comuns do dia a dia. É por isso que essas células são conectadas para formar os chamados módulos fotovoltaicos. Atualmente, módu-

los fotovoltaicos são comercializados no formato padrão, com 36, 60 ou 72 células associadas em série.

É importante destacar que os módulos fotovoltaicos não são projetados para serem conectados diretamente aos equipamentos que são ligados na tomada, pois a tensão que geram é contínua, enquanto a disponibilizada nas tomadas é alternada. Para converter a tensão do módulo fotovoltaico de contínua para alternada são utilizados conversores estáticos, usualmente chamados de inversores.

Afinal, quando teremos módulos fotovoltaicos em operação?

Já existem muitos módulos fotovoltaicos em funcionamento no nosso planeta. A maioria deles, em países com maior desenvolvimento tecnológico. No Brasil, esse tipo de aplicação é recente, mas cresce ano após ano. Por exemplo, a soma das potências de todos os sistemas fotovoltaicos instalados no país que, em 2014, aproximava-se de 15 MW, em 2017 já havia alcançado o patamar de 935 MW, um aumento de mais de 6000%. Uma das maiores motivações para esse aumento crescente é a localização geográfica do Brasil, que recebe, em média, uma potên-

cia de 15 trilhões de MW anuais provenientes da radiação solar.

O custo de instalação de sistemas fotovoltaicos em residências ainda é muito elevado devido ao preço dos inversores, da mão de obra e, sobretudo, dos módulos fotovoltaicos, que são importados, pois nosso país não possui a tecnologia necessária para realizar o refinamento do silício. De maneira geral, no Brasil, o retorno do investimento inicial para aquisição do sistema fotovoltaico ainda é lento, mas existe!

Então quem mora no Brasil não tem como utilizar a energia do Sol a baixo custo?

Apesar de a compra de um sistema fotovoltaico custar dezenas de milhares de reais, há uma maneira barata e simples de utilizarmos a energia do Sol para reduzir os custos com a fatura da energia elétrica. Uma das maiores cargas das residências brasileiras é o chuveiro elétrico, que é responsável por pelo menos 30% do consumo doméstico. O chuveiro elétrico transforma a energia elétrica em energia térmica que eleva a temperatura da água.

Se pararmos para pensar, essa não é uma forma muito racional de utilizar a energia

do Sol para esse fim. Vamos aos fatos: a luz do Sol (energia térmica) percorre cerca de 150 milhões de quilômetros até chegar à Terra. Esse calor aquece os oceanos, transformando a água líquida em vapor d'água. O vapor é o principal componente na formação das nuvens, que percorrem centenas de quilômetros até que a água condense o suficiente para cair na forma de chuva. A água da chuva, então, enche os rios e os reservatórios das hidrelétricas que, por fim, produzem energia elétrica. A energia produzida é transmitida e distribuída por centenas de quilômetros, até chegar às nossas casas e ser, novamente, transformada em energia tér-

mica pelo chuveiro elétrico.

Além do alto custo da infraestrutura necessária nesse tipo de sistema, que faz uso de extensas linhas de transmissão e distribuição, subestações e transformadores, o maior problema é que durante todo esse processo há perda de energia e bilhões de reais são gastos na manutenção dessas estruturas. Então, não seria mais interessante utilizar o calor do Sol diretamente para aquecer a água do banho?

A resposta é sim e, felizmente, essa já é uma tecnologia dominada e de custo acessível. O preço de aquisição e instalação de um “coletor solar”, que é o nome dado à

placa que aquece a água, é relativamente baixo e o tempo de retorno do investimento financeiro inicial é mais curto do que o de um sistema fotovoltaico.

Do ponto de vista de operação, um coletor solar é muito diferente de um módulo fotovoltaico, embora visualmente apresentem similaridades, conforme ilustrado na Figura 2. Os módulos fotovoltaicos, como já sabemos, são feitos de silício refinado e convertem diretamente a energia solar em energia elétrica que pode ser utilizada para diversos fins. Por outro lado, os coletores solares são placas que contêm tubos de cobre em seu interior (serpentinhas), revestidos com material es-

curo para aumentar a absorção do calor. Essas serpentinhas conectam duas caixas d'água, uma com a água em temperatura ambiente e outra hermeticamente fechada, chamada "boiler", na qual a água aquecida é armazenada. O boiler funciona como uma garrafa térmica, mantendo a água aquecida até ser usada. Todo o sistema de aquecimento solar custa pouco quando comparado a um sistema fotovoltaico: em média três mil reais, dependendo do tamanho do sistema. Entretanto, serve apenas para esquentar a água e mantê-la aquecida por um período que depende da qualidade do boiler.

Vale destacar que esses dois sistemas não

são excludentes e podem trabalhar em conjunto. Como um módulo fotovoltaico tem melhor desempenho sob baixas temperaturas, é possível instalar tubulações em sua parte traseira e fazer circular água, que retira calor do módulo melhorando seu rendimento. A água aquecida pode ser também armazenada em um boiler, como nos sistemas com coletores solares, e ser utilizada na hora do banho. Nesse sistema, ainda pouco explorado comercialmente, o ganho é duplo!

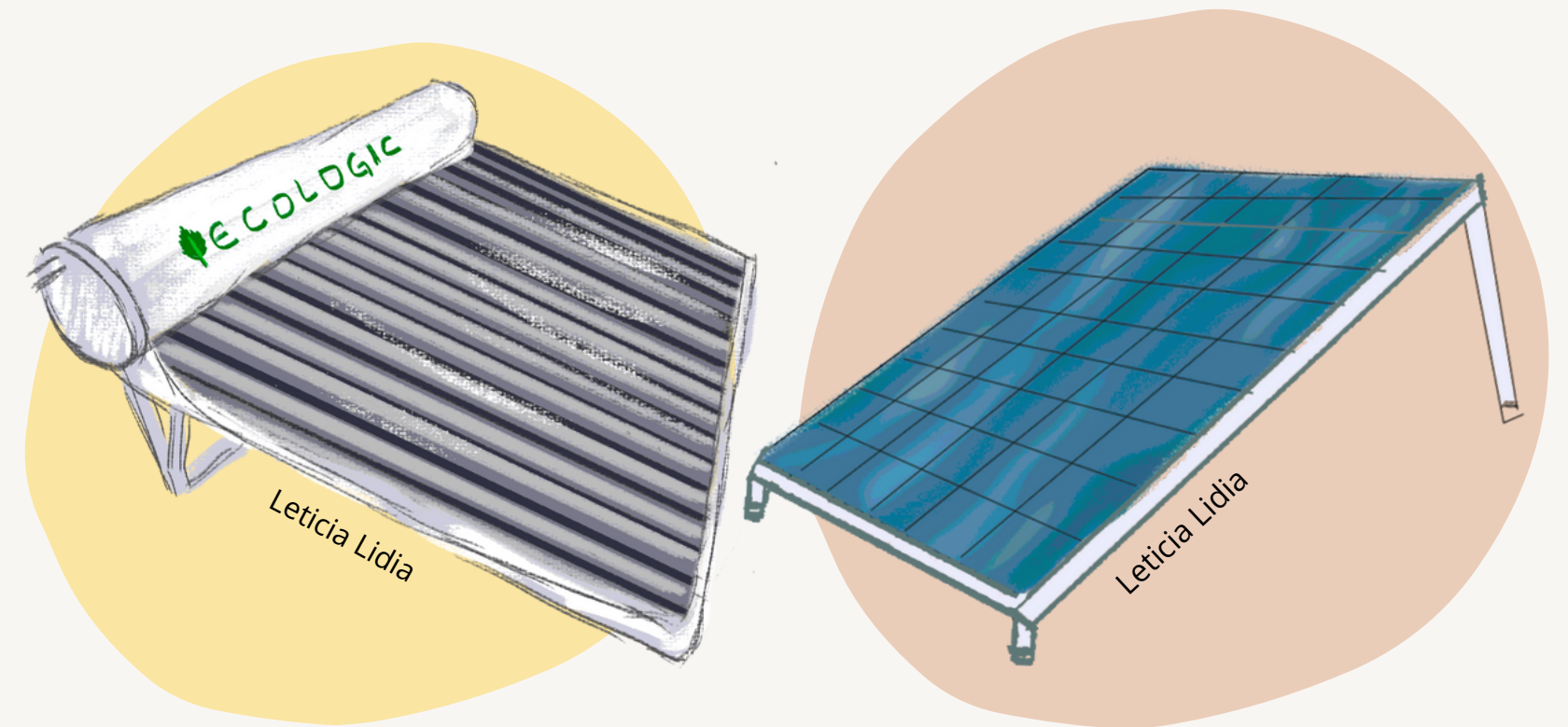


Figura 2. Coletor solar (esquerda) vs placa fotovoltaica (direita).

E existem outras fontes renováveis, além da fotovoltaica, para gerar energia elétrica?

Sim, existem muitas formas de geração renovável de energia elétrica, como a geração eólica (vento), maré motriz (que utiliza a variação das amplitudes de marés

do mar), geotérmica (que utiliza a energia térmica da Terra), energia por biodigestão (que utiliza a energia da decomposição de material orgânico), entre outras.

A vantagem de todas elas é serem ambientalmente mais sustentáveis. Porém, o custo do investimento inicial ainda é alto. Com relação à energia fotovoltaica, o impacto ambiental é mínimo, salvo pela extração do silício.

Há quem pense que também poderíamos utilizar a energia elétrica contida nos raios, mas essa é uma ideia já descartada. O raio, embora libere uma potência enorme, tem duração de frações de segundo, sendo que a energia nele contida é baixa. Para enten-

der melhor essa afirmação, vamos considerar a operação de uma geladeira e de um chuveiro elétrico. A potência de uma geladeira não é alta (cerca de 500 W), mas como fica ligada o dia inteiro, todos os dias, acaba consumindo bastante energia, pois energia, neste caso, é o produto entre a potência do equipamento e o tempo que fica ligado. Por sua vez, um chuveiro possui potência bem maior, usualmente 6000 watts ou mais, porém fica ligado durante apenas uma hora por dia, em média, podendo consumir menos energia que uma geladeira. Por isso, usar os raios para gerar energia elétrica não é uma boa ideia, pois mesmo contendo alta potência, a e-

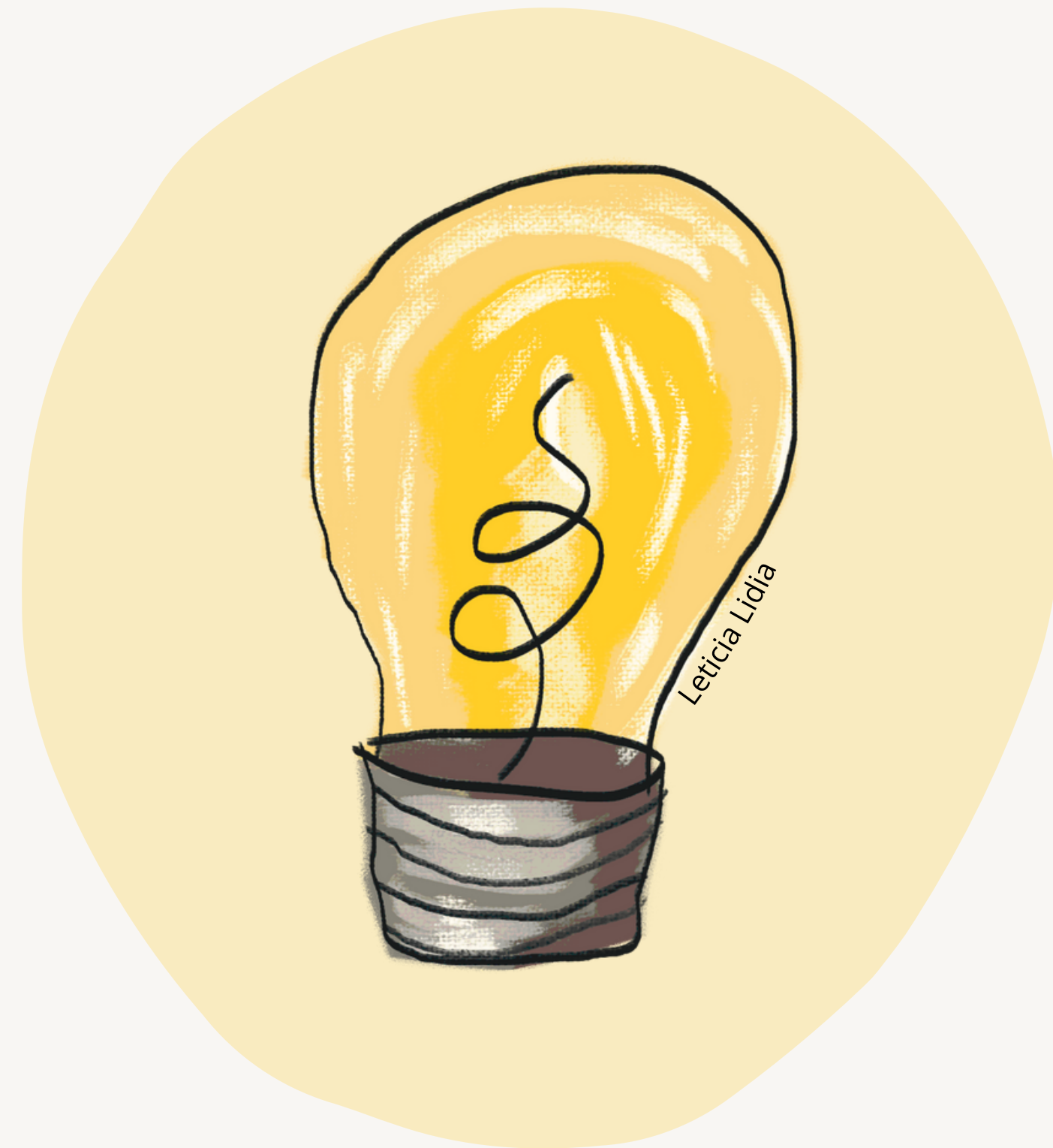
energia dos mesmos acaba sendo baixa já que seu intervalo de duração é muito curto. Precisaríamos captar centenas de milhares de raios para gerar o que uma pequena hidrelétrica gera, e não dispomos de tecnologia para isso!

Uma alternativa que vem se tornando realidade para aumentar a diversificação de produção de energia elétrica é a utilização de várias fontes renováveis ao mesmo tempo como, por exemplo, utilizar sistemas fotovoltaicos e eólicos em uma mesma instalação. Além disso, construir casas pensando no posicionamento dos telhados para aumentar a captação da energia solar, prever janelas em posições

para aproveitar melhor a entrada de luz natural e usar vegetação adequada para climatizar os ambientes externos são algumas das técnicas da arquitetura moderna para economizar os gastos com energia elétrica.

Muito já se estudou sobre a geração fotovoltaica desde a sua descoberta, mas muito ainda há para se estudar e descobrir. Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) existe um laboratório (Instituto de Eletrônica de Potência — INEP) que, entre outras linhas de pesquisa, estuda métodos de processamento eletrônico da energia produzida por módulos fotovoltaicos, visando reduzir os custos e aumentar o

rendimento e a confiabilidade dos conversores estáticos utilizados em sistemas fotovoltaicos. Todos os dias, novas tecnologias surgem nessa área e é certo dizer que, em pouco tempo, poderemos ver mais sistemas fotovoltaicos instalados pelo mundo e pelo Brasil. Mas uma coisa é certa, dificilmente poderemos deixar de usar a energia do Sol para esquentar a água de nosso banho em dias frios de inverno, principalmente em um futuro (próximo) que priorizará a sustentabilidade e minimizará o desperdício de energia em virtude da grande população e maior escassez dos recursos naturais.



Glossário

Diferença de potencial: grandeza física que define o trabalho em deslocar uma carga elétrica de um ponto ao outro imerso em um campo elétrico.

Energia: capacidade de gerar uma força em algum corpo ou substância.

Elétrons: partículas que orbitam em volta do núcleo do átomo possuindo carga negativa.

Heurístico: comportamento automático e intuitivo dos seres humanos em buscar, de maneira quase intuitiva, respostas para perguntas.

Material semicondutor: material que possui a capacidade de se comportar tanto como isolante quanto condutor elétrico.

Potência elétrica: grandeza física que mede a quantidade de trabalho realizado em um determinado período de tempo.

Silício: elemento químico da tabela periódica, sendo uma das principais matérias-primas de componentes eletrônicos.

Referências

Albert Einstein, Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt [Sobre um ponto de vista heurístico relativo à produção e transformação da luz], 1905.

Alberto B. Borges, TCC (Graduação), 2020.

Eleksolar Innovations, Apostila do curso de energia solar fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações, 2019.

Roberto F. Coelho, Tese de doutorado, 2013.



Evolução da robótica e surgimento de robôs móveis

por Hugo Bayer Reichmann e Fabio Baldissera



Robôs, que hoje são tão sofisticados e presentes no cotidiano, normalmente são vistos como algo do futuro, entretanto, estão presentes no imaginário da humanidade desde os tempos antigos. O termo “robô” aparece pela primeira vez em uma peça de teatro do tcheco Karel Čapek, em sua peça “Robôs Universais de Rossum”, de 1920. Na peça, existe uma indústria capaz de fazer “pessoas artificiais” a partir de matéria orgânica sintética, as quais são chamadas de “roboti” (robôs) e são usadas como empregadas por seres humanos. No entanto, as

primeiras máquinas semelhantes ao que viria a ser conhecido como robô são bem mais antigas do que o próprio termo. Os primeiros autômatos (máquinas que operam de maneira automática) datam da Idade Média e foram muito importantes nos avanços tecnológicos do período, permitindo a automatização de diversas tarefas. Já o termo “robótica”, que se refere ao estudo e utilização de robôs, data da década de 1940. Foi criado pelo famoso escritor e físico Isaac Asimov, que também **postulou** em uma curta história de ficção as chamadas “Três Leis da Robótica”. Essas leis visavam garantir a convivência harmônica entre robôs e humanos e po-

dem ser assim enunciadas: (I) Um robô não pode ferir um ser humano ou, por inação, permitir que um ser humano sofra algum mal; (II) Um robô deve obedecer as ordens que lhe são dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens entrem em conflito com a Primeira Lei; e (III) Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira ou Segunda Leis.

Se na época essas leis pareciam totalmente futuristas e irrelevantes, com a crescente colaboração entre humanos e robôs em diversos âmbitos, além do avanço tecnológico desses seres inanima-

mados, elas se tornam cada vez mais pertinentes. No âmbito artístico, existem diversos exemplos de futuros **distópicos** — um mundo dominado por robôs, como em “Matrix”, ou “O Exterminador do Futuro”. Assim, a robótica se apresenta, desde seu nascimento, como uma área que atrai o imaginário e interesse de pensadores e artistas, além, é claro, de cientistas e profissionais da engenharia, muitas vezes trazendo elementos imaginários para a realidade, transformando obras de ficção do passado em descrições do mundo atual.

Mas, o que é um robô? O que o caracteriza? Sua habilidade de locomoção? Ou a sua inteligência? Alguns diriam, talvez,

a sua semelhança com seres humanos? Seriam os telefones celulares modernos robôs sem pernas? Afinal, eles obedecem aos nossos comandos, sejam eles dados por meio da voz ou por caracteres do teclado virtual.

Embora roboticistas discordem em suas visões acerca do que vem a ser um robô, há elementos comuns entre essas visões. Podemos afirmar que todo robô moderno é dotado de três dispositivos básicos: sensores, processadores de informação e atuadores. Para compreender os significados desses termos, recorreremos a um exemplo. Imagine-se conduzindo sua bicicleta por uma estreita ciclovia (Figura 1).

A todo momento, seus olhos fitam o meio-fio: ao perceber que se aproxima perigosamente da guia, você vira o guidão para o lado oposto. Essa percepção do mundo que o cerca é dada, neste caso, basicamente pelos seus olhos. Eles são seus sensores. O cérebro, ao receber o sinal elétrico que trafega da retina de seus olhos pelo nervo óptico, processa a informação recém-chegada e decide que é hora de virar a bicicleta para o outro lado. Seu cérebro é o mais complexo processador de informações que se conhece na natureza. Essa estratégia gravada em seus neurônios seria pouco efetiva, no entanto, caso você não dispu-

sesse de meios para alterar a posição do guidão.

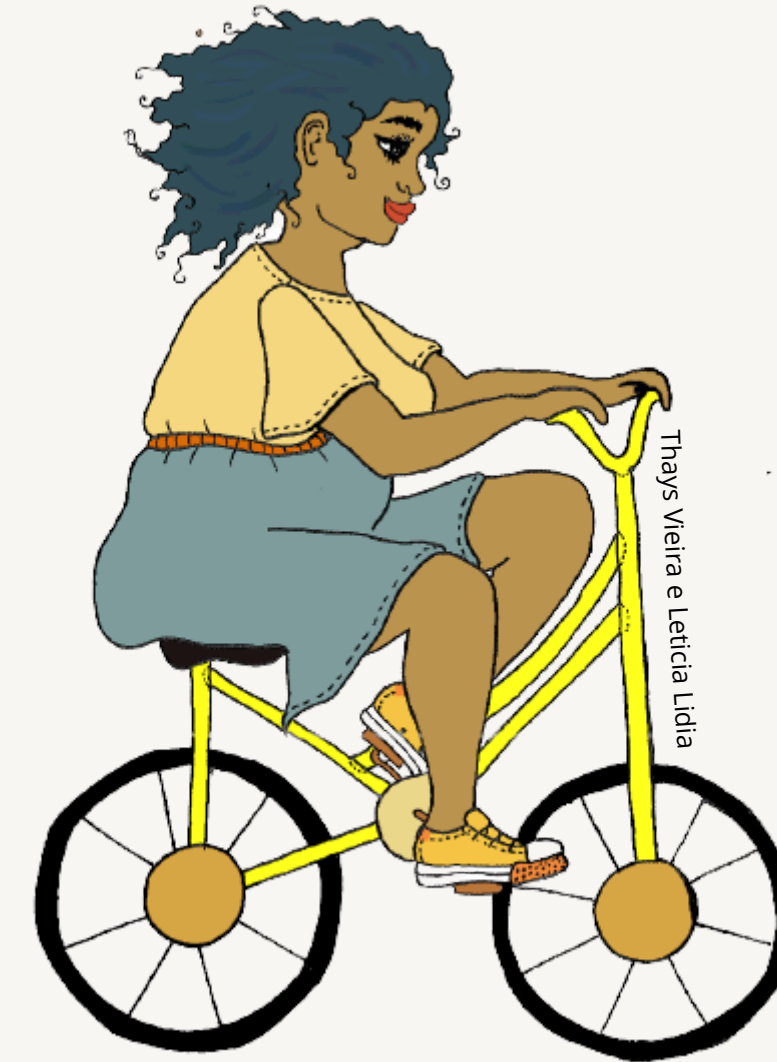


Figura 1. De um modo geral, um ser humano desempenhando uma tarefa específica não é tão diferente de um robô. No caso de um ciclista, para termos de comparação, podemos assumir que seus olhos funcionem como sensores, o seu cérebro como processador, e seus membros como atuadores.

Pode-se dizer que a estratégia armazenada em seu cérebro se materializa em ação, e você age sobre o meio que o cerca, por meio dos seus braços, que neste exemplo são os atuadores. Parece uma tarefa simples, mas saiba que é necessária uma rede complexa de interações neuromusculares para que possamos fazer algo tão banal. Note que nossa autonomia sobre o mundo depende deste fluxo de informações: sentimos o ambiente, decidimos o que fazer para alcançarmos um objetivo e, finalmente, interagimos com o meio. A vida dos robôs não é diferente: para que eles desempenhem suas tarefas, necessitam também de um conjunto de

dispositivos, sensores e atuadores, cuidadosamente arranjados e regidos por um maestro processador de informações — na maioria das vezes, um computador. É esse arranjo que permite aos robôs realizarem tarefas tão diversas como a soldagem de veículos em uma linha de produção, a busca de rochas em solos de outros planetas, o auxílio a equipes humanas na busca e resgate de vítimas em desastres urbanos (como terremotos), ou mesmo o suporte a idosos em tarefas cotidianas.

Inicialmente, robôs eram máquinas grandes, rígidas, e muitas vezes perigosas. Trabalhavam com seus braços robóticos

pesados e rígidos a altas velocidades, sem os sensores e softwares refinados de hoje que fazem essas máquinas tão mais seguras e precisas. Um braço mecânico desses poderia facilmente esbarrar em uma pessoa, e esse choque não seria nada agradável! Além disso, trabalhavam praticamente sozinhos, com pouca interação com seres humanos ou outros robôs. A evolução e o aperfeiçoamento da robótica, no entanto, permitiram o desenvolvimento de robôs menores, mais flexíveis e dotados de uma capacidade muito maior de processamento de informações de seu ambiente, o que não significa que os grandes e rígidos não exis-

tam mais. Isso se deve, em grande parte, aos avanços em ciências dos materiais, instrumentação (emprego de diferentes sensores para medir o estado do meio externo e do próprio robô) e computação, em particular, na área de inteligência artificial.

Avanços e vantagens trazidos pela robótica móvel

Os primeiros robôs móveis a serem colocados em atividades foram — como ocorre frequentemente ao longo da história das tecnologias humanas — produzidos com propósito militar, sendo usados na Segunda Guerra Mundial. Na dé-

cada de 1950, um grande marco na robótica móvel foi a invenção dos AGVs, do inglês automated guided vehicles (veículos autoguiados), que são capazes de se deslocar seguindo linhas tracejadas no chão, ou usando sistemas de câmeras, lasers e outros sensores. Estes são usados principalmente para transportar materiais pesados em galpões e fábricas, e abriram portas para o desenvolvimento de uma série de robôs móveis. No início da década de 1960, pesquisadores da Universidade John Hopkins produziram um robô bastante inovador, chamado de Beast (fera), que usava um **sonar** para se movimentar, assim como fazem os morce-

gos, e era capaz de buscar uma tomada para se recarregar quando necessário. Em 1969, surgiu o primeiro robô capaz de cortar grama sozinho, o *Mowbot* (em inglês, to mow significa “cortar grama”), e a partir da década de 1970, a NASA começou a enviar naves não-tripuladas para o espaço. A evolução da robótica desde a segunda metade do século XX é realmente surpreendente. Em um período bastante curto, os robôs passaram de ajudantes industriais para viajantes espaciais!

Hoje em dia, possuímos diversos exemplos de robôs móveis, tais como: robôs domésticos de limpeza, que são capazes de usar seus sensores para avaliar

se há sujeira e se locomover de maneira autônoma; aviões não-tripulados utilizados em guerras; robôs agrícolas, que são usados principalmente na época de colheitas; robôs de busca e resgate, usados em situações de acidentes, desastres, explosões, etc. Mais recentemente, existem os famosos carros autônomos, que podem andar pelas ruas sem o controle de motoristas. Aqui vale lembrar as leis da robótica de Asimov: caso um carro não tripulado venha a atropelar um ser humano em um acidente, ele estaria violando a primeira lei? Seria um erro do robô ou de quem o programou? Ou ainda, como um robô desse tipo resolveria o

“dilema do trem”? No dilema do trem, um sujeito (ou um robô) teria a possibilidade de alterar a rota de um trem que iria inevitavelmente se chocar com cinco pessoas amarradas no trilho, para uma rota onde há apenas uma pessoa. O problema é que ao alterar a rota do trem o indivíduo está ativamente contribuindo para uma morte, e esse questionamento é tema de grandes discussões filosóficas, apesar da óbvia vantagem do salvamento do maior número de pessoas. A pergunta é: como um robô, obediente às Três Leis, atuaria nesse caso?

Com uma infinidade de aplicações e com cada vez menos restrições de uso, os robôs

móveis estão revolucionando o jeito como os sistemas de produção, e até mesmo a sociedade, funcionam. Imagine um futuro em que o entregador de pizza é um drone! Isso pode estar mais perto do que você imagina; tais robôs já estão até mesmo sendo testados por empresas como *iFood* e *Amazon*.

O principal diferencial da robótica móvel é a capacidade que os robôs móveis possuem de trabalhar em ambientes não controlados, imprevisíveis, ou ainda inseridos em sistemas multi-robôs (robôs que dividem o trabalho e se comunicam para realizar uma determinada tarefa em conjunto). Para que esses robôs sejam ca-

pazes de interagir com situações diversas, normalmente é necessário muito mais trabalho de programação do que seria para programar robôs que desempenham apenas uma função. Assim, enquanto a montagem dos componentes físicos de um robô moderno pode durar algo em torno de alguns dias, toda a programação do funcionamento dele pode durar meses ou anos.

Novas aplicações da robótica móvel

Como já comentado, há uma infinidade de tarefas que podem ser desempenhadas por robôs móveis, envolvendo atividades agrícolas, militares, domésticas e até espa-

ciais. O **nicho** para o uso de robôs cresce constantemente e talvez seu principal limitante, em conjunto com a disponibilidade de recursos tecnológicos, seja a criatividade humana. Alguns trabalhos nem mesmo são possíveis de serem realizados sem o auxílio de robôs (como determinadas viagens espaciais e expedições a **fossas abissais** e vulcões), e outros seriam muito mais eficazes e seguros se os robôs fizessem a parte mais perigosa do trabalho, como é o caso de situações de busca e resgate.

O auxílio a equipes de seres humanos na busca e resgate de vítimas em desastres urbanos é uma das recentes e relevantes

áreas de emprego de robôs móveis. Tomemos como exemplo os ataques terroristas às Torres Gêmeas em 2001, que vitimaram mais de 2700 pessoas, cerca de 400 delas pertencentes às equipes de resgate. Imagine todas as dificuldades que bombeiros precisam enfrentar em tarefas de busca como essa: a localização das vítimas era desconhecida; o ambiente, extremamente hostil (vigas de aço instáveis, estruturas parcialmente colapsadas, fumaça); as condições do clima, potencialmente adversas (escuridão da noite, falta de visibilidade na chuva, ventos, etc.). Acrescente a tudo isso a pressão da passagem do tempo, com a

consequente diminuição das chances de encontrar sobreviventes. A busca e resgate em tais situações é tecnicamente difícil e emocionalmente penosa. Os robôs podem ser de muita valia neste cenário. Eles trabalham dia e noite, faça chuva, faça sol, não se cansam tanto fisicamente como emocionalmente, podem ver e ouvir melhor do que nós e, ainda, são capazes de medir variáveis para as quais nossos corpos não possuem sensores; são pequenos para adentrar espaços de acesso limitado e alguns deles sobrevoam facilmente a área monitorada. Tudo isso amplia a capacidade dos seres humanos em compreender o cenário em que se de-

senrola a operação de busca, aumentando as chances de tomadas de decisão acertadas.

Há de se mencionar ainda que a perda de um robô, vítima das adversidades da tarefa, é somente um dano material. Vale notar que os robôs provavelmente atuarão em conjunto com seres humanos e não substituindo-os completamente. Os seres humanos continuam, e continuarão por um bom tempo, sendo indispensáveis nessas tarefas de busca e resgate. Mas, com eles, poderemos nos concentrar naquilo que (ainda) fazemos melhor: tomar decisões estratégicas difíceis e prestar socorro físico e emocional direto às vítimas.

De maneira geral, a robótica é uma empreitada humana que sempre evoca interesse e até mesmo espanto. Ao longo da história, o uso de robôs cresceu e se tornou mais seguro e eficaz, sendo que atualmente não seria exagero dizer que a maioria de nós vê ou interage com robôs diariamente. Seja nas indústrias, no comércio, em construções, lavouras, ou até mesmo na sua casa, limpando o chão — eles estão por toda parte. Não há motivo para pânico, é pouco provável que os robôs existentes sejam influenciados pela trama de Matrix e se tornem nossos inimigos. Muito pelo contrário, cada vez mais eles ajudam, são parte integrante do

nosso crescimento tecnológico e nos permitem realizar tarefas que, para humanos, seriam impensáveis. O futuro provavelmente não será de guerra, mas de parceria com essas máquinas.



Glossário

Distopia: o contrário de utopia. Ou seja, esse termo é usado para descrever sociedades onde o estado é muito opressor e ruim para o povo, muitas vezes o termo vem associado a previsões pessimistas sobre o futuro da humanidade.

Fossas abissais: fendas gigantescas localizadas no fundo do oceano.

Nicho: local apropriado para algo ser realizado ou se desenvolver.

Postular: na ciência, esse termo é usado para dizer que cientistas chegaram a uma conclusão concreta sobre algum tema, e então criam-se "postulados", ou "leis", sobre aquele assunto.

Sonar: aparelho utilizado para detectar objetos embaixo d'água a partir de ondas acústicas.

Referências

Lena Sophie Franke, Uma breve história da robótica: Robôs modernos, 2021.

Robótica Industrial no século XXI, História da Robótica, 2017.



Entendendo a Inteligência Artificial: quais princípios são a base dessa incrível ferramenta?

por Tâmelá Zamboni Madaloz e Mauro Roisenberg

Robôs futuristas, “Matrix”, “Star Trek”, “O Exterminador do Futuro”, “Ela”... esses, e diversos outros filmes e séries, podem ser as primeiras referências que nos vêm à cabeça quando pensamos em Inteligência Artificial (IA). Especulações sobre os perigos de supermáquinas se voltarem contra a humanidade e sua inteligência se tornar superior à nossa são frequentes. Porém, antes de avançar no tema, é sempre interessante estabelecermos alguns conceitos e perguntas para melhor compreender o assunto: o que é, conceitualmente falando, a inteli-



Leticia Lidia

gência? O que é possível fazer utilizando IA atualmente? Quais são as perspectivas para o futuro?

Definições de inteligência em dicionários envolvem termos como faculdade de entender, pensar, resolver problemas, raciocinar e interpretar. Envolvem entendimento, intelecto, percepção, habilidade de aproveitar a eficácia de soluções e utilizá-las na prática de outras atividades, etc. Com frequência, inteligência é um conceito associado aos seres humanos, à lógica, ao raciocínio, à autoconsciência, à resolução de tarefas, à utilização de linguagem e à comunicação.

Inclusive, um conceito bastante difundido

de IA pressupõe o ser humano como um modelo de inteligência, a partir do qual programas de computadores são pensados, buscando uma aproximação ao estilo humano de resolver problemas, encontrar soluções, montar estratégias e cruzar dados para chegar a conclusões. Um exemplo disso é o desenvolvimento de máquinas que jogam muito bem xadrez, as quais inclusive já ganharam de excelentes campeões humanos. Nesse sentido de modelo humano para inteligência, o teste de Turing atesta se uma máquina é inteligente. Esse teste verifica se um ser humano é capaz de distinguir quando é uma máquina que está se comunicando

consigo. Se uma máquina exibir comportamento inteligente equivalente a um ser humano, ou for indistinguível deste, é considerada inteligente. Dessa forma, o teste não verifica a capacidade de dar respostas corretas para as perguntas, mas sim o quão próximas as respostas são do que seres humanos responderiam.

Entretanto, não necessariamente apenas seres humanos podem ser um modelo de inteligência. A mesma pode ser vista sob diferentes perspectivas. Há inteligência intrínseca em outros seres vivos, no que diz respeito às adaptações complexas e engenhosas que estes possuem para diversas situações às quais foram expostos

ao longo da evolução biológica. O formato e disposição do corpo de aves servem de inspiração para seres humanos ao criarem objetos que voam, não à toa. A **evolução biológica**, aleatoriamente, encontrou soluções engenhosas e inteligentes para que seres vivos ocupem diferentes ambientes.

Você já ouviu falar sobre qual organismo sobreviveria caso uma bomba nuclear dizimasse a maior parte da vida na Terra? Muitos afirmam que seriam as baratas, pois, nesse ambiente **inóspito** para muitas formas de vida, as adaptações que baratas possuem, com seus mecanismos para contornar adversidades e resolver proble-

mas, favoreceriam sua permanência e perpetuação no planeta. Para essa situação e outras que podemos imaginar, outros seres vivos possuem adaptações, engenhosidade e “inteligência” na sua forma de existir, resolver problemas e sobreviver. E essas adaptações e soluções podem ser utilizadas como modelo.

Seres humanos observam e estudam as estratégias que os organismos vivos utilizam para resolver problemas na natureza e as utilizam como fontes de inspiração para o planejamento e construção de ferramentas que melhorem e facilitem nossas vidas. Essa área de pesquisa é conhecida como biomimética.

Dentre as aplicações desta área, é possível idealizar um avião que voe mais rápido, ou um equipamento que faça com que atletas percorram distâncias na água com maior velocidade. Ao observar o mundo natural e as adaptações dos seres vivos, como o formato do pé do pato para facilitar o nado, por exemplo, é possível pensar em otimizações de processos que atinjam os objetivos que desejamos. Dessa forma, a interdisciplinaridade é muito importante para o desenvolvimento de diversas criações humanas, como a própria IA. A estatística, matemática, computação, filosofia e biologia são integradas para criar ferramentas sofisticadas e tecnologias

avançadas.

Portanto, IA é a capacidade de dispositivos eletrônicos funcionarem e exibirem comportamentos que remetem aos modelos de formas de inteligência que conhecemos. A IA desenvolvida atualmente possui duas abordagens principais: uma que utiliza como base principalmente o modelo humano de inteligência e o raciocínio lógico por trás das linguagens com as quais as pessoas se comunicam e outra que se inspira no funcionamento de **neurônios** (**células** do **sistema nervoso**), simulando os mecanismos do sistema nervoso de animais.

A corrente que se inspira na resolução

humana de problemas, a IA simbólica, compreende a resolução de tarefas baseada no raciocínio humano através de símbolos e das linguagens que utilizamos para pensar e nos comunicarmos. Ela inclui o desenvolvimento de máquinas que informem a possibilidade de chover em um trajeto de viagem selecionado, ou máquinas que possam marcar cortes de cabelo e fazer reservas em estabelecimentos, assim como sugerir respostas a e-mails.

Já a corrente que se utiliza do entendimento do funcionamento de neurônios e redes neuronais tenta reproduzir comportamentos mais comple-

plexos, que passam por diferentes vias e são mais difíceis de serem executados, como, por exemplo, ficar em pé. Isso parece uma tarefa simples, que humanos e outros animais executam de maneira natural sem nem pensar a respeito. Porém, se formos analisar... como ficamos de pé? O que precisamos ativar em nosso corpo para realizar essa ação?

Conexões entre células do sistema nervoso e **sistema motor** permitem um controle automático e coordenado de contração e relaxamento da musculatura, principalmente de nossas pernas, para que possamos nos equilibrar e manter em pé. É necessário integrar os comandos enviados

aos músculos com os estímulos recebidos da visão, do tato e do sistema vestibular presente em nossos ouvidos internos, que dá a referência da posição da cabeça em relação ao corpo, para garantir a permanência e locomoção do nosso corpo em pé... e como conseguimos reproduzir esse mesmo processo em uma máquina? É desafiador imitar essa e outras ações que organismos biológicos realizam com facilidade. Esta corrente de IA, chamada IA conexionista, está avançando e ganhando destaque nos dias atuais. Na IA conexionista, o conhecimento sobre o funcionamento das redes neurais do cérebro inspirou a construção de neurôni-

ios artificiais interligados. Esses neurônios artificiais têm como princípio para seu funcionamento entradas responsáveis por captarem um determinado tipo de sinal, um núcleo de processamento que pondera a importância de cada uma das entradas e as combina para produzir um sinal de saída. Esta ponderação da importância da cada sinal de entrada pode ser alterada durante o processo de aprendizado do sistema, de modo a tornar o valor da saída do neurônio o mais próximo do desejado. Ao ligar vários neurônios similares em rede, o sistema se torna capaz de processar mais informações. Camadas de redes neurais são compostas por sistemas

de *software* que usam um **algoritmo** para processar informações de uma entrada e transmiti-la para a próxima camada, a fim de realizar processamento usando um algoritmo diferente, para obter informações de diferentes níveis.

Um exemplo prático da IA conexionista é a aprendizagem profunda (*deep learning*), a capacidade de uma máquina de extrair informações elaboradas, de diversas categorias, sobre um dado de entrada simples, imitando a rede neural do cérebro. Para isso, ela utiliza diferentes camadas de **abstração**, como por exemplo, no processamento de uma imagem. Algumas camadas podem identificar bor-

das e composição, enquanto outras identificam conceitos pertinentes para seres humanos, como dígitos, letras ou faces. De maneira geral, uma das diferenças entre IA simbólica e conexionista é que ao desenvolver IA simbólica é necessário fornecer ao sistema os dados específicos do problema a ser solucionado, ensinar a máquina como resolver o problema, ao passo que na IA conexionista, o programa consegue inferir padrões automaticamente por meio dos dados existentes.

Desenvolvimento e pesquisa com IA ocorrem em universidades públicas do Brasil, como na Universidade Federal de

Santa Catarina. Nela, o Laboratório de Conexionismo e Ciências Cognitivas, coordenado pelo Professor Dr. Mauro Roisenberg, desenvolve IA com aplicações na previsão de preços de *commodities*; na identificação de usuários por sua dinâmica individual de digitação (particularidades que cada indivíduo possui em sua maneira de utilizar o teclado, velocidade de digitação e intervalos de pausas, para criar um padrão de reconhecimento de uma pessoa), trabalhos em navios que fazem levantamento *sísmico*, produzindo imagens do que há abaixo da superfície da água e máquinas que auxiliam no entendimento dessas imagens, no nível de

porosidade de rochas submersas analisadas, para predizer onde há petróleo.

Muitas facilidades do nosso cotidiano já possuem a presença de IA. Alguns exemplos disso são “Google Assistente”, a assistente virtual inteligente “Siri”, a organização e sugestão de *playlists*, sugestões do que assistir na *Netflix*, estratégias do computador em jogos, processadores voltados para dispositivos móveis, respostas automáticas quando escrevemos e-mails, etc. Perspectivas futuras da utilização de IA incluem a melhoria na saúde da população, o auxílio no desenvolvimento de fármacos, a associação entre medicina e IA, carros au-

tônomos que se dirigem sozinhos, testes de ação de medicamentos e cosméticos em computadores (e não em animais), entre diversas outras. Podemos imaginar um futuro não muito distante em que a IA estará presente em refrigeradores e máquinas de lavar, facilitando os processos, nos avisando a data de validade dos produtos que colocamos na geladeira, calculando a quantidade de água e sabão necessários para lavar o volume de roupa que colocamos na máquina de lavar... Atingindo um ponto em que as facilidades de tecnologias utilizando IA estejam tão presentes em nosso cotidiano que não conseguiremos nos imaginar sem ela, as-

sim como hoje não nos imaginamos sem energia elétrica.

Fazer IA inclui resolver problemas complexos representando e manipulando o conhecimento. Utilizar dados, processá-los e extrair informações. Entretanto, aumentar a complexidade desses sistemas artificiais dificulta o trabalho, pois há conceitos abstratos difíceis de serem representados em uma máquina, como bom senso, empatia, entre outros. Que tipo de rede podemos propor para alcançar esses comportamentos complexos? Os desafios e perguntas são muitos, os quais unidos ao aumento do poder computacional e investimento, insti-

gam a dedicação e imaginação dos pesquisadores, impulsionando o avanço nesta área.

A IA está sendo pensada para facilitar nossa vida e encontrar soluções rápidas e eficientes para nossos problemas. O poder computacional e a IA desenvolvida hoje estão longe de serem algo como é representado em filmes, com máquinas independentes que possuem vontades, autoconsciência, empatia e preferências. Não há poder computacional para desenvolver algo dessa proporção, porém é interessante imaginar esses cenários, a fim de se tomar cuidado com o que é desenvolvido, analisar qual seria o impacto

social e como influenciaria a vida das pessoas e de outros seres vivos. Certamente sentiremos cada vez mais a presença de tecnologias contendo IA no nosso cotidiano, transformando a maneira como realizamos diversas atividades. Os rumos que tecnologias como essas podem tomar também dependem de estarmos informados e politizados para entendermos as consequências do que criamos. E, dessa forma, podemos direcionar uma ferramenta brilhante como a IA para melhorar o mundo à nossa volta.



Glossário

Abstração: ato de analisar um ou mais elementos separadamente do todo que os contém.

Algoritmo: conjunto de regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos, que levam à solução de um problema em um número finito de etapas. Utilizado pelos computadores para realizarem suas funções.

Célula: unidade funcional de um ser vivo. Alguns seres são formados por uma única célula, como as bactérias, enquanto outros são formados por um número muito grande de células variadas, como os animais e as plantas.

Commodity: recurso em estado bruto que pode ser utilizado em futuros processos industriais ou econômicos (exemplo: carvão).

Evolução Biológica: mudanças sofridas por populações de seres vivos ao longo do tempo.

Inferência: dedução de algo a partir de informações e dados prévios.

Inóspito: local difícil de se viver, como, por exemplo, as regiões polares.

Neurônios: células do sistema nervoso responsáveis por captar estímulos externos (do ambiente) e internos (do organismo) e pela transmissão e comunicação destes estímulos por meio da propagação de sinais e impulsos elétricos ao longo do corpo e no cérebro.

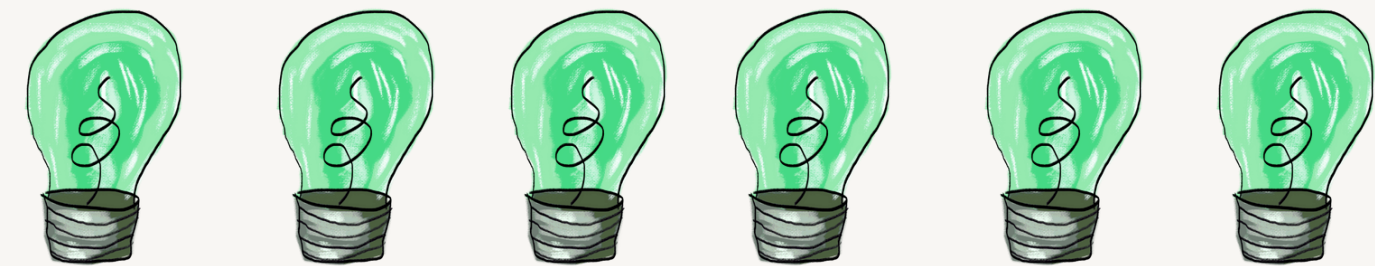
Sistema Motor: conjunto de tecidos biológicos responsáveis pelo controle do movimento das musculaturas.

Sistema Nervoso: conjunto de tecidos biológicos responsáveis por controlar e coordenar as atividades do organismo. Responsável tanto por ações voluntárias (como andar, falar, pensar) como ações involuntárias (respiração, batimentos cardíacos, etc).

Sísmico: adjetivo relativo a abalos de terra ou terremotos.

Referências

Romário Leite, O que é inteligência artificial simbólica?, 2020.

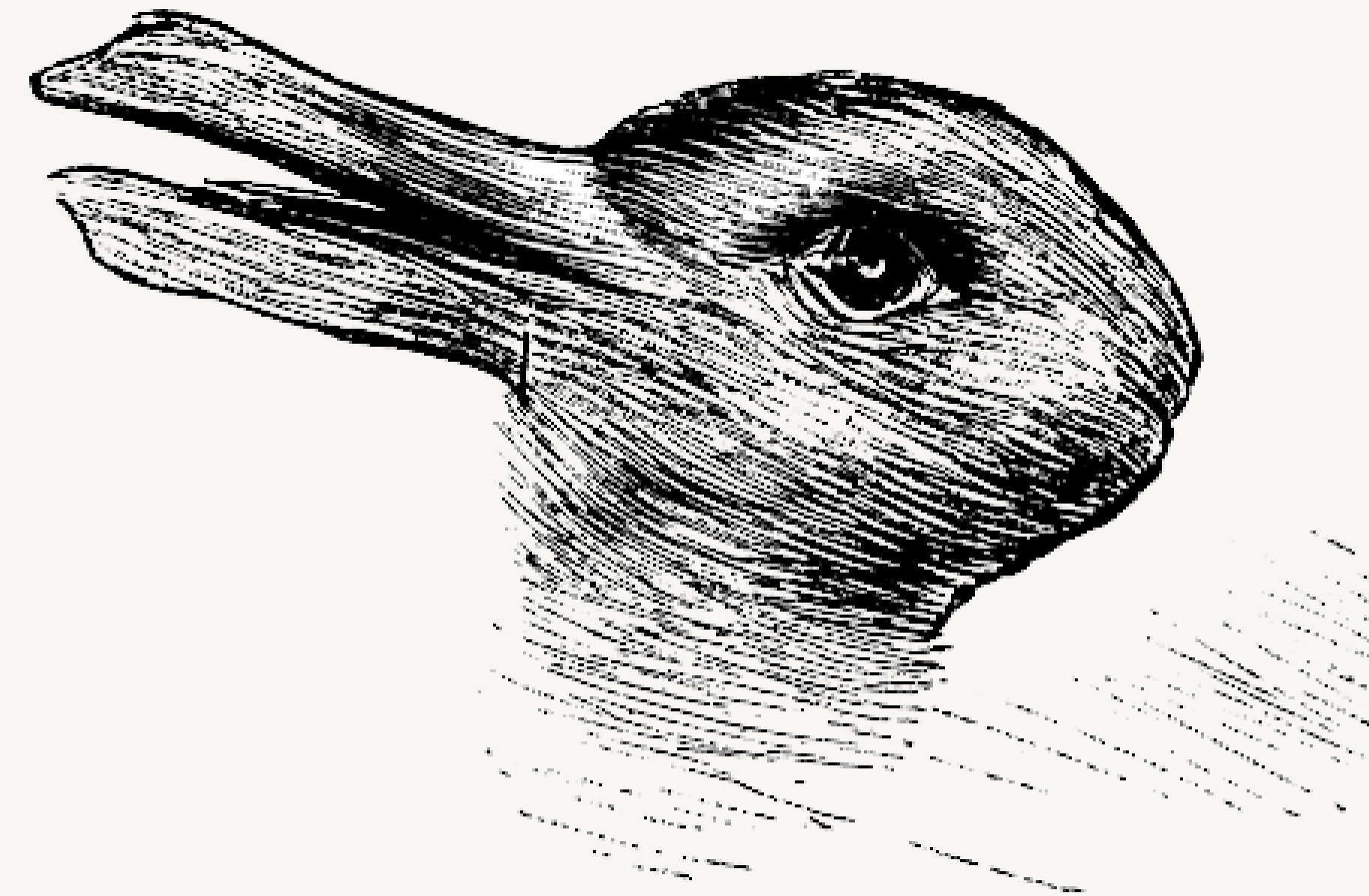


Percepção: construindo a realidade dentro do cérebro

por Luiza Johanna Hubner e Andrei Mayer de Oliveira

Ao observar a imagem ao lado, qual a primeira coisa que você enxerga? Algumas pessoas dirão que viram um coelho, outras um pato, e ainda tem outras que vão dizer que enxergaram os dois. Isso acontece porque essa imagem é ambígua e permite que você veja tanto um coelho quanto um pato. O que você vê depende de como seu cérebro está processando a imagem.

Mas o que significa uma imagem ser ambígua? Para responder a essa pergunta, precisamos entender que existe uma dife-



rença entre sentir e perceber. Sentir está relacionado aos estímulos sensoriais que o nosso corpo detecta vindos do nosso organismo e do ambiente. Já a percepção é uma construção criada pelo nosso cérebro a partir dessas informações sensoriais.

O que sentimos são os estímulos sensoriais vindos do ambiente, que são captados pelos nossos órgãos do sentido. Por exemplo, células especializadas no nosso nariz captam moléculas de odor presentes no ar, formando nosso olfato; pequenos ossos e órgãos dentro do nosso ouvido identificam as ondas sonoras que formam os sons; já na visão, células especiais dentro de nossos olhos detectam

diferentes comprimentos de onda da luz visível do ambiente, que vão formar as cores e as imagens.

A percepção é “construída” por certas regiões do nosso **córtex cerebral** (Figura 1), com base nas informações sensoriais que detectamos vindas do ambiente e da nossa memória.

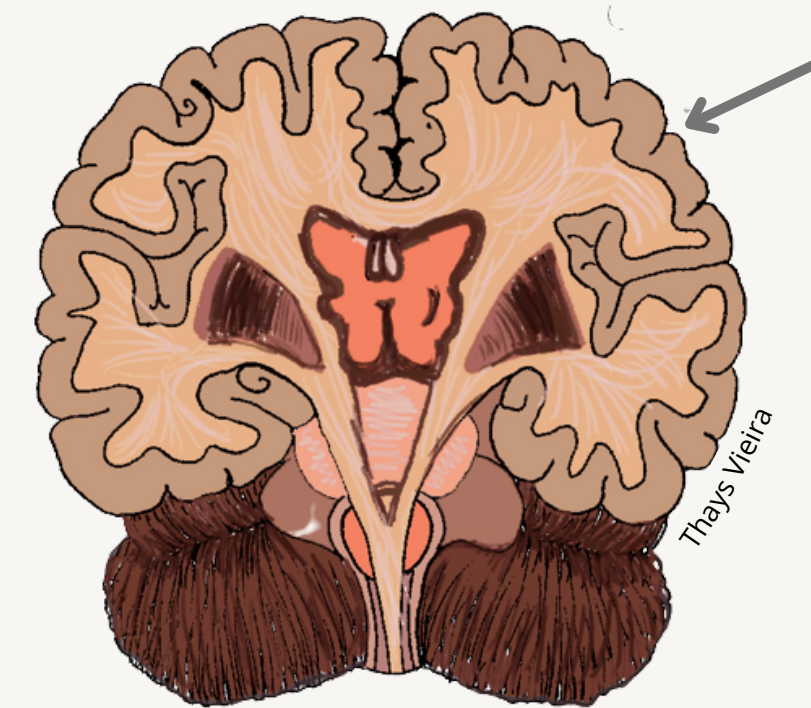


Figura 1. Esquema de um cérebro humano visto em um plano longitudinal. O córtex cerebral está apontado pela seta na imagem.

Mas como assim, construída? Imagine a linha de montagem de uma indústria de carros (Figura 2). Os funcionários vão receber e juntar diferentes peças, como o volante, os assentos, os pneus, até chegar ao produto final que é o carro. A nossa percepção é formada de maneira bem semelhante, por meio da integração de diferentes “peças” que, nesse caso, são as informações sensoriais, como cheiros, sons e cores. Os “funcionários” são os **neurônios**, as peças são as informações sensoriais e o produto final é a nossa percepção. Por exemplo, quando alguém fala com você, os órgãos dentro do seu ouvido detectam as diferentes frequências

sonoras que compõem a fala da pessoa. Os neurônios sensoriais presentes nessa região levam, então, essa informação até o seu córtex cerebral, onde será construída sua percepção (e entendimento) do que as pessoas estão lhe falando.

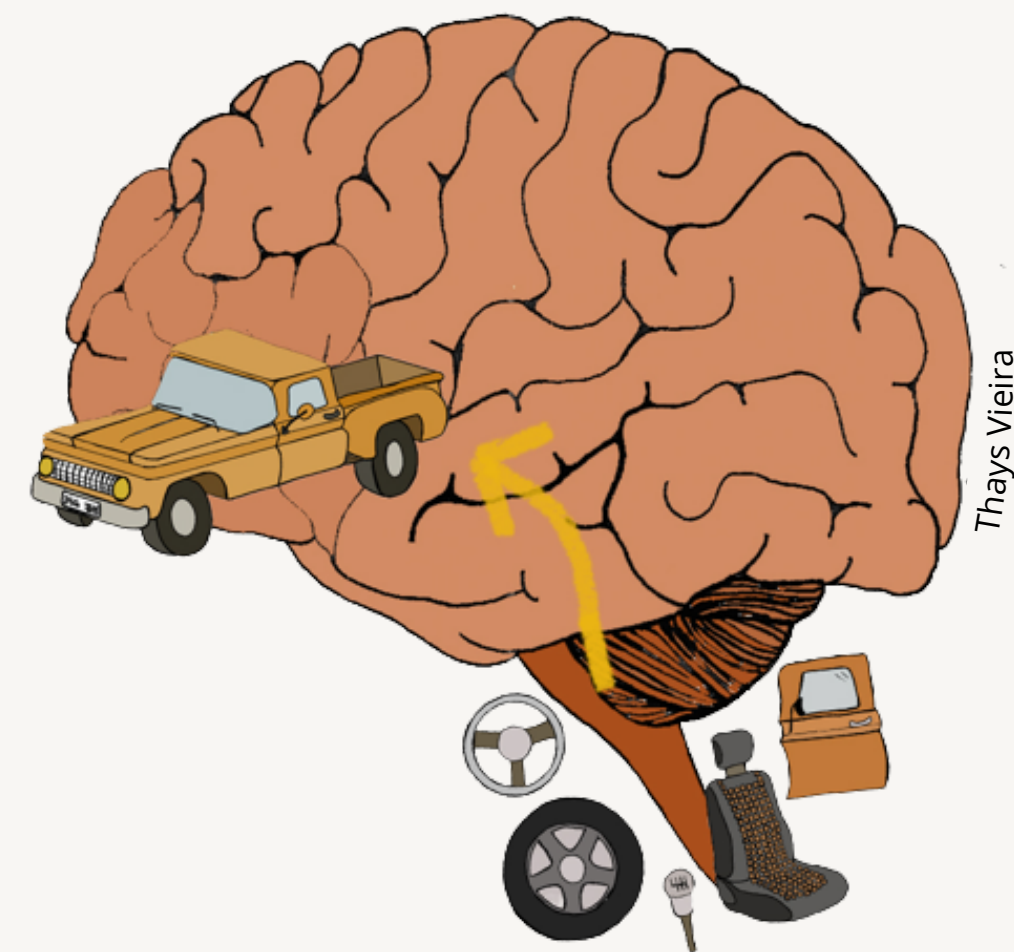


Figura 2. Representação da linha de montagem das peças do carro no cérebro.

É aqui, falando sobre como o cérebro constrói a percepção, que vamos entender o porquê do desenho lá do início deste capítulo ser ambíguo, permitindo a construção de duas percepções distintas: pato ou coelho. Imagine que funcionários da fábrica estão recebendo peças que servem para montar tanto um fusca como uma caminhonete. São as mesmas peças que podem formar dois produtos diferentes. Então, na ausência de um projeto preconcebido, os funcionários têm que “optar” se irão montar o fusca ou a caminhonete. A mesma coisa acontece com o nosso cérebro nessas situações. Ele está recebendo informações sensoriais am-

bíguas, que permitem que seja formada a percepção tanto do pato quanto do coelho. Só que, assim como na fábrica, o nosso cérebro não “tolera” ambiguidades, ele não pode gerar a percepção de ambos os animais ao mesmo tempo, então ele “escolhe” um dos dois e gera a percepção de um pato ou de um coelho. Essa escolha é feita com base nas nossas memórias e na forma como interagimos com o mundo, e ela não é permanente, podendo variar conforme nosso cérebro aprende a identificar essa ambiguidade.

Para conseguirmos gerar a percepção de tudo que está ao nosso redor, precisamos, na realidade, de várias linhas de monta-

tagem; várias vias de processamento de informações sensoriais que funcionam em paralelo.

Cada via de processamento de informações é como a linha de montagem de um carro, como explicamos anteriormente. Agora, pense que no nosso cérebro existem várias dessas vias de processamento e que cada uma delas possui um produto final diferente. Pense, também, que os produtos gerados ao final de cada uma dessas vias também podem ser integrados para gerar nossa percepção. Por exemplo, pense em duas linhas de montagem diferentes, uma tem como produto final um carro e a outra tem uma

rua, você pode então integrar esses dois itens e ter um carro andando na rua.

Mas, como essa integração acontece em nosso cérebro? Imagine que você está pegando uma chave em cima de um balcão. No momento em que isso acontece, você tem uma via de processamento visual que lhe permite identificar a chave com sua visão, e tem também uma via de processamento tátil, que permite que você reconheça a chave com suas mãos através do tato. O seu cérebro vai saber que o objeto que você está vendo e o objeto que você está tocando com suas mãos é o mesmo, pois essas duas vias de processamento estão

sendo integradas para chegar a um final em comum, a percepção de que aquele objeto é uma chave.

Outro exemplo é quando você vê o rosto de sua mãe, pai ou alguém da sua família. Reconhecer essa pessoa não ativa apenas os neurônios da via de processamento do reconhecimento facial, ativa também neurônios relacionados ao cheiro dela, à voz, à resposta emocional que ela gera em você, entre tantas outras. Todas essas vias vão trabalhar em conjunto para gerar a percepção dessa pessoa querida.

Às vezes podem ocorrer alguns problemas nessas vias de processamento que geram nossa percepção, como por e-

xemplo, no quadro clínico chamado prosopagnosia, em que o indivíduo fica incapaz de reconhecer faces. Isso pode acontecer quando a pessoa sofre uma lesão em um dos estágios finais da via de processamento visual, em uma região do cérebro envolvida especificamente no reconhecimento de faces. No nosso exemplo do carro, é como se você pegasse os últimos funcionários da linha de montagem e simplesmente os tirasse da fábrica. Assim, quando as peças chegarem no final da linha, você não vai conseguir terminar a montagem e chegar ao produto final. O mesmo acontece com as pessoas que têm prosopagnosia. Independente-

mente de ser uma pessoa desconhecida ou uma amizade próxima, a pessoa não consegue reconhecer visualmente mais ninguém pela face e terá que recorrer a outra forma de identificar quem é quem, como a voz, por exemplo.

Você já reparou, alguma vez, em tudo o que se passa pela sua cabeça quando você reconhece o rosto de alguém? O seu cérebro analisa o tempo todo uma série de coisas que às vezes você nem se dá conta. Quando você olha para uma pessoa, você não apenas reconhece sua face, mas também identifica de quem é aquela face, quem é aquela pessoa, o que ela significa para você, e a resposta emocional que ela

lhe desperta. Isso tudo faz parte da percepção total que você vai gerar daquela pessoa e isso acontece o tempo todo, com base em informações sensoriais das quais, às vezes, você nem está consciente.

Se você olha para o rosto de alguém com quem tem amizade, por exemplo, você irá reconhecê-la, algumas memórias vão vir à tona e vão despertar sentimentos que você tem em relação a essa pessoa. Já no caso de uma pessoa desconhecida, você irá, claro, reconhecer a sua face, mas não vai conseguir reconhecer de quem ela é. Mesmo assim, o seu cérebro vai juntar todas as informações que ele tiver, vindas dos seus órgãos sensoriais e da sua memó-

ria, para poder formar uma percepção sobre aquela pessoa. Essa percepção que você formou vai se converter em uma opinião sobre aquela pessoa, mesmo que você não a conheça, e tudo isso de forma que nós nem nos damos conta.

No nosso exemplo da fábrica, imagine que os funcionários estão recebendo peças para montar um carro que eles nunca montaram antes. Eles terão, então, que pegar as informações que eles já sabem sobre a montagem de outros carros para fazer isso. Nesse processo, alguns erros podem acabar acontecendo, o carro pode ser montado de forma correta, mas depois, ao invés de ser colocado numa pista, pode

haver confusão e ele acabar sendo colocado no fundo de um lago. No nosso cérebro, quando erros assim acontecem, a percepção gerada pode não necessariamente refletir a realidade.

O seu cérebro está o tempo todo gerando um pré-conceito acerca de tudo. Quando você olha para a pessoa, não só a enxerga, mas forma uma percepção dela com base em todas as informações que você já possui e isso acaba se tornando a base do nosso preconceito. Gerar um conceito sobre uma pessoa sem antes conhecê-la é algo natural e que vai acontecer. Toda vez que você vê alguém, independente de conhecê-la, seu cérebro gera alguma percepção dela, que-

rendo você ou não — o que faz com que todos nós sejamos, de certa forma, pessoas preconceituosas. Porém, o que você vai fazer com essa percepção que seu cérebro gera das pessoas é o que pode tornar esse “pré-conceito” um preconceito hostil ou não.

O mais legal disso tudo é compreender que o nosso cérebro está o tempo todo gerando percepções, mesmo sem você se dar conta. Ele está construindo uma visão do seu mundo como um todo, você, sua identidade, a identidade das pessoas à sua frente, suas relações. Seu cérebro está o tempo todo gerando uma percepção de altíssima complexidade da realidade. E isso é lindo!



Thays Vieira

Glossário

Córtex cerebral: camada mais externa e enrugada do nosso cérebro que é responsável por interpretar e processar as informações que chegam no nosso organismo.

Neurônios: células do sistema nervoso responsáveis por captar estímulos externos (do ambiente) e internos (do organismo) e pela transmissão e comunicação destes estímulos por meio da propagação de sinais e impulsos elétricos ao longo do corpo e no cérebro.

Referências

Roberto Lent, Às Portas da Percepção: as bases neurais da percepção e da atenção. In: Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociências, 2010.





Um espelho em nosso cérebro

por Pedro Batista Marconi e Andrei Mayer de Oliveira

Sabe quando você vê alguém batendo o mindinho do pé em uma quina e você solta um “Ai!!!” mesmo que não tenha sido o seu dedo que doeu? É quase como se você sentisse o seu dedinho doendo, não é? Podemos chamar essa capacidade de empatia: quando nos colocamos no lugar de outra pessoa — quando tomamos as suas dores. Assim como todos os nossos comportamentos, a empatia tem sua origem no órgão mais complexo do nosso corpo: o cérebro. Esta massa enrugada e rosada que está em nossas cabeças é incrível, mas ainda é cheia de mistérios que aos poucos a ciência vai entendendo melhor. Um deles é o motivo de acontecer a sensa-

ção descrita acima. Recentemente, cientistas descobriram onde está a explicação: na propriedade “espelho” do cérebro, que é controlada pelos **neurônios**-espelho.

Neurônio-espelho é um tipo de célula do sistema nervoso que possui uma propriedade bem específica, importantíssima e surpreendente: a de espelhar o comportamento de outra pessoa dentro do nosso cérebro. Mais especificamente, essa célula se **ativa** em dois momentos: quando você realiza uma ação ou tem uma sensação (1) e quando você percebe outro indivíduo realizando a mesma ação ou tendo a mesma sensação (2).

Para compreendermos essa frase acima e o tal mecanismo-espelho, vamos resgatar a história de como os neurônios-espelhos foram descobertos. Lá na década de 1990, um grupo de cientistas italianos liderado por Giacomo Rizzolatti pesquisava o cérebro de macacos. Eles estavam tentando entender melhor os movimentos dos braços e mãos do macaco e a relação deles com a atividade de uma área do cérebro que, justamente, controla os movimentos das mãos. Para isso, os cientistas italianos inseriram uma espécie de fio, um eletrodo, nessa região do cérebro do macaco, para assim registrar os sinais elétricos gerados pelos neurônios ali

naquela mesma região (não se preocupe, o animal não sentiu nenhuma dor com esse procedimento). Como já era de se esperar, os pesquisadores observaram que os neurônios da área cerebral estudada se ativavam toda vez que o macaco pegava um pedaço de comida para comer.

Durante um dos experimentos, enquanto o macaco testado o observava, um dos pesquisadores estendeu o braço para pegar a comida. O aparelho que registrava o cérebro do macaco apitou nesse momento, mesmo que o macaco não tivesse estendido o braço. O animal simplesmente observou o cientista e, devido a isso, o mesmo grupo de neurônios

que se ativou quando o macaco moveu o braço foi ativado agora. O pesquisador deve ter pensado que o aparelho estava com defeito, pois isso não deveria acontecer. Eles repetiram esse experimento várias vezes e o resultado era sempre o mesmo. Isso era algo absolutamente novo! Então, os cientistas se perguntaram: afinal, que neurônios são esses, que deveriam se ativar apenas quando o movimento é executado, mas que também se ativam quando o mesmo movimento é observado? A resposta é que esses eram um tipo de neurônio nunca antes visto, e essa foi a primeira descrição dos “neurônios-espelho”, nome que os

mesmos cientistas italianos deram, pois eles, de certa forma, “espelham” o comportamento executado por outros indivíduos.

Pouco tempo depois, no meio científico, começou a se especular qual importância esse tipo de neurônio poderia ter para o entendimento das ações de outros indivíduos. De fato, agora sabe-se que os neurônios-espelho são vitais para isso, uma vez que, com essa capacidade de espelhar, o cérebro entende melhor o que outro está fazendo. Ele se comporta de forma muito semelhante a uma situação em que você mesmo estaria realizando aquela ação. Fazendo, assim, uma comparação entre o

movimento que o outro está realizando e o movimento que você faria.

Conforme mais estudos científicos foram sendo conduzidos, os pesquisadores descobriram que existem neurônios-espelho em outras regiões do cérebro além da área motora, incluindo regiões que processam nossas emoções. Duas dessas regiões são o córtex cingulado e o córtex da ínsula que, curiosamente, estão muito ativas quando estamos sendo empáticos com outras pessoas. Nesse ponto, você já deve estar imaginando que os neurônios-espelho são essenciais para termos empatia por outros. De fato, é isso que a ciência pensa atualmente.

mesmos cientistas italianos deram, pois eles, de certa forma, “espelham” o comportamento executado por outros indivíduos.

Pouco tempo depois, no meio científico, começou a se especular qual importância esse tipo de neurônio poderia ter para o entendimento das ações de outros indivíduos. De fato, agora sabe-se que os neurônios-espelho são vitais para isso, uma vez que, com essa capacidade de espelhar, o cérebro entende melhor o que outro está fazendo. Ele se comporta de forma muito semelhante a uma situação em que você mesmo estaria realizando aquela ação. Fazendo, assim, uma comparação entre o

movimento que o outro está realizando e o movimento que você faria.

Conforme mais estudos científicos foram sendo conduzidos, os pesquisadores descobriram que existem neurônios-espelho em outras regiões do cérebro além da área motora, incluindo regiões que processam nossas emoções. Duas dessas regiões são o **córtex** cingulado e o córtex da ínsula que, curiosamente, estão muito ativas quando estamos sendo empáticos com outras pessoas. Nesse ponto, você já deve estar imaginando que os neurônios-espelho são essenciais para termos empatia por outros. De fato, é isso que a ciência pensa atualmente.

Muitos estudos já mostraram que, por exemplo, ao ver alguém sentindo dor, o cérebro ativa regiões iguais às que seriam ativadas se você estivesse sentindo dor também, o que sugere que seu cérebro esteja, de certa forma, experimentando a mesma sensação desagradável e permitindo, assim, ao observador ou observadora entender melhor o que está acontecendo com a outra pessoa.

Porém, é importante notar que, ao espelhar uma sensação de dor, não vamos ter a mesma sensação de dor física que estamos observando ou até mesmo apenas imaginando. Nem mesmo a própria emoção será desencadeada da mesma for-

ma. Para entender melhor isso vamos voltar para o exemplo dos neurônios-espelho das áreas cerebrais que controlam os movimentos.

Poderíamos nos perguntar: se, quando observo alguém fazendo algo, são exatamente os mesmos neurônios em mim que estão sendo ativados para aquela ação motora, por que eu não acabo realizando tal ação?

É importante saber que, durante uma observação de movimentos, são ativados menos neurônios do que seria necessário para se movimentar. Alguns são os mesmos, mas nem todos os que seriam ativados durante um movimento estão se

ativando e, por isso, o movimento não ocorre sempre.

Além disso, no cérebro, existem circuitos chamados de inibitórios que, como o próprio nome sugere, estão muitas vezes inibindo alguns comportamentos. São conjuntos de neurônios responsáveis por evitar que outros neurônios se ativem, impedindo, assim, que a informação seja passada adiante pela ativação de outros neurônios. Então, é também pela existência desses circuitos que não nos movimentamos quando estamos observando alguém executar um movimento, mesmo que as áreas que controlam/induzem movimentos estejam

se ativando devido à sua propriedade “espelho”. O que ocorre é uma “quase execução” do movimento, como se as áreas cerebrais motoras estivessem sendo pré-ativadas para a tal ação, mas o movimento não é gerado graças aos circuitos neurais inibitórios que impedem a informação de ir adiante.

Algumas vezes esses circuitos inibitórios podem não dar conta do recado e acabar fazendo com que um movimento indevido seja executado. Um exemplo disso é o que pode acontecer quando uma pessoa corre na esteira ao mesmo tempo em que assiste a um jogo de futebol. Enquanto ela está ali realizando o movimento de correr,

de forma muito parecida com a de quem está jogando a partida, pode tropeçar no momento em que alguém chuta a bola. Acontece que o cérebro dela estava ativado de uma forma tão parecida com a do cérebro de quem estava jogando na televisão, que simplesmente a observação de um chute induziu o reflexo involuntário de chutar. O que aconteceu foi que seu circuito inibitório quase deixou o movimento inadequado acontecer durante uma fração de segundo, mas se recuperou a tempo de impedi-lo. Dessa forma, é mais fácil estimular o cérebro para realizar um determinado movimento se você estiver vendo alguém realizar esse movimento.

Há um outro exemplo claro da falha em inibir o circuito-espelho, que é o nosso bocejo. Estima-se que seja devido justamente aos nossos neurônios-espelho que nós bocejamos quando vemos outra pessoa bocejar. Apesar da ciência não saber bem o porquê, esse estímulo visual é tão forte para estimular nosso circuito-espelho que facilita a imitação involuntária do bocejo e torna esse comportamento quase incontrollável em alguns momentos.

Outro fator interessante a se considerar é que a capacidade de compreensão de uma pessoa depende de sua experiência prévia. Por exemplo, sua capacidade de compreensão dos movimentos de atletas

será muito maior se você praticar os mesmos esportes. Nesse caso, por meio de treinamento e experiência prévia, você teria todos os circuitos motores necessários para realizar tal modalidade esportiva, de modo a ser mais fácil espelhar o comportamento motor de atleta. Obviamente, a capacidade de compreensão de uma pessoa leiga no esporte não será tão boa, assim como nenhum de nós, humanos, conseguimos simular mentalmente como seria galopar como um cavalo ou voar como um pássaro, pois não temos em nossos cérebros o circuito motor de galope ou de bater asas.

Podem acontecer situações semelhantes

ao se observar um outro indivíduo sentindo dor. Há muitas dores comuns, porém algumas dores são exclusivas para algumas pessoas. Por exemplo, as que possuem um útero e menstruam regularmente. Nós, autores deste capítulo, como não possuímos um, jamais seremos capazes de compreender plenamente a dor de uma cólica uterina, mesmo que existam maneiras de simular isso ou que existam dores similares, como a cólica intestinal. Assim como nos circuitos motores, há circuitos neurais para entender a dor uterina no cérebro das pessoas com útero, assim como há um circuito específico para entender qualquer

outra dor corporal que nos atinja. Esses circuitos, inclusive, são reforçados a cada ciclo menstrual e eles também têm propriedades espelho, sendo responsáveis, então, pela compreensão da dor da outra pessoa quando a observamos.

E não só dor e movimento são fenômenos que podem ser espelhados pelo nosso cérebro. Em geral, se conseguimos entender qualquer sensação ou ação que outra pessoa está passando ou realizando, é porque provavelmente existem circuitos de neurônios espelhando isso em nosso cérebro. Portanto, por meio dos circuitos-espelho nós podemos entender melhor os sentimentos dos ou-

tros e podemos ter uma melhor compreensão do que estamos vendo acontecer com outras pessoas. Isso influencia muito na nossa empatia e tomada de decisão. Se você vir alguém desconhecido na rua sendo picado por um mosquito, provavelmente vai atribuir a isso um valor baixo de dor. Porém, se vir ela cair de bicicleta e agonizar de dor no chão por ter ralado feio alguma parte do corpo, vai atribuir um valor mais alto à dor dela. Essa diferenciação influencia a empatia que você sentirá pela pessoa desconhecida e na sua propensão a ajudá-la.

Portanto, os neurônios-espelho influenciam na sua tomada de decisão so-

bre situações cotidianas. Claro que muitos outros fatores estão envolvidos na decisão de ser altruísta ou não, como a sua proximidade familiar/afetiva, contexto social local, preconceitos, viabilidade física, entre outros que serão ponderados pelo seu cérebro antes de agir.

Esses nossos neurônios podem ter ainda mais funções, como nos ajudar a prever as intenções dos outros: o sistema pode disparar mesmo que as pessoas apenas deem sinais de que farão alguma coisa. Isso também contribui no processo de tomada de decisão e é algo relevante nos esportes: visualizar ou escutar o início da ação de uma adversária, prever seu movi-

mento com isso e planejar qual será a ação mais adequada para evitar que ela ganhe de você.

Outra função possível seria no aprendizado motor e da linguagem, auxiliando na formação de memórias através do entendimento da ação de outras pessoas e, então, pela imitação, assim como no caso do bocejo, porém sem já ter neurônios programados para espelhar. Essa última questão ainda está em discussão no meio científico e há diversos fatores envolvidos na aprendizagem, sendo difícil afirmar, atualmente, se neurônios-espelho desempenham uma função importante

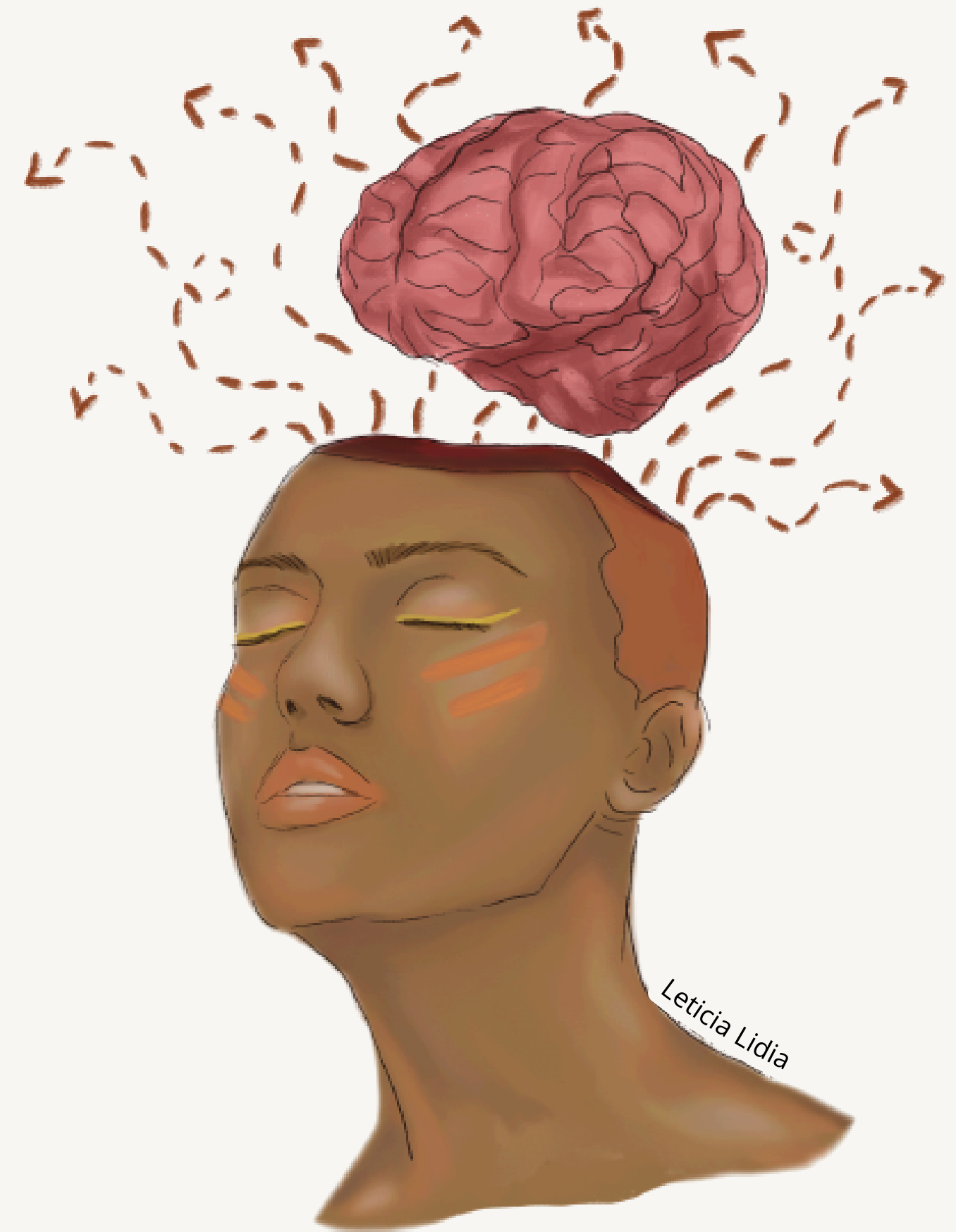
nesse processo.

Além de humanos e macacos, citados anteriormente, a ciência já demonstrou que demais primatas não humanos possuem neurônios-espelho também. Alguns exemplos são o macaco-de-cauda-de-porco-do-sul (*Macaca nemestrina*) e os saguis (gênero *Callithrix*)! Há evidências fortes de que os circuitos-espelho estão presentes também em roedores, como ratos e camundongos, nas regiões cerebrais relacionadas à dor, e em pássaros canoros justamente nas regiões ativadas durante o canto, indicando que eles aprendem a cantar por imitação.

Portanto, a propriedade espelho do nos-

so cérebro é mais uma das habilidades extraordinárias que a evolução biológica nos proporcionou, mesmo sem saber da existência dela. Todos nós, humanos, a usamos todos os dias. Inclusive, vivemos e sobrevivemos devido à propriedade espelho, pois somos uma espécie que só consegue viver em grupo, interagindo e cooperando constantemente, e é essencial que possamos entender o que as outras pessoas estão fazendo e sentindo. Sugerimos, então, que você valorize o espelho que há dentro da sua cabeça, entenda que há um sistema complexo — e, muitas vezes, falho — que faz você entender os sentimentos de outra pessoa.

Assim, mesmo sendo incapazes, às vezes, de entender a dor ou felicidade dos outros, não podemos duvidar que elas existam. É disso que se trata possuir empatia.



Glossário

Ativação neuronal: quando um neurônio recebe sinais elétricos (conhecidos pelos cientistas como “potenciais de ação”) de outros neurônios ao seu redor que são suficientes para ele gerar o seu próprio sinal elétrico e transmitir para outros neurônios que sejam interessantes. Esses sinais elétricos são como mensagens, quando um sinal passa de um neurônio para outro ele está literalmente passando uma informação adiante, só que em uma linguagem elétrica.

Córtex cerebral: camada mais externa e enrugada do nosso cérebro que é responsável por interpretar e processar as informações que chegam no nosso organismo.

Neurônios: células do sistema nervoso responsáveis por captar estímulos externos (do ambiente) e internos (do organismo) e pela transmissão e comunicação destes estímulos por meio da propagação de sinais e impulsos elétricos ao longo do corpo e no cérebro.

Referências

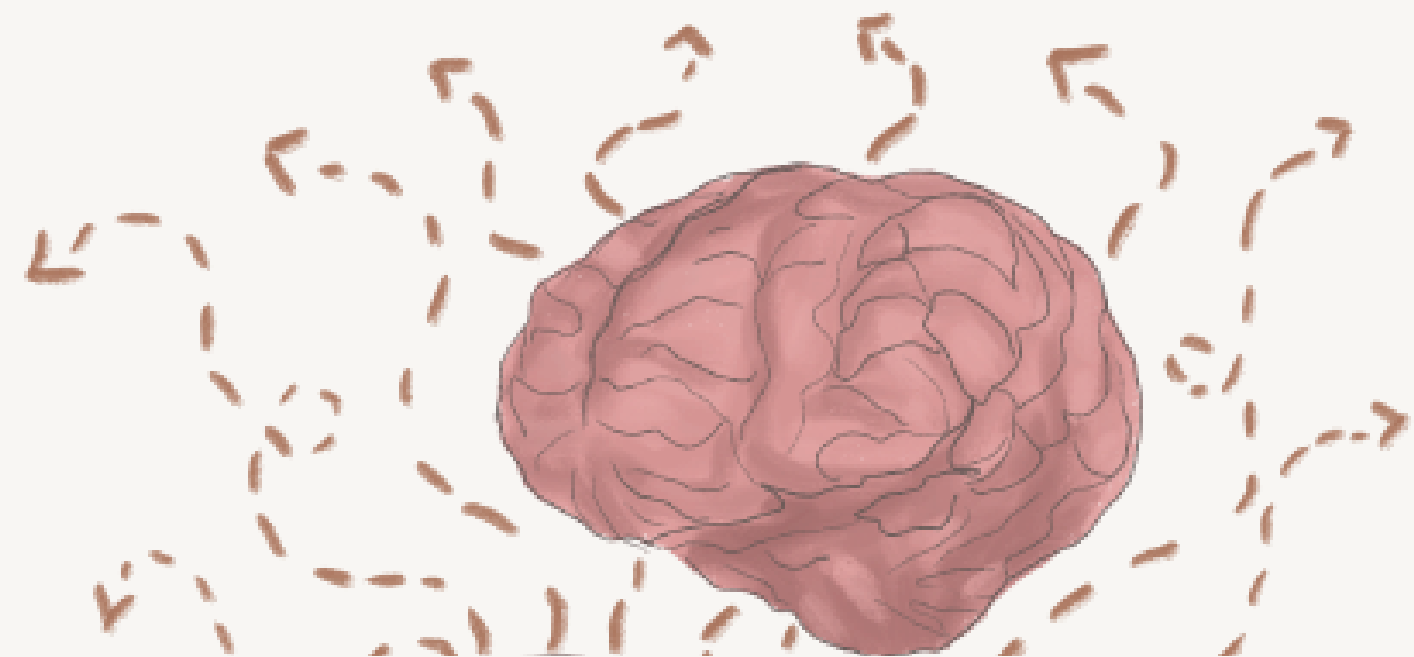
Allan P. Lameira e colaboradores, Neurônios Espelho, 2006.

Edna Bertini, Neurônios Espelho e empatia, 2017.

Giuseppe di Pellegrino e colaboradores, Understanding motor events: a neurophysiological study [Compreendendo eventos motores: um estudo neurofisiológico], 1992.

Helene Haker e colaboradores, Mirror neuron activity during contagious yawning: an fMRI study [Atividade dos neurônios espelho durante o bocejo contagioso: um estudo de fMRI], 2012.

Wataru Suzuki e colaboradores, Mirror Neurons in a new world monkey, common marmoset [Neurônios espelho em um macaco do novo mundo, sagui comum], 2015.



Achou que só existia cultura nos humanos? Achou errado!

por Iroko Alyson dos Santos Cavalcante, Angelo Tenfen Nicoladeli e Paulo César Simões-Lopes



Assim como boa parte dos jovens da sua idade, Imo era extremamente curiosa e inquieta. Não era incomum vê-la pulando para lá e para cá, explorando e se deliciando com as descobertas de um mundo completamente inexplorado. Os mais velhos, claro, não compartilhavam desse entusiasmo. Eles não podiam se dar ao luxo de gastar energia com esse tipo de coisa, principalmente em um

momento em que a comida estava tão escassa. Naquele ano, o inverno estava sendo bem rigoroso na Ilha Koshima, no sul do Japão, onde eles moravam. Diferentemente de seus parentes mais ao norte, ali em Koshima não havia fontes termais para onde todo mundo pudesse fugir e se esquentar.

Imo e outros jovens gostavam das praias, pois sempre havia algo novo acontecendo por lá. Certo dia, em uma das suas aventuras, eles encontraram diversas batatas-doces espalhadas pela areia. Aquilo era maravilhoso: comida abundante era algo que eles não estavam acostumados naqueles tempos inverniais de escassez. Os

outros jovens nem hesitaram, atacaram as batatas e comeram quantas conseguiram. Imo não gostava da ideia de comer aquelas batatas com tanta areia e, então, antes de botá-las na boca, decidiu lavá-las na água do mar. Além de retirar toda sujeira, as ondas acabavam salgando sua comida. Era uma ótima forma de temperar as batatas e deixá-las ainda mais saborosas. Os outros jovens, vendo aquilo, acharam uma boa ideia e resolveram fazer a mesma coisa.

Nas semanas seguintes as batatas, inexplicavelmente, continuaram a aparecer na praia. Imo e os outros jovens seguiram lavando-as no mar antes de comê-las. Logo, até mesmo os mais velhos, vendo o

entusiasmo dos jovens, resolveram aderir àquele comportamento. Meses depois, lavar batatas era algo tão natural que praticamente já havia se tornado uma parte importante da cultura local.

Do outro lado do mundo, em Laguna, Sul do Brasil, Tafarel e sua mãe também precisavam comer, mas conseguir alimento não era uma tarefa muito fácil. Os peixes da região, apesar de serem espertos e rápidos, formavam boa parte do seu cardápio. Além disso, elas não eram as únicas interessadas nesse alimento, pois havia também os pescadores locais. Não era uma competição muito justa, porque além de estarem em maior número, eles

possuíam um conjunto de ferramentas para capturar os peixes, principalmente redes. Bastava jogá-las na água e pronto, diversos peixes ficavam presos nelas. No entanto, apesar de habilidosos e bem equipados, os pescadores contavam basicamente com a sorte para encontrar e capturar os peixes nas águas turvas, de modo que era muito comum jogarem as redes na água muitas vezes ao dia e não conseguirem nada. Às vezes, a energia que eles gastavam não compensava o trabalho todo. Mas, que outra opção eles tinham? Já com Tafarel e sua mãe as coisas eram um pouco diferentes. Elas eram ótimas em localizar e encurralar os peixes, porém, por

estarem em menor número, frequentemente não conseguiam capturar muitos deles. Sabemos como é: peixes são bichos inteligentes, certo?

Foi então que algo inesperado aconteceu. De quem partiu a iniciativa ninguém sabe dizer, mas depois de algum tempo as duas estavam cooperando com os pescadores locais. De um lado, os pescadores eram a distração que Tafarel e sua mãe precisavam para capturar mais peixes. De outro, elas eram a precisão que os pescadores buscavam na hora de localizar os cardumes e jogar suas redes. Existia toda uma estratégia envolvida nesse processo. A mãe de Tafarel nadava e encur-

ralava os peixes próximos aos pescadores, enquanto a jovem observava tudo, aprendendo. Quando sua mãe finalmente dava o sinal, os pescadores sabiam que o cardume estava por ali. Era só confiar na precisão daquela informação, jogar a rede e partir para o abraço. Tafarel e sua mãe, por outro lado, acabavam ficando com os peixes atordoados que se separavam do cardume na tentativa de fugir das redes. Era tiro e queda: todo mundo saía feliz, exceto os peixes.

É óbvio que elas podiam conseguir os peixes sem colaborar com os pescadores, mas aquilo deixava tudo mais fácil. Tanto eles quanto elas economizavam tempo e e-

nergia na hora de conseguir comida. Depois de algumas gerações, essa cooperação tornou-se algo bem estabelecido em Laguna. Cada vez mais os jovens aprendiam os sinais usados para indicar a localização do cardume, e os pescadores, por sua vez, reconheciam esses sinais. Isso tudo botou a cidade no mapa mundial por ter uma cultura particular e fascinante.

Apesar de estarem em cantos opostos do globo, Imo e Tafarel são exemplos de como um novo comportamento pode se espalhar dentro de uma população. É um caso interessante de como algo isolado pode ser aprendido por outros indivíduo e logo tornar-

se característico dentro de um grupo. É o que muitos de nós conhecemos, pelo menos vulgarmente, como cultura. Algo tão humano e comum que a narrativa sobre Imo e Tafarel pode nem parecer tão atraente a uma primeira vista, salvo um pequeno porém: se você achou que Imo e Tafarel eram seres humanos, talvez a verdade lhe surpreenda.

Cultura em animais não humanos

Imo e Tafarel são reais, mas não se tratam de seres humanos. Imo é uma jovem macaca-japonesa (*Macaca fuscata*), e Tafarel, uma golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*). O que une as duas é o

fato de que ambas são animais que compartilham comportamentos culturais. Animais não humanos, para sermos mais específicos.

Neste momento, é normal surgirem questionamentos como “Vocês estão falando que bichos têm cultura?”. Não é para menos. Ouvimos por aí que nossa espécie é a única entre os animais que possui manifestações como arte, folclore, religião, culinária, tradições milenares ou até mesmo bandas de punk rock, grupos de hip-hop e orquestras sinfônicas. Tudo isso está ligado ao imaginário popular do que consideramos como cultura. É muito natural pensarmos que ela é algo exclusivo

da nossa espécie, certo?

Bem, o buraco aqui é muito mais embaixo. Para começar a investigá-lo precisamos, primeiro, definir uma coisa: o que é cultura?

Conceituá-la não é uma tarefa fácil e muitas tentativas de explicar e definir esse termo já foram propostas. O que a maioria delas tem em comum é sua restritividade, ou seja, apenas um pequeno grupo se enquadra dentro dos seus pré-requisitos. Estudiosos da antropologia tendem a entender cultura como um conjunto que inclui crenças, ideias, conhecimento, moral, leis, costumes e todo e qualquer comportamento humano passado entre

gerações de uma sociedade. Mas, se cultura é algo que só nossa espécie desenvolveu, como você explicaria o comportamento de Tafarel e dos golfinhos de Laguna-SC que ensinam seus filhos a levarem os peixes até a rede dos pescadores? Como você explicaria o comportamento de Imo e de toda aquela população de macacos que aprendeu e ensinou seus companheiros que batatas lavadas ficavam mais apetitosas? Isso não é cultura? Esses são exemplos claros de conhecimentos passados entre as gerações. Imo e Tafarel não estão sozinhos. Quando observamos o mundo natural, conseguimos encontrar várias outras situa-

ções semelhantes.

Vamos olhar um pouco melhor para elas.

Pássaros trombadinhas, baleias cantoras com sotaque e macacos-prego usando martelos

Na Inglaterra, populações de pássaros conhecidos como chapins-azuis (*Cyanistes caeruleus*) são verdadeiros trombadinhas. Essas bolinhas mixurucas e cheias de penas eram capazes de abrir garrafas de leite que costumam ser deixadas às portas das casas pelos entregadores para conseguirem a nata que fica concentrada no topo do gargalo. Esse tipo de comportamento foi observado também em espécies evolutivamente próximas, como os chapins-reais (*Parus ma-*

jor) e os chapins-carvoeiros (*Parus ater*). Todo um grupo de indivíduos que não costumava se alimentar dessa maneira começou a imitar esse comportamento específico quando ele surgiu. Uma pena para os moradores que gostam da nata do leite.

Em um local um pouco mais distante e molhado, mamíferos graciosos como as baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) também nos encantam com seus comportamentos culturais. Na Austrália, durante uma época específica do ano, duas populações dessas gigantes marinhas se encontram e convivem por um tempo. Entretanto, quando chega o período repro-

ductivo, os dois grupos se separam e seguem caminhos opostos: enquanto um nada para o leste, o outro segue para o oeste, como se estivessem em uma grande turnê. acredite, é exatamente isso que baleias-jubarte são: grandes cantoras, principalmente quando estão procurando por um parceiro sexual. Alguns de nós também fazem isso, mas não com a mesma graciosidade que elas.

O que torna toda a história mais interessante é que as populações de baleias do leste cantam de uma forma diferente das que estão no oeste. Em outras palavras, as baleias têm sotaques diferentes porque não compartilham o

mesmo ambiente para reprodução e esse sotaque é passado de geração em geração devido à aprendizagem social. As baleias-jubarte do leste e do oeste são idênticas, a única característica que as distingue é esse elemento cultural, assim como as únicas coisas que diferem um paulista, um potiguar e um catarinense são o sotaque e o uso do vocabulário.

E por falar em sotaque, isso é algo muito comum em aves, algumas até bem familiares no nosso cotidiano, como os bem-te-vis (*Pitangus sulphuratus*) e os papagaios (gênero *Amazona*). Não é raro descobrirmos variações no canto entre populações diferentes de uma mesma es-

pécie. Essas diferenças, chamadas de dialetos, são uma herança cultural aprendida dos pais ao longo da vida. As aves jovens aprendem a cantar ouvindo as mais velhas e praticam ouvindo o próprio canto, até o momento em que desenvolvem sua própria identidade sonora. Parece familiar, não é mesmo? Bem, basicamente, é assim que aprendemos o nosso primeiro idioma. Ouvimos nossos pais e todo mundo ao nosso redor e tentamos imitar os sons que eles reproduzem. As linguagens estão em constante modificação, seja ao longo do tempo, seja regionalmente. Então, não é de se surpreender que a forma como os ani-

mais se comunicam também tenha variações. Basta comparar o português utilizado por Machado de Assis em fins de 1800 com o português atual, por exemplo.

Mas, os exemplos de cultura em animais não humanos não giram somente em torno da habilidade de abrir garrafas ou das diferenças na forma como eles se comunicam.

Um dos nossos parentes mais próximos, conhecido popularmente como chimpanzé (*Pan troglodytes* e *Pan paniscus*), é um exemplo de animal não humano que apresenta uma diversidade cultural considerável. Eles são nossos “primos” baixinhos, musculosos, engraçados e que

têm um sorriso encantador. Existem populações de chimpanzés que “pescam” cupins em seus ninhos com a ajuda de pequenas varetas, enquanto outros usam uma estratégia um pouco mais agressiva, quebrando os cupinzeiros contra o chão. Alguns até mesmo batem os cupinzeiros em rochas, usando-as como bigornas. Para cada necessidade, estratégias diferentes de se obter o alimento surgiram entre esses primatas e elas se espalharam em suas respectivas populações através de gerações. Algumas outras pesquisas já mostraram chimpanzés usando galhos como lanças rudimentares para conseguir capturar presas de dentro de árvores ocas.

Sabe-se, hoje em dia, que até mesmo alguns parentes mais distantes, como o macaco-prego (gênero *Sapajus*), usam ferramentas fabricadas por eles há pelo menos 3 mil anos. Não é de hoje que observamos esses macaquinhos sapecas usarem pedras como pequenos martelos para quebrar castanhas e frutinhas. Sabemos que eles até escolhem quais materiais são melhores para essa tarefa. Como se isso já não bastasse para impressionar, há registros desses pequeninos usando gravetos e galhos como pás para escavar ninhos e conseguir ovos.

Mas se você achou que o uso de ferra-

mentas é algo restrito aos primatas, enganou-se. Aves são outro grupo que faz uso delas, e esse tipo de registro é abundante. Corvos (gênero *Corvus*) são mestres no uso de ferramentas improvisadas. Assim como acontece com os primatas, eles também usam gravetos para “pescar” suas presas. Em experimentos científicos controlados, observou-se o quão impressionante é a capacidade dessas aves em resolver problemas e improvisar soluções com diversos objetos. Há registros desses animais usando pedras e até mesmo carros em movimento para conseguir quebrar nozes!

Por meio do reconhecimento de padrões urbanos simples, como as diferentes luzes de um semáforo, eles aprenderam a jogar nozes no asfalto quando o semáforo está verde e com os carros em movimento. Em seguida, quando fica vermelho e os carros param, elas descem para buscar a sua comida triturada, pois o tráfego já não é mais uma ameaça. Bem mais prudentes do que muitos motoristas por aí, não é mesmo?

Não se faz cultura sozinho

A ciência já estudou a anatomia e comportamento de animais comparando as semelhanças e as diferenças entre eles.

Assim como nesses casos, há também o estudo da cultura sob um ponto de vista comparativo! Para que isso seja possível, primeiro precisamos expandir nossa ideia do que consideramos cultura. Uma definição proposta por biólogos é que cultura nada mais é do que qualquer comportamento novo que aparece em uma população de seres vivos, que se espalhe por boa parte desse grupo e seja transmitido entre gerações. Com esse tipo de definição em mãos, temos uma base para estudarmos e compararmos os comportamentos culturais de animais não humanos.

Além disso, essas práticas comporta-

mentais não podem ser fruto direto da influência genética ou ambiental. Em outras palavras, significa que a forma como o animal se comporta não pode ser ditada diretamente pela “programação” escrita em seu **genoma** ou por algum elemento específico do ambiente em que ele vive. Nos nossos exemplos anteriores, todos esses comportamentos surgiram espontaneamente entre esses animais. Eles não nasceram sabendo como usar pedras e gravetos como ferramentas, ou como abrir as garrafas de leite. Dialeto e sotaques não são definidos por diferenças genéticas entre as populações. O que difere chimpanzés usando lanças de chimpanzés

que não as usam é pura e simplesmente o fato de que somente um deles aprendeu a usá-las.

Por fim, só aprender a fazer algo novo não basta. A cultura não é simplesmente o que um animal pode ou não aprender a fazer. Se fosse o caso, poderíamos argumentar que a língua de sinais é um comportamento cultural em chimpanzés, gorilas e cachorros, já que há inúmeros casos de animais dessas espécies que aprenderam a reconhecer os padrões desse tipo de comunicação, e até mesmo a usá-la. Sabemos que esse não é o caso. Para um comportamento ser considerado cultural é preciso que ele se

espalhe e se mantenha em uma população. Isso é possível quando os indivíduos dessas populações apresentam o chamado comportamento gregário: um estilo de vida em que os indivíduos convivem em grupos sociais, tendo a oportunidade de observar e aprender com seus semelhantes. É necessário que, nesses grupos sociais, cada animal possua um certo senso de individualidade. Essa noção de individualidade é o que permite que cada indivíduo do grupo experimente a realidade ao seu redor de uma forma diferente dos outros, levando-os a se comportar e reagir aos estímulos de uma maneira única, o que, conseqüentemente,

faz com que novos comportamentos brotem como uma solução criativa para se lidar com cada situação. Por fim, se há distinção entre os indivíduos, como posição social no grupo, por exemplo, há também aqueles que vão ser copiados e aqueles que vão copiar.

Esses últimos critérios explicam o porquê não vemos comportamentos culturais em polvos, apesar deles serem animais inteligentes que aprendem rápido a solucionar problemas. Por serem criaturas de hábito mais solitário, não há oportunidade para que um animal aprenda com o outro e esse tipo de comportamento seja transmitido para as gerações seguin-

tes. Por outro lado, também não vemos comportamentos culturais em animais que vivem em grupos bem numerosos, como vários peixes, formigas ou abelhas. Nesses grupos, a estrutura social da população leva os indivíduos a se comportarem como um superorganismo, desprovido da noção de individualidade (são os chamados bandos anônimos). A janela de oportunidades para um comportamento se destacar nesse tipo de organização social é limitada.

Por que a cultura é importante e como ela se mantém em uma população

Mas se a cultura não tem origem genética,

como ela pode se manter por tanto tempo em uma população?

Responder a essa pergunta fica mais fácil quando pensamos um pouco nos seres humanos. Por que falamos português? Como dito anteriormente, muito provavelmente porque nascemos e crescemos em famílias que utilizam essa língua como principal forma de comunicação e, também, porque vivemos dentro de uma sociedade que é conhecida por falar o português. Escolhemos falar esse idioma? Não. Apenas imitamos e aprendemos com os outros seres humanos à nossa volta. Essa é uma das grandes características dos comportamentos cultu-

rais: o aprendizado social entre gerações.

Se um comportamento cultural estiver relacionado com a sobrevivência, ele é uma vantagem por si só. Por exemplo, extrair um alimento normalmente não acessível como água de coco, ou melhorar sua eficiência alimentar capturando mais cupins em menos tempo, são comportamentos culturais vantajosos em sua essência. Assim, é fácil explicar o porquê de sua manutenção na população: isso aumenta a chance daquele indivíduo sobreviver e deixar mais descendentes, os quais irão transmitir a outros o que aprenderam não por causa de seus genes, mas sim por causa de sua experiência.

A manutenção de um comportamento cultural também pode estar relacionada à aceitação dentro de um grupo. Vejamos uma questão, por que tantas pessoas atualmente voltaram a usar pochete? Ora, porque influenciadores de opinião, como cantores e *rappers*, voltaram a incluir esse acessório em seus looks. De uma hora para outra, jovens estavam usando pochetes como se isso fosse uma grande novidade. Ou seja, algo que era cafona e brega passou a ser importante para a aceitação em certos grupos sociais. Isso influencia a facilidade em encontrar parceiros sexuais, proteção no bando, alimento, etc.

A cultura também pode funcionar como um gatilho para a evolução, levando duas populações de uma mesma espécie a seguirem caminhos opostos na vida, já que não compartilham mais da mesma cultura. Aquelas duas populações de baleia-jubarte da Austrália, por exemplo, podem gerar duas novas espécies ao longo do tempo. Os diferentes dialetos em aves da mesma espécie também podem causar efeito parecido.

Mas, no fim das contas, o que aprendemos com tudo isso? Que a cultura não é algo exclusivo dos humanos. Os seres humanos não estão no topo de uma escala cultural imaginária. Aliás, tal escala nem existe.

Cada ser vivo sobrevive da maneira que pode e consegue, alguns o fazem por meio do comportamento cultural, enquanto outros adotam estratégias igualmente funcionais. Dessa forma, o fato de um animal apresentar comportamento cultural não implica que ele seja mais ou menos evoluído que outros. Na luta pela sobrevivência, o que importa, no fim das contas, é se você vai permanecer vivo para deixar descendentes.

Cada organismo vivo no nosso planeta é único em suas características. Assim como Imo e Tafarel “produziram” cultura em suas populações, seres humanos, baleias, pássaros, macacos e muitos ou-

tros também podem fazê-lo. Esses são só alguns dos exemplos de comportamentos culturais presentes em animais não humanos. Essa lista tende a aumentar conforme os cientistas direcionam seus olhos para o mundo natural em busca de culturas desconhecidas por aí. Que outros seres vivos culturais ainda existem para serem descobertos?



Glossário

Genoma: conjunto de toda a informação genética (sequência de DNA) presente em um determinado organismo.

Referências

Kevin N. Laland e colaboradores, The animal cultures debate [O debate sobre as culturas animais], 2006.

Murillo Pagnotta e colaboradores, A controvérsia em torno da atribuição de cultura a animais não humanos: uma revisão crítica, 2013.



Morcego-Negro, Homem-Morcego ou Batman: o que a tradução tem a ver com isso?

por Brenda Kieling Balbinotti, Luiz Felipe Cordeiro Serigheli, Gilles Jean Abes

Você sabia que o Batman já teve outros nomes no passado? Como você se sentiria se o super-herói fosse chamado de Morcego-Negro atualmente? Ao longo do tempo, as editoras brasileiras traduziram o nome do personagem de diferentes formas. Você já parou para pensar na importância da tradução em nossas vidas?

A tradução está presente em nosso mundo e em todo lugar, tanto na legenda da série ou filme que você assiste quanto nos rótulos de embalagens de produtos do supermercado. Mas, muito além da atualidade, essa prática já existe há milênios, a partir do primeiro momento em que dois grupos de humanos que falavam



línguas distintas começaram a interagir entre si e precisaram se entender. Já pensou como seria encontrar um povo que fala uma língua diferente da sua e não ter dicionário nem Google Tradutor para lhe ajudar? O caminho sobre o tema é longo e passa por diversos momentos da história da humanidade, como a descoberta dos hieróglifos do antigo Egito e no contato de europeus com os povos originários da América.

O primeiro tipo de tradução pode ser feito entre as palavras de uma mesma língua e se chama tradução intralingual. Quando você procura o significado de uma palavra em um dicionário de português ou

lê um texto antigo em português modernizado, você, na verdade, está vendo uma tradução dessa palavra ou texto através de outras palavras da língua portuguesa. O segundo tipo é a tradução de um determinado sistema de signos para outro, o que se chama tradução intersemiótica — não confundir com signos astrológicos, aqui os signos se referem aos sinais da comunicação, que permitem a interação de um indivíduo com outro. Por exemplo, quando lemos um livro (sistema de signos verbais) e depois vamos assistir à mesma história no cinema, as palavras que lemos antes foram traduzidas em imagens (sistema de signos não verbais) para o fil-

me. E as traduções ainda podem ser feitas de uma terceira forma, de uma língua para outra língua, a tradução interlingual, como podemos ver na seguinte citação:

“ (...) Cristóvão Colombo constatou que seu intérprete de árabe e hebreu pouco lhe serviu para comunicar com os índios. Consequentemente, e após essa primeira viagem, ele decide capturar alguns índios e ensinar-lhes o espanhol para que lhe pudessem ser úteis como intérpretes na expedição seguinte. O mesmo aconteceu com espanhóis que estiveram presos pelos índios e que aprenderam a língua e os costumes deles, servindo depois também de intérpretes.” AP PORTUGAL (2019).

Neste exemplo, vemos como a tradução entre duas línguas foi utilizada como parte das estratégias de dominação da América. Cristóvão Colombo, ao raptar alguns indiví-

duos dos povos originários, decide ensinar-lhes espanhol com o propósito destes serem utilizados como intérpretes em suas expedições de exploração do continente americano.

Outra tradução que também teve grande importância foi a dos hieróglifos do antigo Egito, como mencionado anteriormente. Os hieróglifos foram **caracteres** utilizados na escrita egípcia e por muito tempo pesquisadores tentavam entender o significado desses, mas isso só foi possível com a descoberta da Pedra de Roseta (Figura 1) em 1799, onde, além dos hieróglifos, continha o mesmo texto escrito em duas outras escritas, o grego antigo e o

demótico. Dessa forma, ao comparar as três grafias, foi possível finalmente traduzir e compreender o significado dos hieróglifos, abrindo espaço para desvendar uma nova parte da história da humanidade.

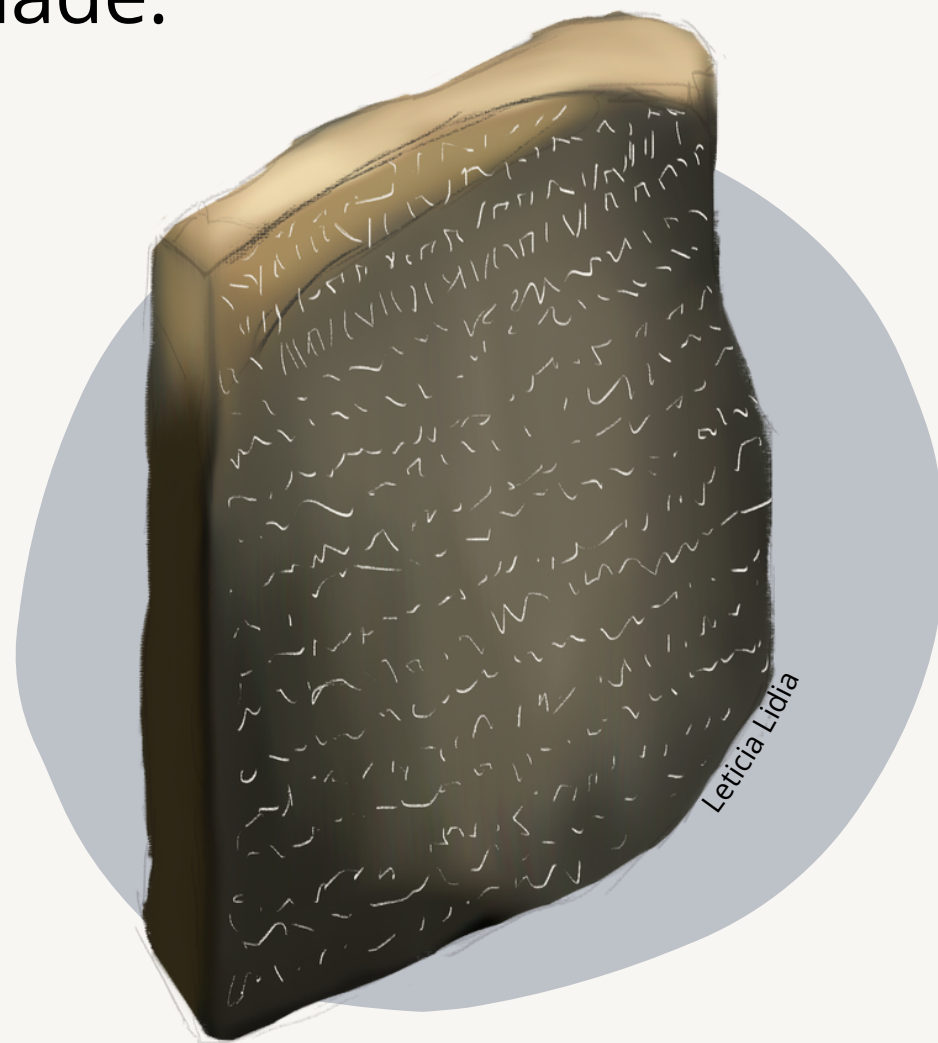


Figura 1. Representação da Pedra de Roseta.

Além disso, a tradução está presente na formação das línguas europeias, pois muitas delas provêm das traduções e retraduições do latim e do grego. Na Antiguidade, a maioria dos estudos e relatos sobre o assunto se dá sobre a tradução escrita em relação a manuscritos, textos e livros antigos. Um exemplo seria o livro “A Arte Poética”, de Aristóteles, em que seu manuscrito original em grego foi perdido e o que sabemos hoje é oriundo de uma tradução do árabe antigo desse texto. Outro exemplo seria a própria Bíblia, o livro mais lido do mundo, que foi traduzida diversas vezes ao longo do tempo, tendo sido publicada em mais de 2

mil idiomas.

Mas quem faz as traduções?

Levando em consideração o que foi aprendido até aqui, vimos que todo mundo realiza a tradução de alguma forma no seu cotidiano. Mas tem pessoas que realizam isso de maneira profissional, como trabalho. Por muito tempo, e até hoje, muitas pessoas não sabem o processo existente por trás do livro que leem ou do filme que assistem. Quando lemos um livro como “O Guia do Mochileiro das Galáxias” ou “Harry Potter”, temos a impressão de que o texto foi redigido em nossa própria língua, quando na verdade quem traduziu a

obra dedicou-se muito e estudou a autora ou autor, a história, suas linguagens e a língua de origem, para que chegássemos no texto final que encontra-se disponível em nossa língua. Esse problema é chamado de “invisibilidade do tradutor”, que desvaloriza e acaba prejudicando o trabalho da tradução. Além disso, existem questões referentes à autoria desses textos, que nos levam a pensar a diferença entre profissionais da tradução e o autor. O autor é aquele que cria o texto sem uma base já escrita: cria a história, os personagens, as falas, etc. Já o tradutor será aquele que irá traduzir esse texto já escrito para outro idioma, o que envolve

um processo radical de reescrita.

Atualmente a tradução está presente em todas as mídias que consumimos, propagandas, jogos, livros, quadrinhos, séries e assim por diante. Assim, as traduções se tornam cada vez mais e mais complexas, tentando se aproximar da realidade da outra língua, e a cultura na qual ela está inserida. Como a língua existe em conjunto com a sua cultura, ambas se influenciam e interagem mutuamente, e para o tradutor isso gera um problema. Por exemplo, no Brasil é comum um frentista cumprimentar um cliente das maneiras mais diversas: “patrão”, “meu rei”, “parceiro”. Em outro país, porém, essa in-

formalidade toda pode não existir e precisa ser repensada na hora da tradução.

Outras questões referentes à língua ainda podem surgir, como gírias, rimas feitas com as palavras ou referências culturais, as quais precisam ser repensadas ou reescritas no momento de traduzir para manter um tom cômico ou de localidade. Além disso, o tradutor também pode enfrentar outras situações difíceis, como receber apenas o texto para traduzir (para tradução de jogos digitais, por exemplo), sem entender o contexto ou toda a história, geralmente para evitar o vazamento de informações para o público em geral, ou ainda atuando para uma editora que limita

seu trabalho, censurando certos temas, frases ou palavras.

Vale ressaltar que essa tradução não é um trabalho mecânico. Exige muita pesquisa e conhecimento sobre a língua do texto-fonte e a língua para qual ele será traduzido. Apesar do tradutor tentar ao máximo passar as informações do texto original, muitas vezes são necessárias adaptações. Essas mudanças, que às vezes são indispensáveis, estão muito presentes na tradução de histórias em quadrinhos (HQs). Você sabia que a maioria dos HQs que você lê passa pela tradução antes de você conseguir comprar nas lojas? E você conhece o tradutor da sua HQ, livro ou

série favoritos?

A tradução de HQs

Os quadrinhos são compostos por imagens e textos que, quando colocados em sequência, formam uma história. Os quadrinhos se diferenciam da literatura pois englobam dois tipos de linguagens diferentes, a linguagem verbal e a não verbal, que guiam o seu pensamento durante a leitura. Tudo o que é colocado nas páginas das histórias em quadrinhos, como por exemplo onomatopeias — palavras que se formam a partir de uma reprodução similar de um som: tic-tac (barulho do relógio), boom (explosão) —

falas e imagens, passa por um processo de tradução ao ser adaptado para outro idioma.

Agora já podemos compreender um pouco mais da relação entre a tradução e as HQs. Voltando a falar sobre Batman, o famoso personagem, bilionário e órfão, treinado física e mentalmente para exercer o seu senso de justiça, combatendo o mal na sua cidade e no mundo. Em suas primeiras publicações foi chamado de Homem-Morcego (Figura 2), porém quando passou a ser publicado simultaneamente em outra editora, se tornou Morcego-Negro (Figura 3). Além disso, o herói também passou por algumas mudanças: ao

invés de morar em Gotham, morava em Rio Doce, e diferente de Bruce Wayne, seu personagem tinha o nome de Bruno Miller. Você consegue imaginar as histórias de Bruno Miller pelas ruas de Rio Doce combatendo o mal como Morcego-Negro?



Figuras 2 e 3. Releitura de uma das capas das HQs originais do Homem-Morcego e Morcego-Negro, uma das traduções já feitas para o nome do Batman.

O mercado da tradução de quadrinhos no Brasil começou por volta dos anos 1970, mas como uma forma de trazer as revistas da *Disney* e dos super-heróis para crianças. Não se tinha uma profissão, qualquer pessoa que conhecesse o idioma original poderia realizar esse trabalho. Nessa época, a tradução era feita a partir da retirada do balão de fala da imagem e sua substituição com a escrita traduzida. Dessa forma, o próprio tradutor podia escolher qual o tipo de balão utilizar, a ordem dos balões, etc. Isso só foi mudar a partir dos anos 1990, quando chegaram os filmes baseados em história em quadrinhos e o trabalho do tradutor obteve um pouco ma-

is de visibilidade.

As tendências tradutórias estão entrelaçadas com as tendências **mercadológicas** que influenciaram nas traduções de nomes de personagens e títulos dos quadrinhos ao longo do tempo em nosso país. Nos anos 1980, a tendência era traduzir tudo. É quando aparecem os nomes Super-Homem, Homem-Aranha e Homem-Morcego, por exemplo. Já nos anos 1990 a tendência era não traduzir os nomes, então surgiram nomes como *Iron Man* e *Wonder Woman*. Nesse momento, as pessoas não sabiam exatamente quem era o personagem, pois o nome que estava cristalizado na cultura popular de forma

traduzida era Homem de Ferro. Depois disso, a escolha ficou arbitrária, dependendo do tradutor e da editora. Uma das grandes problemáticas hoje é a falta de comunicação dos tradutores de antigamente com os tradutores da atualidade, o que acaba dificultando bastante a busca de referências das histórias anteriormente traduzidas, além de propiciar a ocorrência de casos como esses da mudança de nomes.

Além disso, atualmente a comunidade vem criando diversos questionamentos, pois através da internet os fãs têm acesso ao material original e às vezes ao conhecimento da outra língua. Assim, aca-

bam reclamando de aspectos das traduções, principalmente de mudanças drásticas. Como no caso da HQ *Sandman*, o personagem *Dream* teve o nome traduzido para “Sonho” mas, em uma edição oficial da editora brasileira, foi traduzido para “Devaneio” (Figura 4). Assim, o personagem foi chamado de Devaneio somente em algumas páginas, mas foi o suficiente para criar uma polêmica muito grande.

Alguns erros de revisão e de impressão também acabam gerando confusão, às vezes até exageradas ao ponto de chegar no autor do quadrinho. Foi outro caso de *Sandman*, em que o autor do HQ original, Neil Gaiman, tuitou para a editora brasilei-

leira seu descontentamento com a edição nacional por ela possuir diversas falas de personagens desalinhadas nos balões. A editora, por sua vez, se desculpou e providenciou novas impressões com correções para o quadrinho.

Podemos citar também o mangá e anime *Shingeki no Kyojin* (進撃の巨人), cuja tradução mais próxima para o português seria “Titã de Ataque”, mas acabou tendo seu título traduzido para *Attack on Titan* em inglês e a partir disso foi traduzido para português como “Ataque dos Titãs”. A história se passa em um mundo onde a humanidade vive cercada em grandes muralhas e precisa proteger seu território e



Figura 4. Releitura de um quadro da HQ *Sandman* (Editora Panini) em que o personagem *Dream* possuiu duas traduções diferentes. E agora, é Sonho ou Devaneio?

buscar expandi-lo, lutando contra o ataque de seres gigantesco, os titãs. Mais tarde, na trama da obra, descobrimos que o título “Titã de Ataque” viria a ser mais exato e deveria ter sido mantido, e o uso da tradução em inglês e português acabou diminuindo o impacto da reviravolta na trama.

Dessa forma, podemos perceber o quão importante é a tradução e sua atuação sobre o público consumidor. Porém, a pesquisa nessa área ainda é subestimada. Muitos não conseguem visualizar o peso social e histórico que as HQs possuem. Eles refletem a literatura, pensamento social, cultural e o momento que está sendo vi-

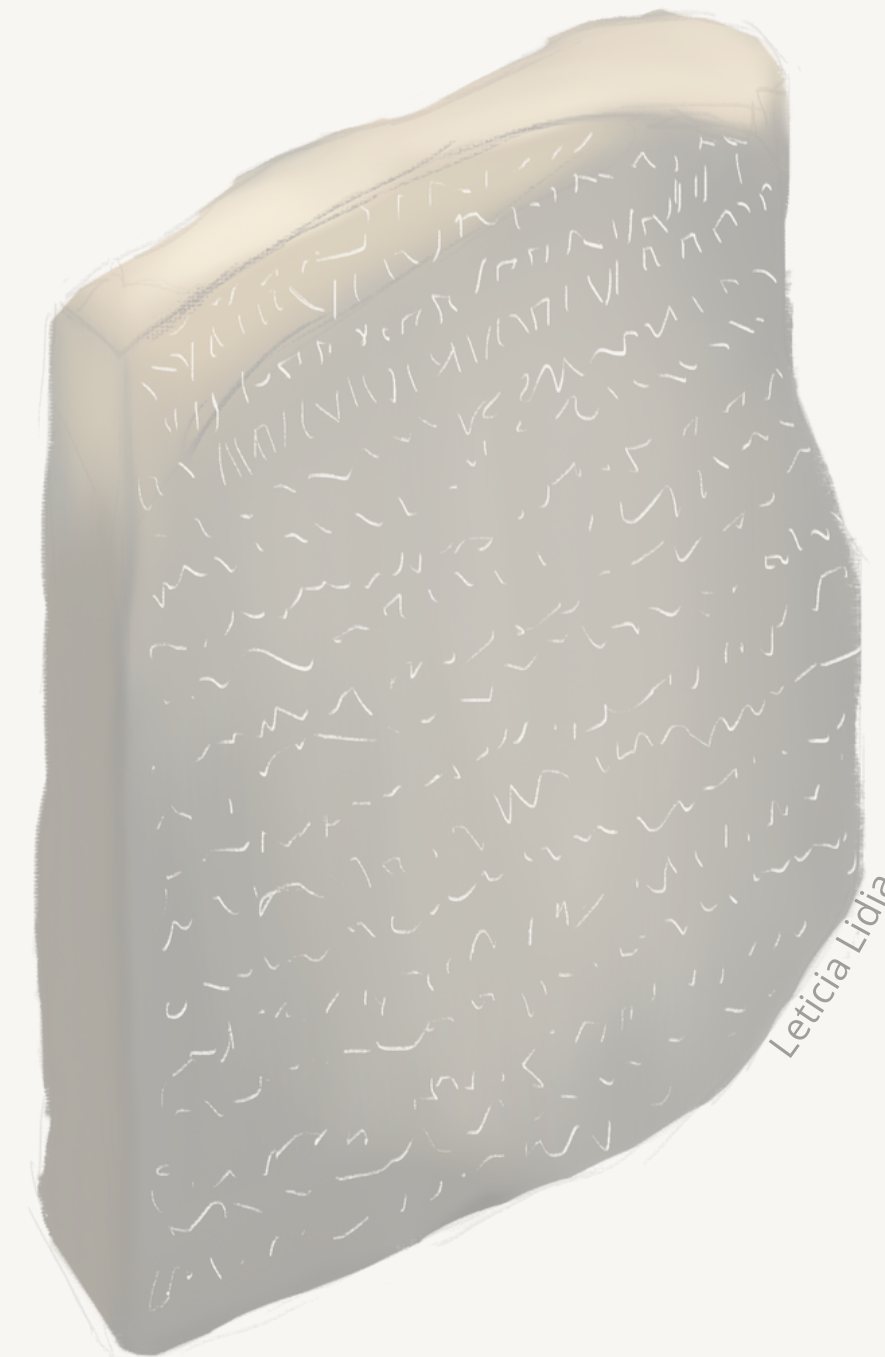
venciado. Podendo citar aqui a HQ do Capitão América, que reflete claramente a sociedade estadunidense da época, com seu nacionalismo forte e exaltação do combate aos nazistas na Segunda Guerra Mundial.

Traduzir quadrinhos não é traduzir só palavras num balão de fala, é traduzir personalidades, ideias e a realidade em seu entorno. Por exemplo, o conhecimento de modismos de fala popular de cada época, caso o personagem seja um viajante no espaço-tempo; o tom de voz, as gírias, o tempo de fala, tudo isso deve ser levado em consideração. Mas isso nem sempre acontece, pois ainda não temos o aperfei-

çoamento da tradução de quadrinhos na formação de tradutores. Geralmente, os quadrinhos mais estudados são os quadrinhos de comédia, como Garfield, e adaptação de quadrinhos didáticos, como a Coleção Literatura Brasileira em Quadrinhos, que possui títulos como “O Cortiço”, “Senhora”, entre outros.

Então, na próxima vez que estiver lendo alguma embalagem de produto, assistindo a algum filme ou série, lendo algum livro ou uma história em quadrinhos, lembre-se de todo o processo que os tradutores realizaram para que você pudesse consumir essa obra! A tradução é uma arte, embasada em pesquisa, que dá sobrevida

às obras e permite que elas atravessem fronteiras **geopolíticas**, culturais e linguísticas!



Glossário

Caractere: representação virtual de uma determinada letra do alfabeto.

Geopolítica: relações e práticas territoriais entre os diferentes países do mundo.

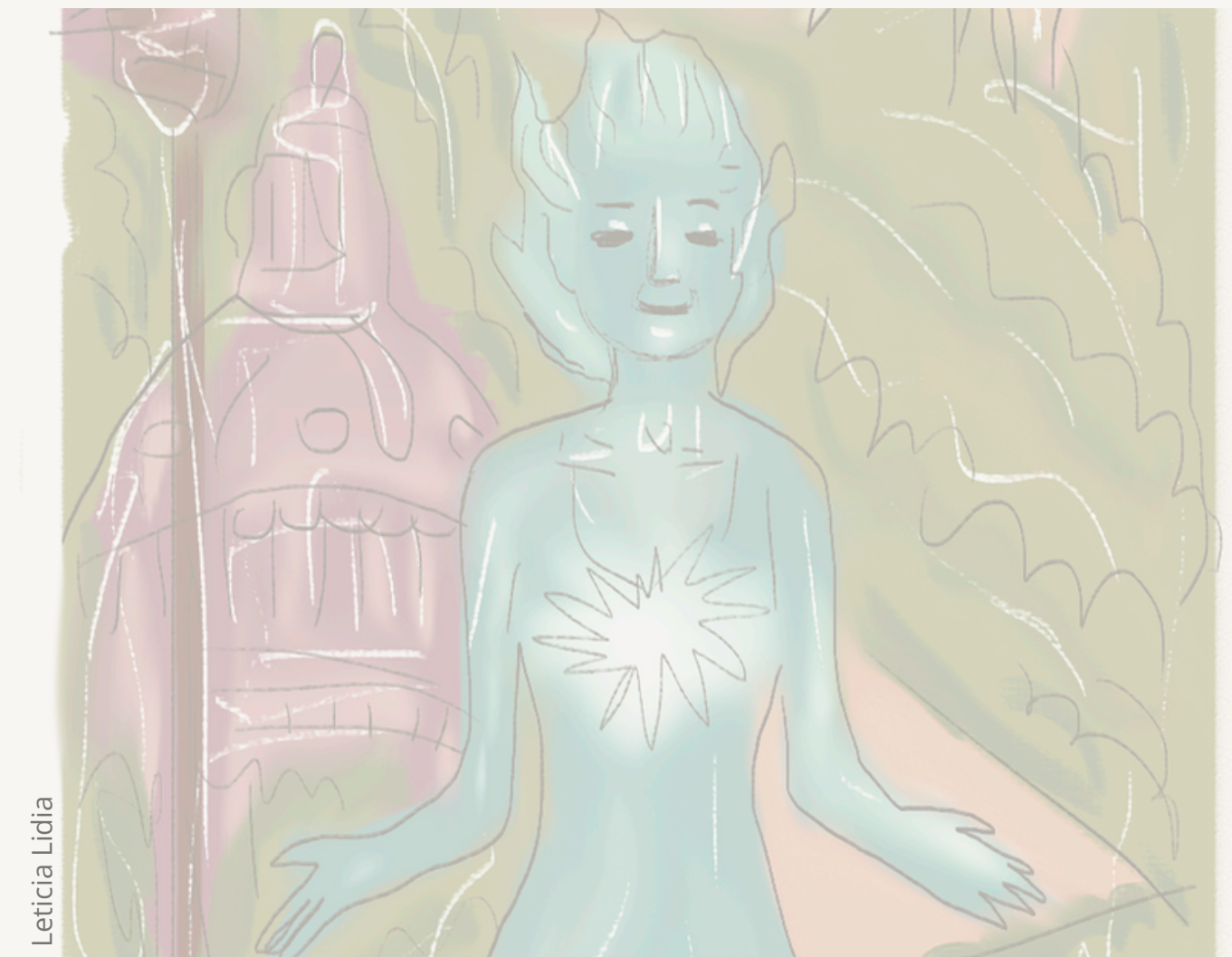
Mercadológico: adjetivo relativo à mercadologia (práticas e estratégias para aumentar o comércio. Pode também ser chamado de “Marketing”).

Referências

AP Portugal, História da Interpretação.

Érico Gonçalves de Assis, Especificidades da tradução de histórias em quadrinhos: abordagem inicial, 2016.

Érico Gonçalves de Assis, A fidelidade na tradução de histórias em quadrinhos, 2018.



Leticia Lidia

Teoria da Decisão: além de uma simples escolha

por Luiza Manaut Rodrigues e Mônica Maria Mendes Luna Detoni



Bruna Lins e Leticia Lidia

Pfizer ou AstraZeneca? Se você fosse o responsável por fazer acordos comerciais entre países acerca da disponibilidade da compra de insumos e importações de vacinas, quais fatores levaria em consideração? Já parou para pensar que cada escolha tomada afetaria milhões de pessoas, além da sua imagem e da política global? E entre investir mais em educação, saúde ou infraestrutura? Qual é mais importante? Bem, logicamente uma análise tão rápida e superficial não seria efetiva para tomar uma decisão

correta e, felizmente, para isso existem conceitos e ferramentas desenvolvidos por diversas áreas da ciência que podem nos ajudar nesse processo.

Matemáticos, psicólogos e economistas são exemplos de profissionais que participam de diferentes escolas de pensamento sobre uma teoria cujo objetivo é auxiliar nossas escolhas: a teoria da decisão. Uma das escolas é a normativa, que nos orienta em como devemos fazer as escolhas determinando as decisões ótimas a serem dadas e suas restrições, e a outra é a descritiva, que estuda como, de fato, as pessoas se comportam no momento de tomar uma decisão e tenta compreender

como são influenciadas por diferentes fatores, como questões emocionais, sociais ou contextuais. Este tipo de conhecimento pode nos ajudar a tomar uma boa decisão.

A teoria da decisão tem uma ampla abrangência e os conceitos e ferramentas dessa área podem ser utilizados nas decisões de grandes empresas ou de governos, que terão impacto sobre muitas pessoas. Mas você também, no seu dia a dia, pode obter vantagens ao adotar um “jeito mais racional” de fazer escolhas baseando-se em uma definição clara do seu problema, das alternativas de solução possíveis, dos critérios que podem ser úteis para comparar as alternativas (os

prós e contras) e das consequências das escolhas tomadas.

Este tema é tão importante que alguns dos últimos prêmios Nobel de economia foram concedidos aos pesquisadores Daniel Kahneman (2002), Herbert Simon (1978) e Robert Shiller (2013) que contribuíram para a área de economia comportamental. Kahneman, Simon e Schiller realizaram estudos sobre problemas relacionados à tomada de decisão e mostraram que, em nossa sociedade, com frequência muitas pessoas caem nas chamadas “armadilhas da decisão”. De acordo com as pesquisas desses grandes especialistas, temos a ten-

dência de acreditar em informações que ouvimos com mais frequência, mesmo sem nenhum embasamento. Isso inclui as famosas mensagens de *Whatsapp*, e podemos mudar nosso comportamento perante algumas situações devido à influência dessas informações, sem uma avaliação consciente e lógica sobre o porquê de agirmos dessa forma. Se, ao contrário, as decisões são baseadas em uma análise estruturada da situação e dos problemas a serem enfrentados, em conjunto com a avaliação de nossas experiências anteriores, podemos evitar “cair em armadilhas”. Dessa forma, seria mais difícil sermos conduzidos pelo chama-

do “efeito manada”. Nesse efeito, somos induzidos a fazer algo que muitos estão fazendo por acreditarmos que estes outros estão mais bem informados. Entretanto, foi esse mesmo comportamento que nos deu várias vantagens evolutivas ao longo de nossa história.

A publicidade, por exemplo, pode ser um gatilho para a tomada de decisões equivocadas. Podemos escolher comprar algo, mesmo que nos arrependamos depois, movidos por um sentimento momentâneo que pode nos prejudicar muito nas contas futuras. Ou seja, caímos mais facilmente em armadilhas e somos mais facilmente manipulados quando não

conseguimos tomar as decisões mais vantajosas e/ou não as conhecemos e, conseqüentemente, não sabemos como evitá-las.

Na economia comportamental, a teoria da decisão é útil para avaliar o perfil do investidor, que pode ser mais propenso ou avesso ao risco, ou seja, mais arrojado ou mais conservador. Os bancos utilizam dados do perfil dos clientes para orientá-los no momento de decidir sobre a carteira de investimentos mais adequada a cada perfil. Na engenharia de produção, muitas vezes, o engenheiro precisa escolher e justificar a escolha por um produto ao invés de outro, considerando vários crité-

rios. É necessário considerar aspectos de custos, qualidade do material, impacto ambiental, tempo de produção, dentre outros, o que torna a decisão complexa.

As escolhas precisam considerar as preferências de cada decisor, pois não há uma decisão melhor para todos. Assim, por exemplo, uma pessoa com perfil mais conservador pode ser mais pessimista devido a experiências passadas, ou pode simplesmente preferir ganhar menos, mas ter a segurança de manter seu patrimônio. O pessimismo e o otimismo, embora não caracterizem o chamado “comportamento racional”, devem ser levados em consideração na hora de nossas escolhas.

O comportamento racional é característico de uma pessoa neutra em face a situações de risco. Ou seja, se todos fôssemos racionais, não haveria preferência por investimentos mais conservadores ou mais arriscados, pois todos escolheriam investir nas alternativas que nos daria o maior retorno esperado.

Contudo, não podemos nos iludir e pensar: “a partir de agora não serei mais otimista nem pessimista, e tomarei somente decisões racionais”, pois nosso comportamento e nossas preferências devem ser respeitados no processo de decisão. Entretanto, é preciso tomar decisões baseadas em dados, fatos e expe-

riências, além de uma adequada análise da situação e do problema enfrentado. E isso é sempre um desafio!

Uma pesquisa realizada em 2018 pela equipe do professor Marco Goulart, na Universidade Federal de Santa Catarina, indicou que estudantes com diferentes graus de conhecimento sobre finanças têm atitude semelhante em relação ao dinheiro, ou seja, mesmo tendo mais conhecimento sobre como lidar com o dinheiro, essas pessoas não parecem se apoiar nesse conhecimento para tomar suas decisões. Com isso, muitos estudantes acabam se endividando: entre os entrevistados, cerca de um terço indicou possuir dívidas.

Se as decisões são pessoais, ou tomadas por você e as consequências somente lhe afetam, os problemas são mais simples. Mas, e quando são decisões de governo? Em muitos casos, é necessário que analistas de decisão, juntamente com os especialistas envolvidos na decisão, trabalhem em conjunto para conduzir todo o processo de decisão. São decisões complexas porque envolvem muitas pessoas e visões diferentes. Por exemplo, para recuperar uma ponte será necessário fechar todas as faixas ou somente uma? Que alternativas causarão menor insatisfação da população? A imagem do governo será afetada, bem como a do polí-

tico à frente do cargo, mesmo a obra sendo necessária. E os exemplos citados anteriormente: como escolher qual vacina comprar? E em que área investir? Qual critério será mais importante? O analista de decisão deve ajudar a avaliar as alternativas e estabelecer critérios que são relevantes. Esse analista também ajuda a identificar qual é o verdadeiro problema e quais são os verdadeiros objetivos da decisão a ser tomada.

No mundo de hoje, com novas tecnologias e grande volume de informações, poderíamos tomar melhores decisões, mas, ao contrário, usamos pouco esses recursos a nosso favor. Pesquisas

mostram uma tendência de decisões rápidas serem equivocadas, pois são mais emocionais e intuitivas, enquanto decisões melhores exigem maior planejamento, pois é preciso que o decisor avalie as informações, identifique as mais importantes, e as incorpore na sua decisão. O problema é que as pessoas parecem não querer ou conseguir se planejar nas tomadas de decisões. Assim, entramos em uma bola de neve, onde más decisões levam a consequências indesejáveis.

Mas, e você? Diante disso tudo, considerando as suas alternativas de escolha e baseando-se nesse texto, está

disposto a se esforçar para tomar melhores decisões? Ou já faz uma boa análise quando enfrenta um problema de decisão?



Referências

GOULART, M. et al. Financial incentives in economic experiments: a theoretical and empirical debate. *Revista de Negócios*. v. 4, n. 24, p. 7-21, 2019.

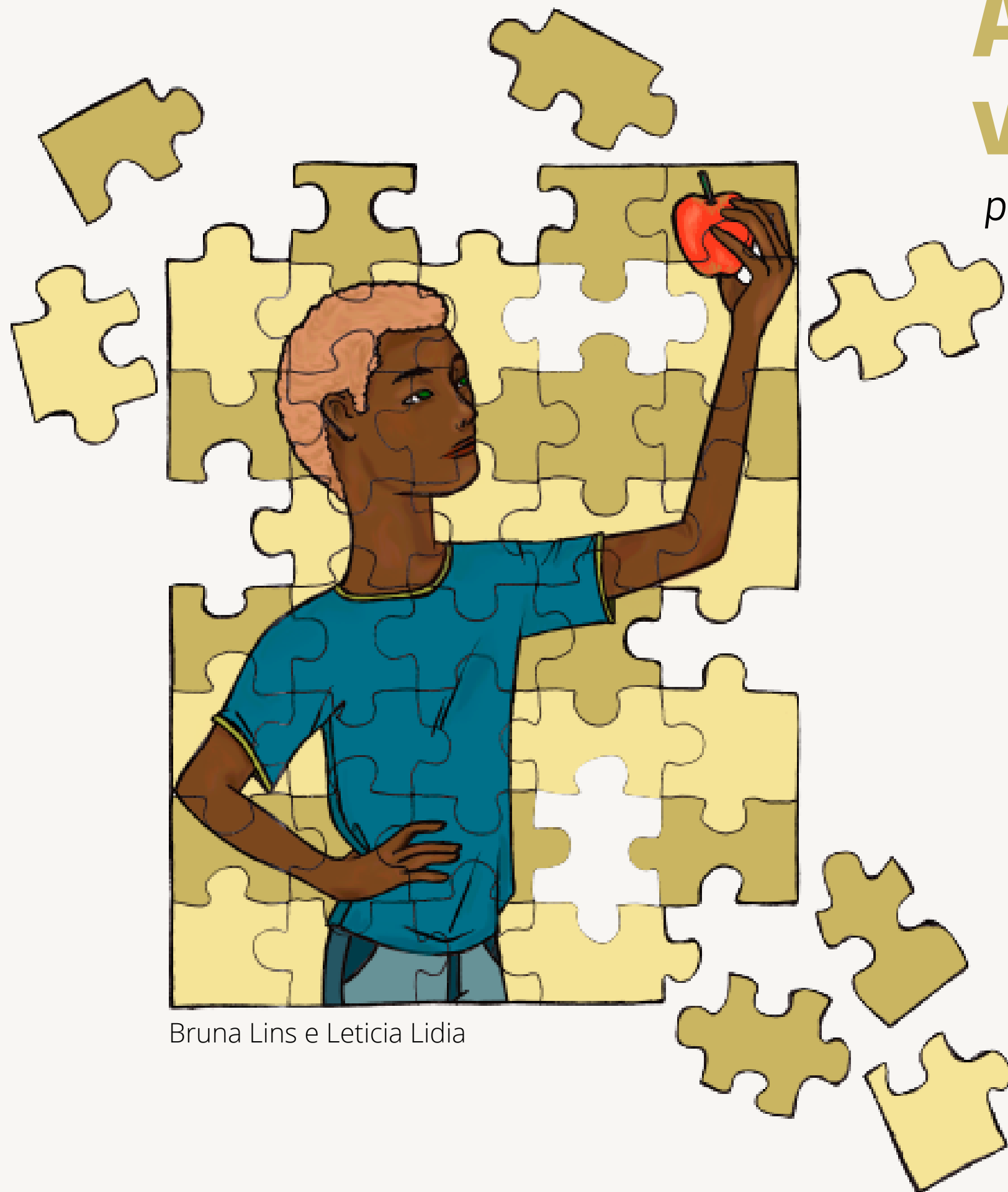
DA COSTA JR, N. A. et al. Efeito Disposição e Experiência: um Teste de Laboratório no Brasil. XXXII Encontro da ANPAD. p. 1-16, 2008.

GOULART, M. A. O. V. Aversão à Vergonha: Um estudo em finanças comportamentais. p. 100, 2014.

GOULART, M. A. O. V. Finanças Comportamentais: Influências de variáveis psicofisiológicas na tomada de decisão. p. 127, 2009.

Glossário

Insumo: elementos ou componentes necessários para a construção de um produto ou realização de algum serviço.



Bruna Lins e Leticia Lidia

Alimentação saudável: um verdadeiro quebra-cabeça

por Valdorion José da Cunha Klein Junior e Ana Carolina Fernandes

Neste capítulo, vamos construir um quebra-cabeça tão comum aos hábitos cotidianos que frequentemente nos envolvemos com suas peças sem ao menos percebermos quais peças são estas, como se encaixam umas às outras e por que é difícil juntá-las.

Antes de começarmos, queria propor de nos conhecermos um pouco, que tal? Para isso, pretendo fazer algumas perguntas e caso você concordar com elas, você pensa que sim, senão, pensa que não, simples assim. Lá vai, você gosta de comer? Quem não gosta, não é

mesmo? E alimentar-se de maneira saudável? Costuma imaginar o alimento além do que vê ou come? Gosta de filosofar? Filosofar sobre alimentação, já pensou sobre? Está bem, chega de perguntas. Porém, com a minha tática questionadora única e infalível, sem perceber, você já trouxe na sua mente algumas peças para começarmos a montar o quebra-cabeça. Esse, que também é único, e melhor dizendo, é um prato único de mão cheia! Ops, estou sendo confuso? Meu caro, ou minha cara, apenas quero te provocar a refletir. Se deu certo ou não, vamos logo degustar nossos ingredientes, quero dizer, vasculhar nossas peças!

Crescemos ouvindo, assistindo ou lendo que, em nossas refeições, devemos consumir alimentos diversos e coloridos, pois é dito ser uma opção saudável. Mas por que uma refeição diversa e colorida é considerada saudável? Pode-se dizer, por possuir um maior equilíbrio dos nutrientes e componentes dos alimentos a serem ingeridos em termos de quantidade, qualidade e variedade. Entretanto, não se engane! Os citados “coloridos” são os classificados como in natura, alimentos em seu estado natural, em outras palavras, sem processamento industrial. Aqueles com pacotes e embalagens coloridas são os “processados”. Portanto, os diferentes

estados nutricionais são peças essenciais, pois o alimento in natura tem um encaixe, quero dizer, um benefício maior à saúde do que um **alimento processado** e, principalmente, **ultraprocessado**. Já que este último passa por refinamento, ou seja, retirada de seus componentes, e também é uma “mistureba” de tudo em uma nova formulação.

Enquanto você lia, comecei a refletir comigo mesmo na expressão “in natura”. O que ela te faz pensar? Para mim, lembro de natureza, vegetação, meio ambiente... Hmm... Meio ambiente... Hmmmm... Incrível! Essa exaltação é porque você me fez recordar que, bem, não o meio ambien-

te, e sim a sustentabilidade é uma peça a ser encaixada! Por exemplo, como pode um alimento ser saudável, se está associado ao desmatamento de áreas com importância ecológica? Também é dito que o consumo de frutas e verduras contribui para uma alimentação saudável. Contudo, se os alimentos são produzidos com agrotóxicos, podem perder o sentido de “saudável” diante da falta de sustentabilidade. E aí, captou quais são os ingredientes que dão o toque especial ao nosso quebra-cabeça?

Caso essa conversa ainda esteja meio abstrata, o que acha de um experimento mental? Talvez desta maneira conseguiremos identificar outras peças e

entender de fato sobre as mesmas. Então, imaginemos que você esteja passeando pela sua loja de roupas favorita, eis que bate o olho na peça de roupa perfeita ao seu estilo e a única coisa que consegue pensar é: “Eu preciso comprá-la, vou arrasar!” Entretanto, ao pedir seu tamanho e o valor da roupa, você percebe que é inacessível a seu bolso e que não há numeração para o seu porte físico. Quem nunca passou por momentos assim, não é?

Bom, como no experimento da loja, em nosso quebra-cabeça podemos caracterizar uma peça também do ponto de vista econômico e acessibilidade física às pessoas, a esse conceito denominamos co-

mo aspecto socioeconômico. Pois de nada adianta o alimento ter boas características nutricionais se eu ou você nunca teremos condições de consumi-lo ou incorporá-lo à nossa dieta. Com esta peça, fica em aberto a seguinte problemática para quebrar a cabeça: como o alimento pode ser considerado saudável se há abundância de alimentos considerados saudáveis por outras peças, como por exemplo os já citados aspectos nutricionais e, ou, ambientais, porém as pessoas não têm acesso físico ou financeiro?

Não sei por você, mas está ficando complicado aqui. É só começar a falar de comida que meus sentidos ficam aguça-

dos. Isso porque nosso mundo sensorial é muito mais pobre se comparado com os de nossos ancestrais hominídeos. Diferente da gente, os antigos caçadores-coletores tinham plena consciência de cada som, sabor e odor, pois sua sobrevivência dependia disso. Por isso é estranho associar atualmente que aspectos sensoriais como odor, sabor, textura, aparência, cor e respectiva aceitação sensorial dos alimentos são peças do nosso jogo. Ah, não... Sem querer as entreguei de bandeja! Mas está tudo bem, quero é ver como encaixá-las. Você tem alguma ideia? Pois bem, acho que tenho uma. Vamos converter essas peças para ingredientes de

uma receita. Lembre-se que ao prepararmos qualquer receita, os ingredientes misturam-se resultando em essências e sabores únicos. Ingredientes como comportamentos e pensamentos, também não estão isolados entre si, todos se envolvem no prato final. Deste modo, nós, ao contrário de nossos ancestrais, podemos ir ao supermercado e escolher comer mil pratos diferentes. Mas, qualquer que seja o prato escolhido, provavelmente iremos comê-lo às pressas diante da TV, sem de fato prestar atenção às sensações. Viu? Conseguimos! Agora sabemos que as peças sensoriais estão totalmente ligadas aos hábitos.

Quando perguntei no início da conversa sobre gostar de alimentação saudável, provavelmente você lembrou estritamente de vegetais e verduras. Porém, pelo caminhar de nosso diálogo, consegui perceber que existem dimensões amplas e complexas a respeito da temática? E que tal darmos ainda uma pitada intensa de complexidade para a brincadeira? Se eu te falar que há uma peça conhecida como “Simbólica”, ou seja, a cultura e tradição humana, dá para acreditar?! Isso significa que um alimento ou preparação culinária, para ser reconhecida como tal, precisa fazer parte do contexto da vida e cultura das pessoas, em outras palavras, precisa

relacionar-se com a identidade e o sentimento de pertencimento social de cada um e com o prazer propiciado por essa alimentação. Parece soar estranho inicialmente, mas olhe para si. Você, conforme sua criação, história e localidade na qual cresceu, possui gostos e afinidades alimentares específicas. Agora imaginemos que você tenha viajado para China, e lá se depara com alguém comendo gafanhoto. Para a população chinesa, o inseto pode ser visto como uma comida deliciosa, mas não para nós brasileiros. Por isso uma das problemáticas dessa peça é introduzir um alimento estranho à cultura do indivíduo apenas por suas características sensoriais.

Outra questão importante diz respeito aos ultraprocessados, no qual atravessam a identidade natural do alimento, já que alimentos formulados desta maneira são produzidos artificialmente, exageradamente e com isso tendem a ser idênticos em todo o mundo, logo, sugerindo um falso sentido de diversidade cultural.

Chega de quebrarmos tanto a cabeça com peças complexas, vamos identificar nossa última peça básica e não menos importante, a higiênico-sanitária. Essa está relacionada à questão de higiene, ou seja, para uma alimentação saudável os alimentos devem estar limpos e não trans-

mitirem doenças. Contudo, um exagero dessa segurança que leve à esterilidade do alimento pode se tornar um problema, pois muitos microrganismos ali presentes são benéficos para a saúde do sistema digestivo.

Maravilha! Agora temos as peças principais, alguns encaixes, mas parece que ainda estamos presos em construir somente por uma perspectiva. Quero dizer que quando se monta um jogo tão grande assim e foca-se somente em peças de uma região específica, torna-se difícil visualizar a imagem que é montada pelo quebra-cabeça completo. Portanto, uma armadilha comum é analisarmos nossa temática

estritamente pela abordagem energético-quantitativa. O que é isso? Vamos lá, as calorias são as unidades de energia provenientes dos alimentos. Quando foram descobertas, eram relacionadas à necessidade de uma quantidade específica de calorias diárias a serem ingeridas para suprirem as necessidades energéticas do corpo humano, para que não houvesse desnutrição. Assim, a recomendação de uma alimentação saudável baseava-se em atingir essas calorias. Entretanto, ao longo dos anos houve um aumento da obesidade e doenças crônicas não transmissíveis, e, com isso, adotou-se como lógica que, para evitar essa condição e essas doenças, as ca-

lorias ingeridas deveriam ser diminuídas. Assim, a tendência seria a de considerar uma dieta saudável aquela que inclui *alimentos light e diet*. E essa é a abordagem energético-quantitativa que mencionei! Contudo, quando conversamos sobre nosso primeiro conjunto de peças, o nutricional, vimos que o saudável vai além do controle do consumo energético. No caso, envolve o consumo de qualidade, quantidades adequadas e variedades de nutrientes, como proteínas, carboidratos, fibras, micronutrientes, bem como moderar as quantidades de sal e açúcar, que não têm, necessariamente, relação direta com calorias. Assim, diminuir a

quantidade de calorias não significa necessariamente estar com uma alimentação saudável. Um outro conhecido exemplo é sobre as tão comentadas gorduras. Muitas pessoas se queixam sobre as mesmas, embora existam tipos diferentes. Como exemplo, temos as gorduras *trans* industrializadas que geram acúmulo de gordura pelo corpo, e gorduras *monoinsaturadas* que propiciam a mobilização da gordura, isto é, esses dois tipos de gordura não vão engordar da mesma forma. Assim, o ponto é como os diferentes tipos de nutrientes interagem no nosso corpo, e por isso não devemos olhar a alimentação saudável somente sob uma

única perspectiva como calorias consumidas versus calorias gastas. Há tantas peças saborosas a se deliciar, por que experimentarmos exclusivamente um tipo?

É complicado, né? Identificar, refletir e encaixar as peças. Isto é porque estilos de vida impostos pela urbanização, industrialização e massificação da informação, bem como acesso a bens e serviços, associam-se ao sedentarismo e estresse, podendo gerar como consequências hábitos e pensamentos alimentares não saudáveis. Apesar das circunstâncias, estamos fazendo um belo trabalho juntos, olhe agora o quanto cons-

truímos! Realmente, o apoio um do outro é essencial no processo! Nesse sentido, afirmo a você que a participação e apoio das famílias também pode ser outro forte fator de influência. Aquelas que possuem constante falta de tempo, dedicação excessiva ao trabalho e pouco incentivo à alimentação saudável trazem, como consequência, consumo de alimentos nutricionalmente inadequados e a omissão das principais refeições.

Contudo, essas dificuldades são aspectos que podem ser trabalhados com profissionais da saúde e prática culinária. Ué, qual seria a relação da culinária com alimentação saudável? A prática culinária

no cotidiano representa uma ruptura de bloqueios e a superação de alguns preconceitos. O reconhecimento da prática é importante, pois, além de ser uma experiência repleta de subjetividade, vêm à tona valores, sentimentos e experiências de relação com a comida em diversos âmbitos. A culinária possui grande valor, ela consegue facilitar a compreensão das peças e como juntá-las! Porque quando trabalhada com outras pessoas, transforma-se em um espaço de debate envolvendo a integração, troca de experiências e pensamentos entre os indivíduos, em que cada um expressa suas ideias. Além disso, repensamos práticas

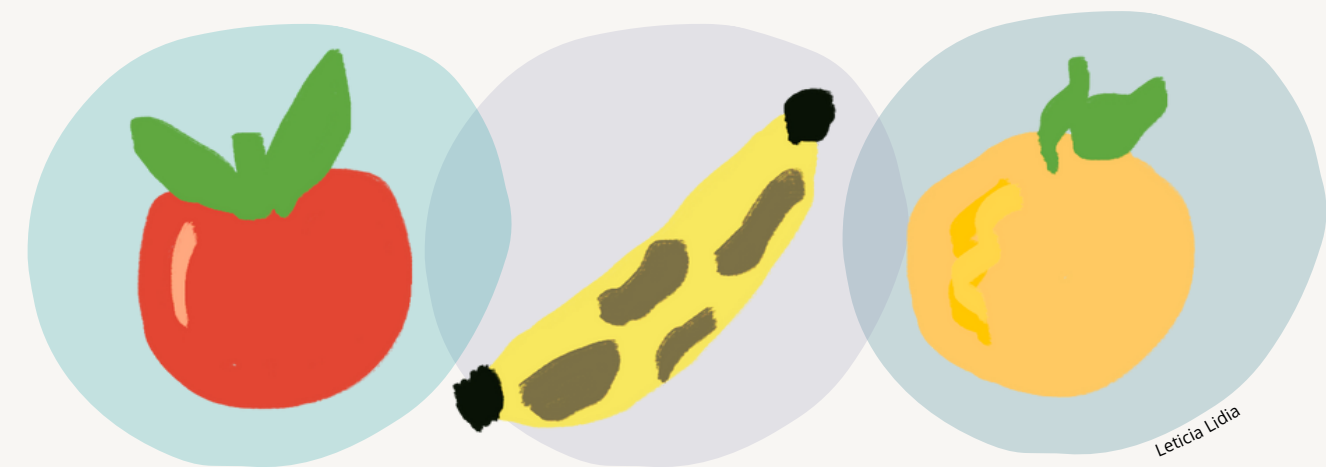
personais, não só em relação à alimentação, mas à saúde e ao prazer nos âmbitos pessoal, comunitário e profissional.

Você sabe que a tecnologia tem proporcionado formas de busca e obtenção de refeições práticas e fáceis de serem consumidas. Diante disso, surgem realmente inúmeras discussões e questionamentos sobre a possibilidade de se conciliar o avanço tecnológico com uma alimentação saudável. E é por isso que neste capítulo tentamos despertar a compreensão dos fatores envolvidos na temática, possibilitando um aumento do conhecimento individual, no qual resulta em melhorias no olhar crítico e no compor-

tamento alimentar. Como você viu, não se trata somente de uma escolha individual ou saberes sobre frutas, verduras e legumes, existem tantas peças que constroem um padrão alimentar saudável. Optar por um alimento em dada circunstância depende de diferentes significados, desejos, valores, atitudes e símbolos que repousam em uma esfera de relações sociais, como por exemplo a influência de colegas ou amigos, a disponibilidade de dinheiro e a facilidade de acesso. Esses fatores mostram que as escolhas alimentares, além de serem influenciadas por aspectos subjetivos relacionados ao conhecimento e às percep-

ções, recebem interferência de fatores econômicos, sociais e culturais! Valorizar as dimensões discutidas da alimentação e o ato culinário como prática social, propiciam a reflexão da relação com o comer e o preparar a comida ao longo da vida, além de abranger a dinâmica entre alimentação e saúde como uma questão importante. Essas ações permitem superar a abordagem focada estritamente nos aspectos nutricionais e higiênico-sanitárias da alimentação, e assim buscam construir formas de lidar com as necessidades e os conflitos cotidianos em relação à alimentação saudável.

Uau! Mandamos muito bem! Agora que você conheceu um pouco mais sobre alimentação saudável, que tal se deliciar compartilhando suas novas ideias com amigos e familiares a respeito do assunto? Faça bom proveito do quebra-cabeça e tenha boas reflexões.



Glossário

Alimento diet: alimentos que possuem menor quantidade de um determinado nutriente visando o consumo de pessoas com algum tipo de deficiência (exemplo: leite sem lactose, para pessoas com intolerância à lactose).

Alimento light: alimentos processados que possuem menor valor calórico a partir da redução da quantidade de gorduras e açúcares presentes no mesmo.

Alimento processado: alimentos modificados do seu estado original por processos industriais (exemplo: alimentos em conserva ou em lata).

Alimento ultraprocessado: alimentos extremamente modificados do seu estado original por processos industriais (exemplo: salgadinho).

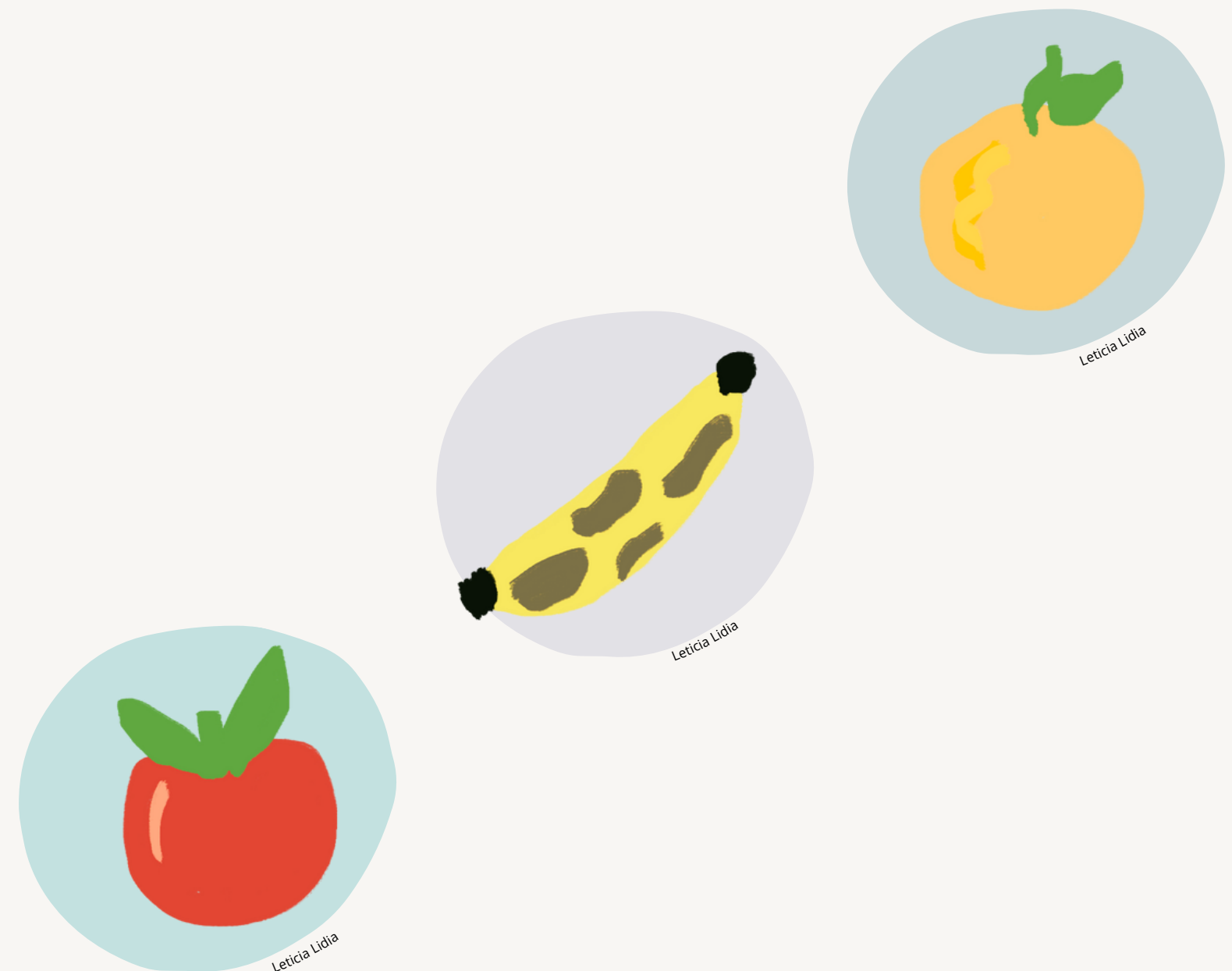
Gordura monoinsaturada: gordura com apenas dois carbonos ligados por pelo menos uma ligação dupla. É um tipo de gordura muito mais saudável em comparação com a poli-insaturada e principalmente a saturada.

Gordura trans: gordura produzida quase que integralmente pela indústria que possui configuração molecular trans ao invés de cis. Este tipo de configuração é mais fácil de ser quebrado e, portanto, é mais facilmente metabolizado pelo organismo. Devido a isso, alimentos ricos em gordura trans são geralmente mais calóricos e fazem mais mal à saúde.

Referências

Ministério da Saúde do Brasil, Guia alimentar para a população brasileira, 2014.

Yuval N. Harari, Sapiens: uma breve história da humanidade, 2018.



O “efeito Angelina Jolie” e o determinismo genético

por Angelo Tenfen Nicoladeli, Bruno Tavares e Kay Saalfeld

Em um artigo publicado pelo jornal *The New York Times* em 2013, Angelina Jolie anunciou para o mundo o fato de ter retirado as mamas (procedimento chamado de mastectomia) por prevenção, logo após descobrir que carregava em seu **genoma** uma **mutação** no **gene** *BRCA1*, encontrado no **cromossomo** 17. Os genes *BRCA1* e *BRCA2* pertencem à classe dos genes supressores de tumor, relacionados à regulação do crescimento celular. Desse modo, mutações nesses genes estão associadas ao aumento de chances do desenvolvimento de câncer de mama e ovários.



A situação da atriz ainda era agravada devido ao seu histórico familiar, uma vez que sua mãe, avó e tia tiveram a doença. Assim, a equipe médica que acompanhou o caso de Angelina estimou em 87% as chances de desenvolvimento do câncer de mama e em 50% as chances de desenvolvimento de câncer nos ovários — que também foram retirados pela atriz em 2015, dois anos após a mastectomia. Sua decisão repercutiu mundialmente e gerou discussões acerca da prevenção do câncer de mama e ovários, o que resultou, inclusive, na proposição do Projeto de Lei 6262/2013, da deputada Carmen Zanotto, visando incluir no SUS (Sistema Único de

Saúde) o exame genético de diagnóstico dos genes *BRCA* em pacientes indicados segundo critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

A partir dessa situação, criou-se o “efeito Angelina Jolie”, havendo um aumento nas buscas pelo exame diagnóstico dos genes *BRCA* nos EUA, como é possível perceber pelo aumento de 4% no valor das ações da empresa *Myriad Genetics*, responsável por realizar esses testes. Além disso, houve aumento do número de pessoas que fazem a remoção preventiva das mamas. Mas, será que esse “efeito Angelina Jolie” é realmente justificado? Deveríamos nos preocupar dessa maneira com os exames

genéticos?

Está tudo escrito nos genes? O problema do determinismo genético

O câncer é uma doença multifatorial, ou seja, pode ser causada por diversos motivos. Entretanto, em casos como o do “efeito Angelina Jolie”, os genes são tratados como fator central. Eles tomam espaço de protagonismo quando, por exemplo, estampam as manchetes dos jornais. Vemos aí a colocação prática dos chamados discursos deterministas genéticos.

O determinismo genético ocorre quando os genes são considerados como determinantes de características, desde

questões anatômicas como a cor do cabelo até traços mais complexos como o comportamento. E, até mesmo, na causa de doenças como o câncer. Nesse sentido, dá-se menos (ou até nenhuma) importância a outros aspectos que, assim como o genoma, também são necessários para o desenvolvimento de características ou doenças, como os vários componentes da **célula** para além dos genes, assim como questões ambientais diversas.

É comum serem veiculadas nas mídias digitais manchetes de jornal que afirmam que cientistas encontraram o “gene da felicidade” ou mesmo que nossas posições políticas podem ser definidas pelos genes

(Figura 1). Por isso, é necessário que façamos uma leitura mais atenta desses textos, de modo a reconhecer as posturas deterministas genéticas, que podem também ser atribuídas a uma falta de entendimento sobre como funciona a **genética**.



Figura 1. Manchetes de revistas que propagam ideias deterministas genéticas.

Além disso, discursos deterministas genéticos foram usados no passado e, surpreendentemente, ainda têm sido evocados atualmente para defender uma suposta superioridade intelectual de brancos sobre não brancos. Por exemplo, relacionando genes aos testes de QI para, por meio de uma roupagem científica, defender uma hierarquia racial, em um nítido retorno ao pensamento **eugenista** do início do século XX. Nesse caso, é comum a afirmação de que o melhor resultado das pessoas brancas nesses testes se deve aos seus genes, excluindo explicações que envolvam as desigualdades socioeconômicas e históri-

cas existentes entre diferentes grupos étnicos. Soma-se a isso o fato de que os próprios testes eram desenvolvidos por homens brancos europeus e aplicados a pessoas de outros grupos que não conviviam culturalmente com o primeiro e, dessa forma, não conheciam a cultura que embasava os testes.

Essas são algumas das situações em que se observa que o determinismo genético impera ainda hoje, tanto entre cientistas quanto entre não cientistas. Ele pode ser categorizado de duas maneiras: como “determinismo genético forte”, quando os genes são tomados como explicações únicas do desenvolvimento das característi-

cas dos seres vivos, ou como “determinismo genético fraco”, quando há menção de outros fatores (ambientais, celulares, culturais), mas que são secundários nessas explicações.

Além disso, o pensamento determinista genético dificulta o reconhecimento da complexidade dos processos moleculares nas células, que vão muito além dos seus genes, por mais que estes sejam importantes. Desse modo, buscamos discutir uma suposta “mística do DNA”, ou seja, duvidar das afirmações que colocam um papel de centralidade do material genético nos processos de manutenção da vida.

O que é mesmo um gene? Duas respostas possíveis

O conceito de gene foi inicialmente cunhado em 1903, por Wilhelm Ludwig Johannsen, em referência a unidades hipotéticas que seriam responsáveis pela transmissão fidedigna de características de uma geração para a outra. Ao longo do século XX, com o desenvolvimento da genética e, posteriormente, da **biologia molecular**, a ideia de gene passou por modificações, as quais serão abordadas aqui através de dois conceitos distintos: gene populacional (gene P) e gene desenvolvimental (gene D).

Gene P e gene D são conceitos de ge-

ne que fazem parte de diferentes modelos científicos. Os modelos são muito importantes na construção do conhecimento científico, pois eles são simplificações da realidade complexa e possibilitam que estudemos essa realidade através de nossos conhecimentos e ferramentas limitadas. Quando se fala em modelo científico é importante ressaltar, também, que dentro de cada um deles há determinados pressupostos e conceitos que dão sustentação às suas explicações. Em alguns casos, existem muitos modelos que buscam explicar os mesmos fenômenos, como é o caso dos modelos científicos que tentam explicar a herança

genética. É nesse contexto que se inserem os conceitos de gene P e gene D.

O gene populacional (gene P) é uma concepção de gene determinista em sua essência, sendo utilizado nas pesquisas que associam **genótipo** (nosso conjunto de genes) e **fenótipo** (nossas características) de forma direta. O gene P surgiu em uma época em que a existência do DNA ainda não era conhecida. Nessa situação, o conceito de gene apareceu como uma ferramenta que nos ajuda a calcular a variação de características ligadas a um conjunto de genes em uma população. Sendo assim, o gene populacional não está associado a nenhuma sequência genética,

não tendo, portanto, relação direta com uma estrutura conhecida da célula. Contudo, ele cumpre seu papel enquanto instrumento de pesquisa sobre variações de características nas populações, e apenas isso!

Para exemplificar esse conceito de gene, vejamos a Figura 2. Nela, está representada uma população hipotética de joaninhas que possuem duas variações fenotípicas: cor vermelha ou amarela. No contexto das pesquisas com o gene populacional, as características ou fenótipos observados (cor vermelha ou amarela), seriam associadas diretamente a um “gene para vermelho” ou um “gene

para amarelo". Resulta daí o estabelecimento arbitrário da relação entre genes e seus fenótipos em uma dada população. Além disso, vale ressaltar que, à época em que o conceito de gene foi desenvolvido, não se sabia do que eles eram constituídos, já que foram tomados como entidades físicas apenas na metade do século XX, com a descrição da dupla-hélice de DNA.

Em 1953, quando Watson e Crick, baseados nos trabalhos da cientista Rosalind Franklin, propuseram o modelo de dupla hélice de DNA, passou-se a relacionar o gene a uma estrutura conhecida. Nesse contexto, surge a ideia de gene desenvolvi-

mental (Gene D), ou seja, uma sequência de **nucleotídeos** do DNA, que tem relação com um produto (**RNA** ou **proteína**) funcional na célula. Assim, o gene desenvolvimental é um recurso da célula, tão importante quanto qualquer outro utilizado durante o desenvolvimento das características de um organismo.

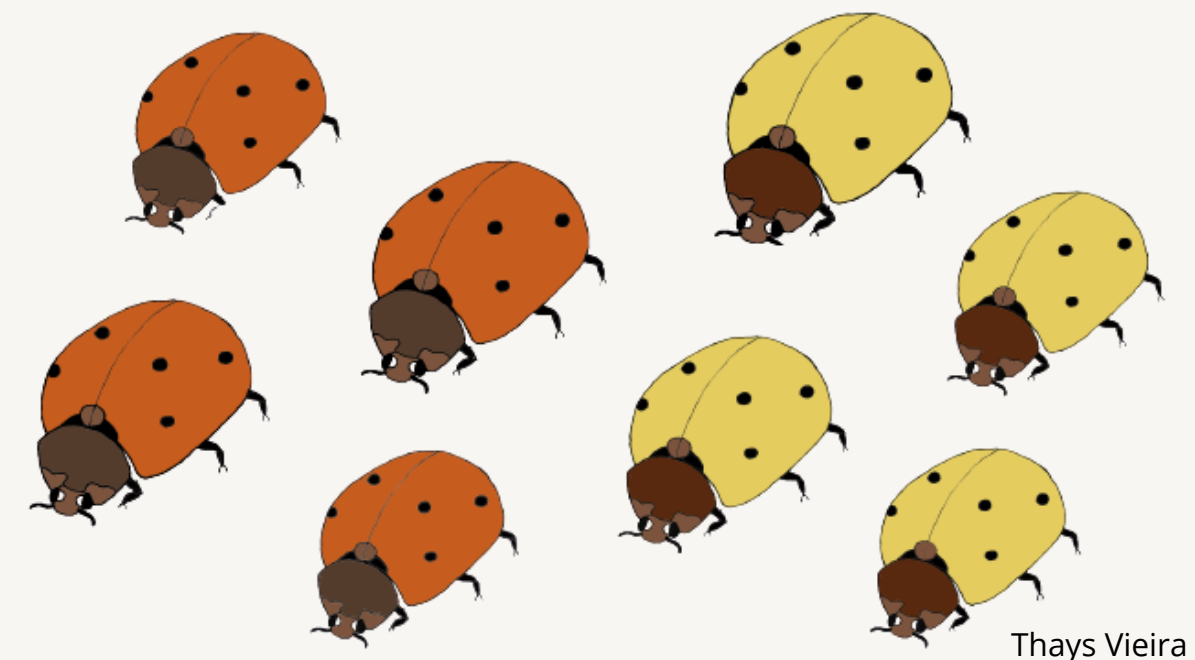


Figura 2. Duas variações de fenótipo (cor vermelha ou amarela) em uma população hipotética de joaninhas.

Portanto, esse conceito de gene está relacionado a uma rede complexa de outras estruturas, mas não determina, sozinho, nenhuma característica de um organismo. Todas as células do corpo têm o mesmo livro de receitas no núcleo, o seu genoma. Quando uma célula precisa de uma receita específica, e sendo o livro grande demais, faz-se a cópia de apenas uma página dele. Cada célula pode copiar a receita de diferentes maneiras, além de que, a mesma receita pode ser feita utilizando ingredientes diversos, ou fornos e formas diferentes. Além disso, se fizermos a mesma receita em altitudes diferentes ou em locais com umidades dis-

tintas, essas condições ambientais influenciarão em seu resultado final. Em resumo, o ponto que queremos chegar é: o produto final da receita é muito mais do que apenas a mensagem escrita no livro de receitas. Ele depende dos ingredientes, das condições em que se faz a receita, de como ela é lida e quem a faz! Podemos relacionar a analogia anterior ao que ocorre com o genoma, sendo o gene a página do livro de receitas e a cópia dessa página seria o RNA mensageiro, o qual carrega uma mensagem para síntese do produto final, um delicioso prato de comida, ou, no contexto celular, uma proteína. Desse modo, o ato de traduzir a página do livro

em um prato de comida pronto, pode ser chamado de expressão do gene.

Um exemplo de uso desse conceito pode ser visto na Figura 3, onde o trecho de DNA correspondente ao gene *BRCA1* é representado. O *BRCA1* é um gene supressor de tumor, expresso como uma proteína cuja principal função é a de reparar o DNA caso ele se quebre ou seja danificado de algum modo. Assim, tanto a expressão do gene em proteína quanto o que ela poderá fazer na célula são mediadas por diversos fatores celulares, como as moléculas e **organelas** ali presentes, além da comunicação entre as células. Por exemplo, na expressão dos ge-

nes, diversas proteínas são necessárias, seja abrindo a dupla hélice de DNA tornando possível sua leitura, mantendo-a separada e mesmo para formar a estrutura do RNA mensageiro, uma das moléculas intermediárias na relação entre DNA e proteína. Posteriormente, esse RNA pode ser editado por proteínas de distintas maneiras, sendo endereçado até as estruturas relacionadas à produção e processamento de proteínas na célula. Nessa perspectiva, o discurso determinista não faz sentido.

O desconhecimento sobre o que são modelos científicos e que cada um destes explicados acima se pautam em conceitos

diferentes, relacionados com um certo grupo de fenômenos biológicos, pode resultar na mistura indevida desses conceitos. Um exemplo disso é o que ocorre atualmente em muitas pesquisas científicas e, em grande escala, nas mídias digitais quanto aos usos dos conceitos de gene. A mistura dos genes populacional e desenvolvimental, ignorando que cada um tem seu domínio explicativo próprio, leva a discursos deterministas genéticos. Isso porque utiliza-se da simplificação gene-característica, própria do modelo no qual se encontra o gene populacional, e trata como se este fosse o gene desenvolvimental, utilizado como um recurso celular.

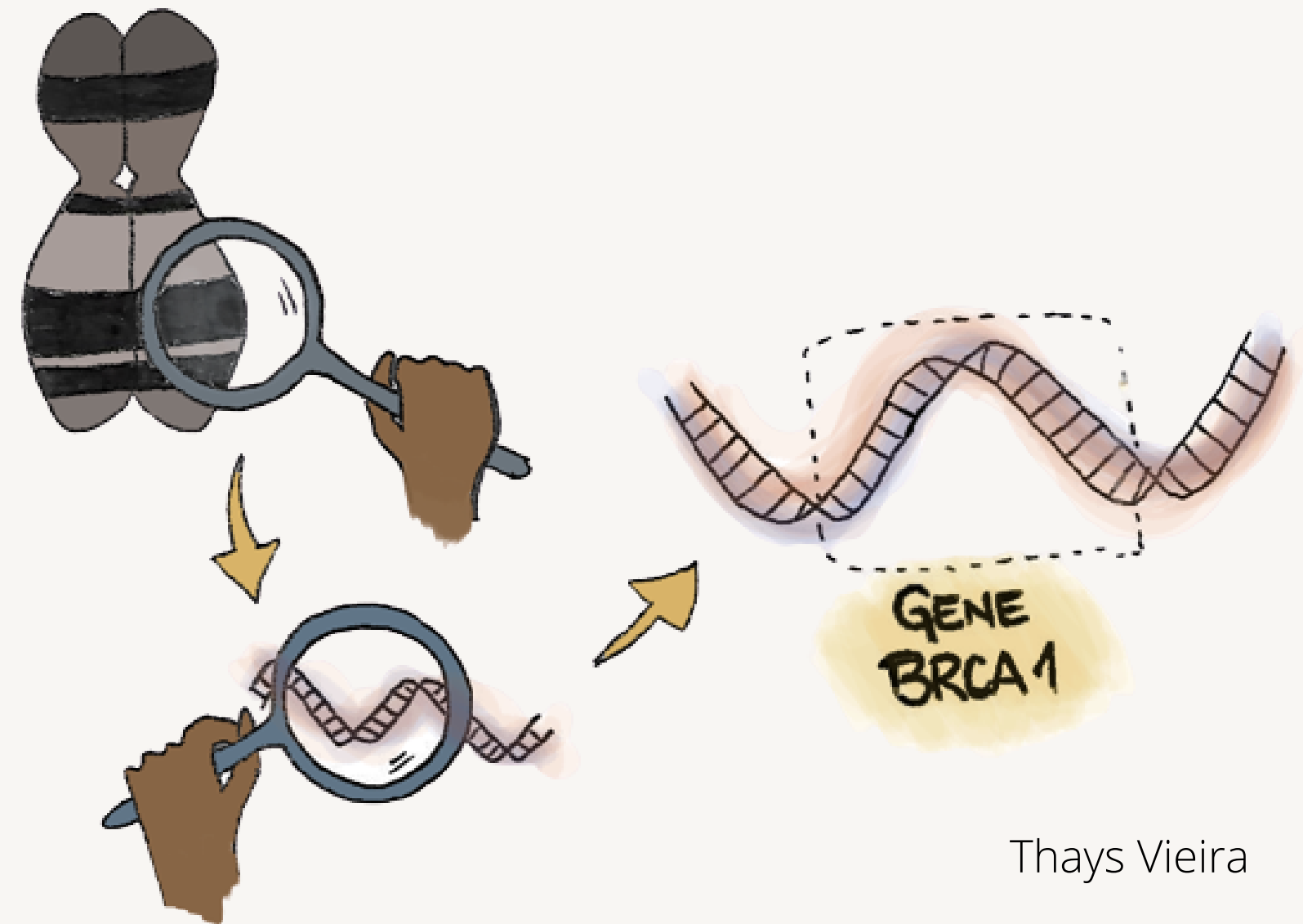


Figura 3. Sequência de DNA correspondente ao gene *BRCA1*, presente no cromossomo 17 humano.

Por fim, reforçamos a importância de reconhecer os modelos científicos e sua relação com a genética, com a compreen-

são de que gene é um conceito em discussão e que há diversos entendimentos dele ao longo da história. Assim, fica mais evidente a ideia de que cada conceito de gene possui determinado contexto explicativo e não deve ser utilizado para explicar questões que fujam do seu domínio, ou mesmo mesclar conceitos diferentes de forma indiscriminada. Além disso, um olhar mais apurado para esses conceitos de gene poderá auxiliar em uma postura atenta frente aos discursos deterministas genéticos disseminados pela mídia.

Angelina Jolie, genes e confusões conceituais

Quando se fala do caso de Angelina Jolie e são apresentadas estatísticas das chances de desenvolvimento dos cânceres de mama e ovários, é preciso explicitar que tipo de modelo de gene está sendo apresentado. Nesse caso, quando são feitos estudos em populações a fim de evidenciar a relação entre os genes relacionados ao câncer e o seu desenvolvimento nas pessoas, está sendo veiculada a ideia de gene populacional.

Nessa situação, é possível falar em “gene para”, já que esse conceito de gene é determinista por definição, uma vez que

parte da simplificação gene-característica no contexto de populações. Contudo, devemos compreender que esse conceito é específico dessa situação, em que fazemos a relação direta entre características e o material genético, visando encontrar relações na população, e não no indivíduo. Portanto, não é correto afirmar que esse conceito de gene é equivalente ao gene desenvolvimental, o qual pertence a um modelo científico distinto. Resulta disso a ideia de que as estatísticas acerca desses casos podem (e devem!) ser levadas em consideração para demarcar as tomadas de decisões médicas quanto às tendências de desenvolvimento desses cânceres na

população, mas não é correto sua simples redução ao nível de indivíduo.

Quando tratamos os conceitos de gene sem uma perspectiva histórica, acabamos por reforçar seu uso único em diversas situações nas quais muitas vezes eles não cabem. A diferença de frequência dos genes em uma população e os genes desenvolvimentais que agem no desenvolvimento de certas características no organismo (indivíduo), por exemplo, passam a ter o mesmo significado, quando, na verdade, pertencem a modelos diferentes que não podem ser misturados, sob pena de reforçarmos uma postura determinista genética.

No caso de Angelina Jolie e os cânceres de mama e ovário, quando os genes são colocados como determinantes dessa doença, dificulta-se o entendimento dos mecanismos multifatoriais ligados ao seu desenvolvimento nos indivíduos. No que toca às mutações dos genes *BRCA 1* e *BRCA 2*, é preciso evidenciar que eles não são uma sentença de morte ou garantia do desenvolvimento de cânceres. Isso porque eles representam cerca de 5 a 10% de risco de desenvolvimento de câncer de mama e ovário entre mulheres brancas estadunidenses, segundo o Instituto Nacional de Câncer do governo dos Estados Unidos. Desse modo, outros fato-

res mais relacionados aos hábitos alimentares como peso, consumo de álcool, tabagismo e falta de atividade física, por exemplo, representam riscos que as tornam mais propensas ao desenvolvimento de câncer do que a presença dos genes *BRCA*.

Os fatores não genéticos, portanto, parecem ter maior influência no desenvolvimento dos cânceres de mama e ovário. Apesar disso, é interessante observar que, quando a mídia aborda a temática, é comum o privilégio dos genes *BRCA*, seja no título das manchetes e até mesmo nas explicações contidas nas reportagens. Sendo assim, isso nos leva a

pensar não mais no que um gene faz, ou para que ele serve, mas sim para que(m) serve o discurso sobre os genes?

Buscando responder o questionamento anterior, podemos traçar uma relação entre a centralidade dada aos genes *BRCA 1* e *2* e o interesse econômico de empresas, como a *Myriar Genetics*, que são responsáveis por esses testes genéticos. A publicação de Angelina Jolie sobre sua decisão médica preventiva ocorreu em maio de 2013, e entre os meses de julho e agosto de 2013, houve aumento de 2,5 vezes nas cirurgias de remoção dupla preventiva das mamas entre mulheres inglesas que tinham histórico familiar da

doença. Além disso, nos meses que se seguiram a demanda por testes dos genes *BRCA 1* e *2* quase dobrou. Nesse contexto, os discursos que dão peso aos genes no desenvolvimento de doenças como o câncer também servem aos interesses do mercado onde estão inseridos esses testes. Dado o panorama apresentado, colocamos a seguinte questão: se os fatores ligados aos hábitos de vida (atividades físicas, alimentação, peso) influenciam mais no desenvolvimento desses cânceres, por que são menos enfatizados na maior parte das notícias?

Em suma, para além de nos questionarmos sobre o que faz um gene e

como ele interage na complexa rede celular, é chegada a hora de nos questionarmos para que(m) servem os discursos que circulam sobre os genes.



Referências

- Angelina Jolie, *My medical choice* [Minha escolha médica], 2013.
- Evelyn F. Keller, *O século do gene*, 2002.
- Gareth D. Evans e colaboradores, *Longer term effects of the Angelina Jolie effect: increased risk-reducing mastectomy rates in BRCA carriers and other high-risk women* [Efeitos a longo prazo do efeito Angelina Jolie: aumento das taxas de mastectomia com redução de risco em portadoras de BRCA e outras mulheres de alto risco], 2015.
- Fabiola V. Cortés, *Eugenesis y determinismo genético: una solución simple a un problema complejo* [Eugenesis e determinismo genético: uma solução simples para um problema complexo], 2017.
- Mike U. Smith, *It's Not Your Grandmother's Genetics Anymore!* [Não é mais a genética da sua avó!], 2014.

Glossário

Biologia Molecular: área da biologia responsável pelo estudo dos processos e eventos relacionados ao RNA, DNA e proteínas.

Célula: unidade funcional de um ser vivo. Alguns seres são formados por uma única célula, como as bactérias, enquanto outros são formados por um número muito grande de células variadas, como os animais e as plantas.

Cromossomo: nome dado para uma única determinada molécula de DNA quando está compactada no núcleo da célula.

DNA: ácido desoxirribonucleico. Sequência de nucleotídeos presente em todos os organismos vivos e que contém informações para muitas características dos mesmos, carregando assim a herança genética destes.

Eugenia: crença de que uma determinada etnia é superior à outra e, por isso, deve dominar as demais.

Fenótipo: características genéticas nas quais é levado em consideração a influência externa do meio.

Gene: sequência determinada de um DNA que contém a informação para a produção de uma determinada proteína.

Genética: área de estudo que busca analisar as relações de hereditariedade (transferência de características dos pais e mães aos filhos) dos organismos vivos.

Genoma: conjunto de toda a informação genética (sequência de DNA) presente em um determinado organismo.

Genótipo: características genéticas nas quais não é levado em consideração a influência externa do meio.

Mutação: modificação pontual de uma sequência de nucleotídeos do DNA.

Nucleotídeo: molécula orgânica que possui uma base nitrogenada (base orgânica com diversos átomos de nitrogênio presentes em sua composição) ligada à uma pentose (molécula orgânica com formato pentagonal. Geralmente possui um ou mais oxigênios ligados, assim como hidroxilas (um oxigênio + um hidrogênio), à qual se liga a um grupo fosfato (quatro átomos de oxigênios e um fósforo). É a unidade básica da molécula de DNA.

Organela: estrutura celular que possui uma função determinada (exemplo: mitocôndria, estrutura responsável por produzir energia para a célula).

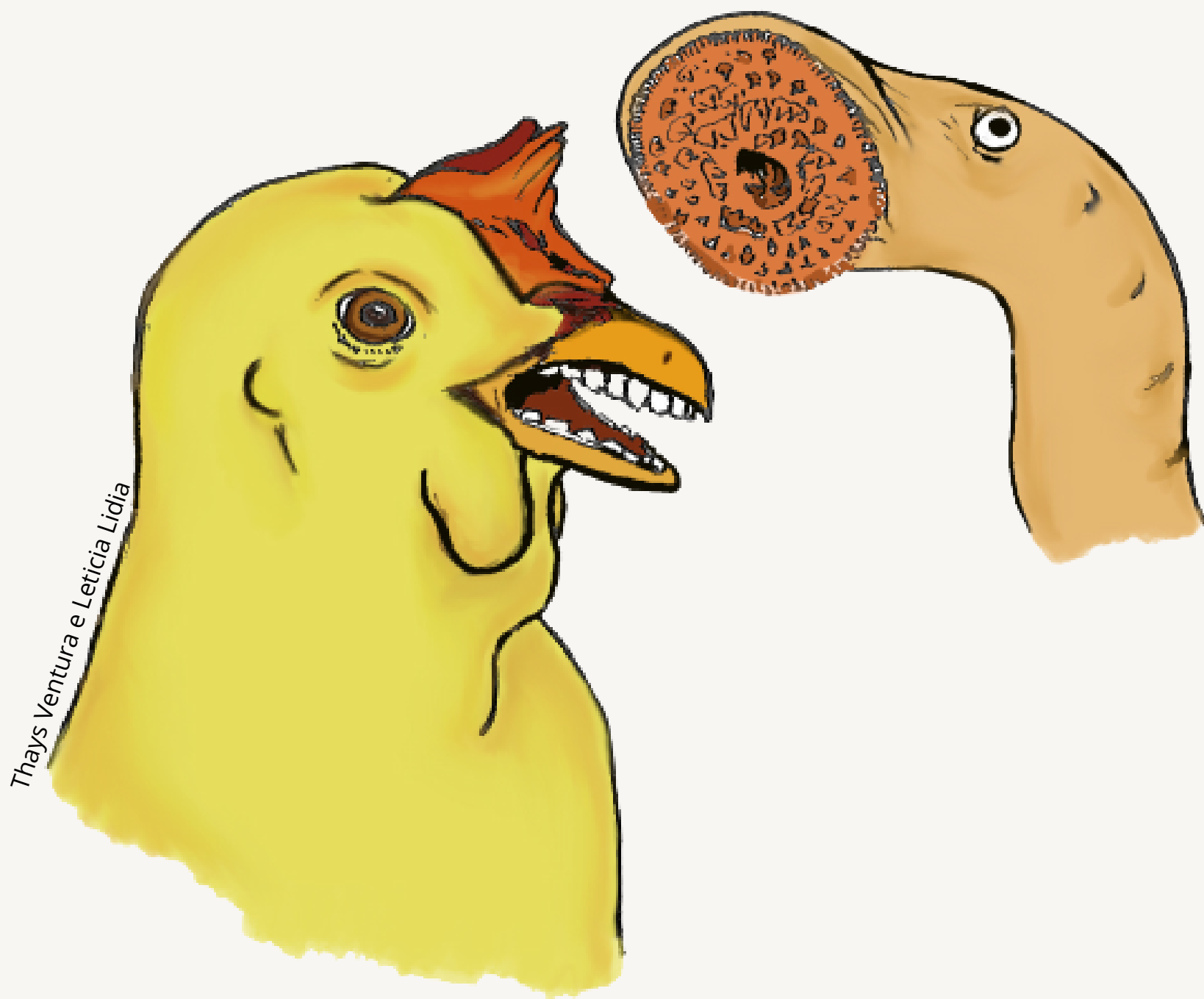
Proteína: molécula orgânica formada por diversos aminoácidos (a unidade primária que forma a cadeia das proteínas) ligados entre si. As proteínas são formadas a partir da informação presente no DNA e possuem diversas funções no organismo, como formar a estrutura das células, acelerar reações, transportar substâncias, etc.

RNA: ácido Ribonucleico: Molécula com diferentes funções celulares, na qual a principal é a transcrição proteica (produção de uma proteína a partir do código provido por um gene).

De galinhas dentuças a peixes sem queixo, tudo faz sentido à luz da evolução

Por Daniel Perez, Giordano Calloni e Ricardo Garcez

“Pariu ainda os Ciclopes de soberbo coração: Trovão, Relâmpago e Arges de violento ânimo que à Zeus deram o trovão e forjaram o raio. Eles no mais eram comparáveis aos Deuses, único olho bem no meio repousava na fronte. Ciclopes denominava-os o nome, porque neles circular olho sozinho repousava na fronte. Vigor, violência e engenho possuíam na ação”.
- Hesíodo, Teogonia, VII a.C.



Thays Ventura e Leticia Lidia

Nós, humanos, somos grandes contadores de histórias. Muitos afirmariam que essa é a principal característica que nos distingue dos demais seres vivos. A criação

de monstros no escuro pela nossa mente provavelmente nos ajudou a ter medo daquilo que um dia foi um predador à espreita. Daí passamos para a criação de uma infinidade de deuses e criaturas míticas que enriqueceram a cultura de diversas civilizações. Hoje, exemplos de deuses e criaturas fantásticas que ocupam o imaginário popular ocidental são os super-heróis da *Marvel* e os alienígenas de *Star Wars*.

O trecho que introduz este capítulo foi retirado do livro *Teogonia*, atribuído ao poeta grego Hesíodo, que viveu no século VII a.C. Nesse pequeno extrato está descrito o nascimento destes fantásticos

seres: os ciclopes. O que deve ter passado na mente de alguém para inventar criaturas como os ciclopes, seres com apenas um olho? Bom, muitas vezes a vida imita a arte, ou a arte imita a vida.. Acontece que, infelizmente, existe uma anomalia rara, porém real, que acomete humanos e outros animais, em que os olhos não se desenvolvem em duas órbitas separadas. Eles se fundem em uma única órbita, formando um único olho. Por isso, essa anomalia é conhecida como ciclopia, em alusão aos gigantes da mitologia grega (Figura 1). Os bebês que nascem com essa malformação sobrevivem por pouco tempo. É possível que o poeta Hesíodo co-

nheceu ou ao menos ouviu falar de algum caso de ciclopia. Não necessariamente ele tenha se inspirado em algum caso humano, uma vez que cães, gatos, ovelhas e até tartarugas ciclopes já foram observados.

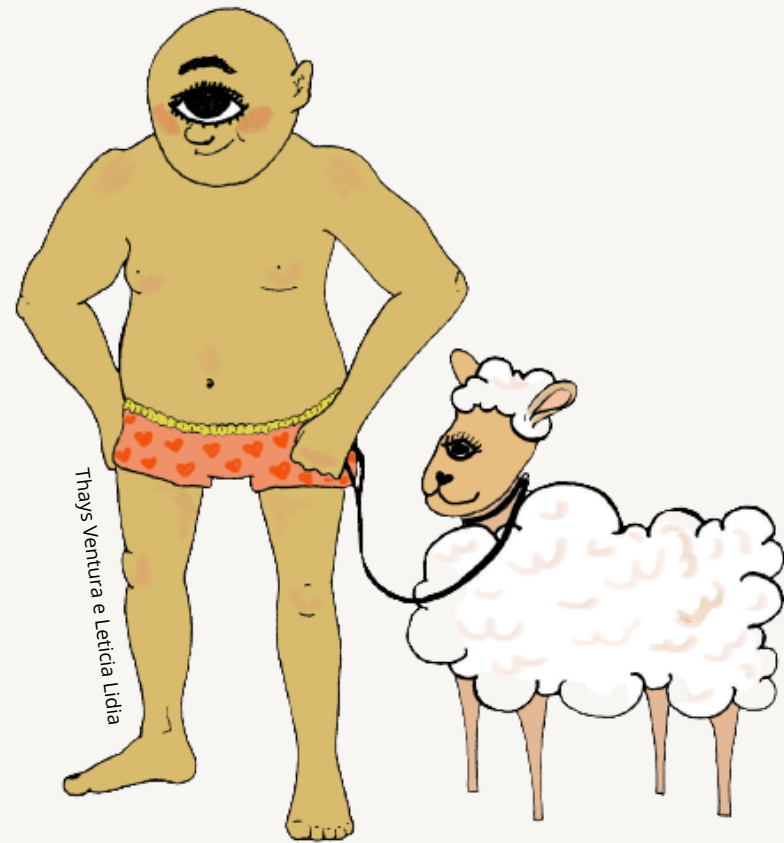


Figura 1. A ciclopia é uma malformação rara que leva ao desenvolvimento de apenas um olho, podendo afetar diversas espécies de animais. Na mitologia grega, a ciclopia era retratada em monstros gigantes e amedrontadores. Mas e se essa condição fosse o comum e não trouxesse problemas de saúde, será que veríamos cenas fofas como a de um ciclope cuidando de sua ovelhinha de estimação?

Esse e outros casos de anomalias destoam do que estamos acostumados a ver no cotidiano e despertam a nossa atenção. Mas você já parou para pensar por que esses casos são tão incomuns? Afinal, por que o comum é termos cinco dedos nos pés e nas mãos? Por que nossos braços se inserem na altura dos ombros e não, por exemplo, no meio da barriga? Por que temos dois olhos na posição e local em que se encontram, e não no meio do joelho? Bem, por mais óbvias (e talvez esquisitas) que essas perguntas possam parecer, na verdade elas despertaram e ainda despertam a curiosidade de muitas e muitos cientistas. Esses questionamentos e

outros similares compõem o interesse de toda uma área de pesquisa da ciência: a biologia do desenvolvimento.

Como o próprio nome diz, a biologia do desenvolvimento procura estudar e compreender o crescimento e o desenvolvimento de organismos vivos, especialmente animais e plantas. Mais especificamente, cientistas que trabalham nessa área procuram descobrir e entender os mecanismos responsáveis pela formação de cada estrutura do nosso corpo, desde as **células** até tecidos, órgãos e nossa anatomia como um todo. Não apenas como se formam isoladamente, mas por que se organizam de uma maneira

específica. Ou seja, por que braços nos ombros e não na barriga.

Fantástico! Então, agora, você pode estar imaginando: “legal, legal... mas que história é essa de galinhas dentuças e peixes sem queixo e o que isso tudo tem a ver com a biologia do desenvolvimento?!” Para entendermos bem essa história, também precisamos observar de perto a incrível jornada de um grupo de células de que você talvez nunca tenha ouvido falar, mas que foi extremamente importante para você se tornar quem é hoje. Então, antes de mais nada, vamos falar sobre a crista. Não, não aquela crista no topo da cabeça de galos e galinhas. Vamos acompanhar a

jornada da crista neural!

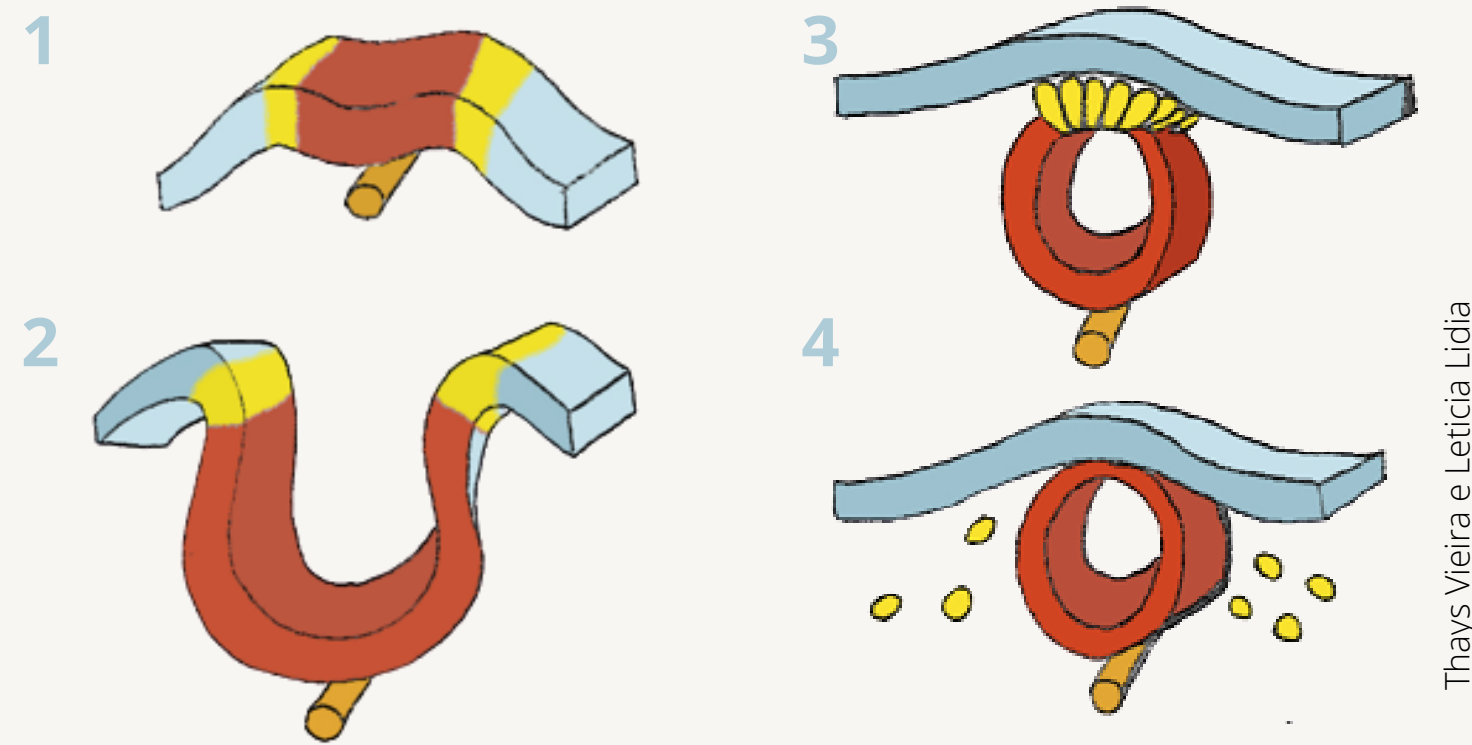
Células da crista neural: as mochileiras do embrião

Se você nunca ouviu falar sobre as células da crista neural, não se preocupe. Elas não estão mais presentes em seu corpo enquanto lê estas palavras. Mas estiveram em um período de sua vida em que você ainda não possuía sistema nervoso, que dirá então um cérebro para se lembrar delas. Estamos falando do período embrionário.

As células da crista neural são um grupo de **células-tronco**. Elas podem dar origem a diversos tipos celulares. Até onde sabemos,

são exclusivas dos **vertebrados**, surgindo no embrião no início da formação do **sistema nervoso central**. Imagine-se em uma época em que você se parecia mais com uma sola de sapato achatada do que com um humano. O dorso do embrião (que hoje corresponde às suas costas) começa a se invaginar, ou, em outras palavras, a afundar, entrando no espaço abaixo e formando uma fenda que percorre todas as suas futuras costas. As margens dessa fenda, então, vão se aproximando até se encostarem e formarem um tubo fechado (Figura 2). Esse tubo é chamado de tubo neural, e dará origem a todo o sistema nervoso central e

seus órgãos principais, o cérebro e a medula espinhal.



Thays Vieira e Leticia Lidia

Figura 2. Esquema representativo da formação do tubo neural e células da crista neural. A camada de células mais exterior que reveste o embrião começa a se invaginar na região dorsal (que corresponde à região das suas costas) sobre a notocorda (em laranja, uma estrutura presente apenas no estágio embrionário), formando um tubo, o tubo neural. As células nas margens do tubo que está se fechando (faixas amarelas) se desprendem e dão origem às células da crista neural, que irão migrar pelo embrião. A camada de células em azul irá contribuir na formação da pele. Este desenho representa um corte do embrião, imagine que as estruturas aqui se prolongam tanto “para fora” como “para dentro” do desenho.

Embora extremamente importante, o tubo neural não é a estrela deste capítulo. Essa honra cabe às células das margens da fenda que se desprendem do tubo durante o seu fechamento. Essas são as células da crista neural! A partir desse momento, elas dão início a uma aventura digna de histórias de fantasia. Isoladamente como um caubói do faroeste ou coletivamente como a “Sociedade do Anel” em “O Senhor dos Anéis”, essas células partem em uma incrível jornada de migração por todo o embrião, originando uma surpreendente diversidade de tipos celulares. Aquelas que iniciaram sua caminhada na região do tronco do embrião vão se dividir em duas

rotas de migração (Figura 3). Em uma delas, a chamada rota ventral, as células da crista irão migrar até chegarem em seus destinos e formarão todo o **sistema nervoso periférico**, ou seja, **gânglios**, nervos sensoriais e células auxiliares que ajudam os **neurônios**. Na outra rota, chamada dorso-lateral, as células vão migrar e dar origem aos melanócitos, células que produzem a pigmentação da pele. Exatamente: a capacidade de sentir o mundo ao seu redor e a cor da sua pele se devem aos diferentes tipos celulares gerados pelas células da crista neural. Mas não acaba por aí.

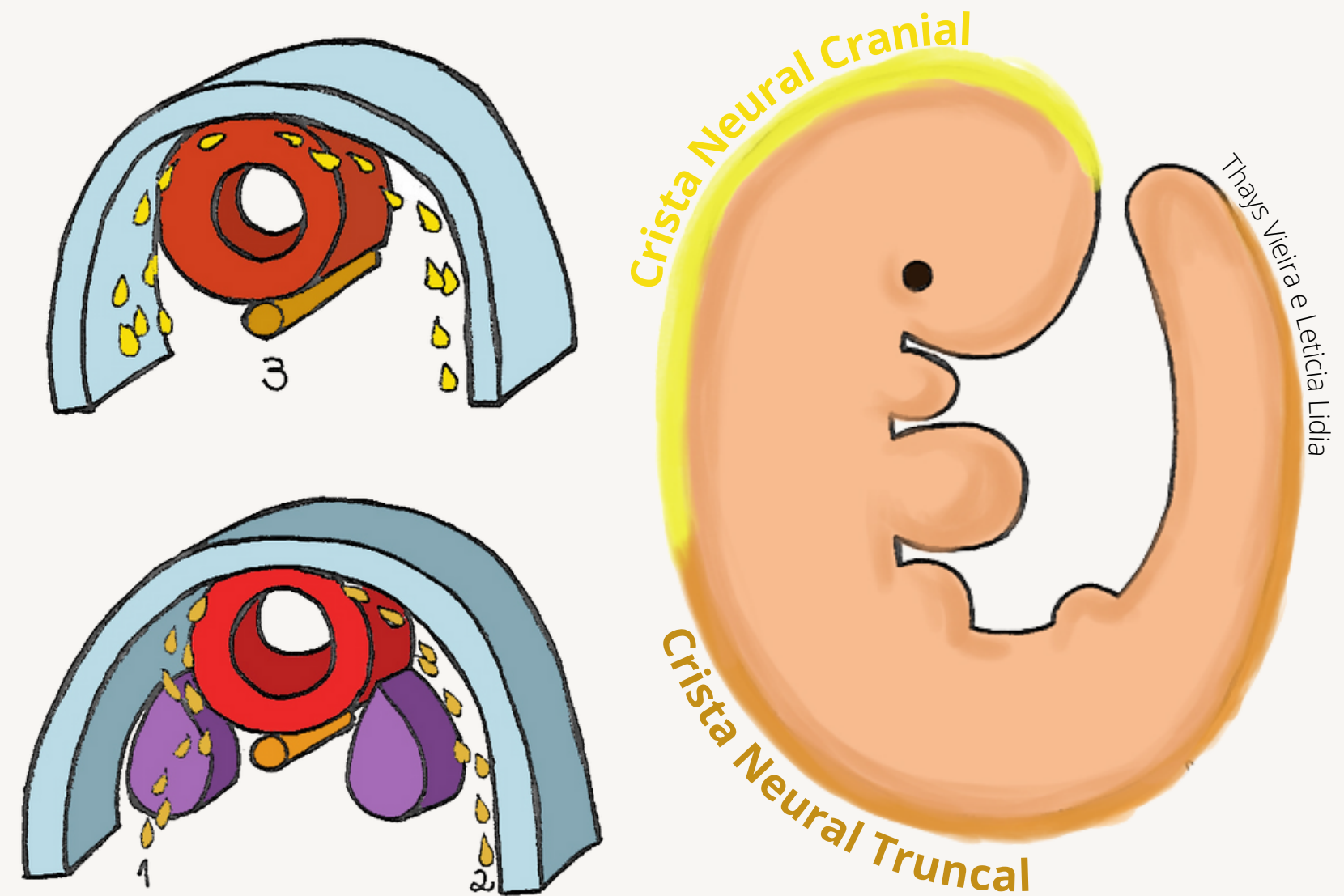


Figura 3. No desenho à direita, podemos notar as duas principais regiões de crista neural ao longo do embrião, as regiões de crista neural truncal e crista neural cranial, e, à esquerda, as respectivas rotas de migração que as células daquela região realizam. As células da crista neural truncal se dividem em duas rotas de migração pelo embrião. Na rota ventral (1), as células percorrem o interior do embrião, dando origem às futuras células do sistema nervoso periférico, enquanto na rota dorso-lateral (2) as células migram próximas à camada externa do embrião, dando origem aos melanócitos da pele. Já as células da crista neural cranial (3) migram originando células neurais, pigmentares, ósseas e cartilaginosa da face.

As células da crista neural que partem da região da cabeça (cranial) são parecidas com as do tronco. Elas também conseguem formar células pigmentares, neurônios e suas células auxiliares. Porém, possuem um potencial ainda maior, dando origem a muitos dos ossos e cartilagens da face. Isso mesmo, quando você olha sua cara no espelho, sua estrutura e forma são resultado do trabalho escultural realizado pelas células da crista neural cranial durante o desenvolvimento embrionário.

Como as células ganham seus diplomas

É fascinante imaginar que tantas células e estruturas se originem da crista

neural. Contudo, elas ainda são apenas um tipo de célula-tronco, e todas elas contribuem para a formação dos mais de 200 tipos celulares do corpo humano adulto. Como células que vieram da mesma origem, como a crista neural, podem gerar estruturas tão contrastantes quanto nervos e ossos?

“Ah, mas essa é fácil, é por causa dos **genes!**”. No passado, os cientistas sustentavam a hipótese de que, por possuírem características diferentes, as células deveriam possuir genes distintos. E, se é isso que você pensa... tenho um balde de água fria: na verdade, todas as suas células (exceto seus **gametas**) têm a mes-

ma informação completa no **DNA** (logo, os mesmos genes). Isso mesmo, o neurônio do seu cérebro e a célula da pele do seu dedão do pé têm exatamente a mesma informação genética! E essa informação é exatamente igual àquela de qualquer célula da crista neural ou até mesmo da primeira e humilde celulazinha do embrião. Como conseguimos, então, ter células diferenciadas e especializadas?

Orgulhosamente, se pudessem, as células responderiam essa pergunta mostrando que não são meras marionetes dos genes. Calma, não é como se elas tivessem consciência ou livre-arbítrio, nem nada do tipo. Na realidade, o que as células

possuem são diversos mecanismos para fazer com que os genes funcionem, de forma simplificada, como um interruptor: eles podem estar ligados ou desligados.

Na linguagem científica, dizemos que genes ligados estão sendo expressos e genes desligados estão silenciados (ou, simplesmente, não expressos). Normalmente, os genes, quando ligados, liberam a informação para a produção de **proteínas**. Elas são basicamente responsáveis por todos os processos em nossos corpos, e existem milhares de proteínas com funções específicas, como formar estruturas, realizar reações químicas, transportar substâncias e muitas

outras. Essencialmente, uma célula é quem ela é pelos tipos de proteína que produz. Portanto, um conjunto específico de genes ligados e desligados, e conseqüentemente um conjunto específico de proteínas, somado a uma série de fatores ambientais, é o que tornará uma célula um neurônio ou uma célula da pele, músculo, cartilagem, osso e assim por diante. Dessa forma temos a diversidade tão grande de células em nosso corpo!

Mas quem faz essa ação de ligar ou desligar os genes? Quem é o “dedo” que aperta o interruptor? O ato de ligar e desligar um gene é fortemente influenciado por uma grande variedade de fatores, co-

mo temperatura, quantidade de oxigênio, presença de determinados compostos químicos, entre outros. Mas, para facilitar a compreensão, trataremos apenas dos atores que participam diretamente desse ato — as proteínas regulatórias. Sua função é se conectar a determinadas regiões do DNA e induzir um gene a ser ligado ou desligado. E, em muitos casos, o gene influenciado por uma proteína regulatória pode conter a informação para produção de uma outra proteína regulatória. Em uma célula, existe uma super complexa rede de interações entre genes e proteínas regulatórias, em que, muitas vezes, uma **proteína regulatória** ati-

va a produção de outra proteína regulatória que pode ativar outras e assim por diante, em um processo que começa no início do desenvolvimento embrionário e continua até o final da vida.

Sabemos agora que a questão da diferenciação celular depende da regulação dos genes. As células, desde o embrião até o adulto, vão sofrendo modificações e se especializando cada vez mais em algumas áreas e deixando outras possibilidades para trás, expressando um conjunto de genes particular, até saírem da sua formatura de beca, capelo e diploma em mãos, prontas para atuarem como uma célula totalmente diferenciada. Mas... o

quebra-cabeça ainda parece incompleto. Como, afinal, em meio a tantas escolhas drasticamente diferentes, as células decidem qual caminho tomar? Como, por exemplo, uma célula da crista neural “escolhe” se transformar em um neurônio e não em um melanócito?

Bate-papo molecular: como as células criam uma orquestra microscópica

Assim como nós não fazemos nossas escolhas e tomamos rumos de vida totalmente por conta própria, mas antes somos influenciados pelas interações sociais que temos com as outras pessoas, as células também não vivem isoladas. A

todo momento as células estão conversando entre si, se comunicando, e isso é importantíssimo para o nosso desenvolvimento. Elas fazem isso por meio de sinais que enviam umas às outras, na forma de diferentes moléculas (geralmente proteínas, para variar). Essas moléculas são captadas e induzem uma série de eventos dentro da célula que recebeu o sinal, levando finalmente a célula a aumentar ou diminuir a expressão de algum gene, por exemplo.

Essa conversa, esse blá-blá-blá molecular, é o que faz com que as células consigam influenciar o destino umas das outras. E assim, como em uma conversa

normal, o contexto em que as frases estão inseridas é crucial na comunicação. Similarmente a quando nos comunicamos uns com os outros através da fala, as mensagens moleculares que as células trocam entre si durante o desenvolvimento embrionário podem ter significados muito diferentes, dependendo de onde e quando são enviadas e da capacidade da célula que recebe a mensagem de entender o que está sendo dito. Em muitos casos, uma mesma **proteína de sinalização**, por exemplo, pode gerar efeitos diversos no embrião. Em vários outros casos, diferentes sinais precisam estar presentes em uma combinação e ordem específicas

para que uma estrutura se desenvolva de uma determinada maneira.

Para entender melhor essa história toda, imagine a seguinte pergunta: “Onde fica o banco mais próximo?”. Se você perguntar isso ao meio-dia de uma quarta-feira no centro da cidade, as pessoas lhe indicarão onde fica o estabelecimento mais próximo com caixas automáticos e filas gigantescas. Mas, se você fizer essa mesma pergunta às oito horas da manhã de um feriado no meio de uma praça, as pessoas provavelmente lhe apontarão um banco de madeira para se sentar. Em um embrião, assim como em nossa vida cotidiana, o efeito de um sinal transmitido depende do

local e do tempo em que ocorre. Ao longo de sua jornada, as células da crista neural são constantemente influenciadas a continuar sua caminhada ou parar e diferenciar de acordo com as conversas que mantêm com outras células em torno do seu caminho de migração.

Percebemos agora que o segredo da trajetória de uma única célula até um organismo completamente formado está na diversidade de contextos em que nossas células podem interagir e se comunicar. Podemos imaginar o nosso desenvolvimento não mais como a montagem de estruturas em caixinhas isoladas, mas sim como um emaranhado

fascinante de redes e ciclos de bate-papo entre células, em que o histórico e o futuro de cada uma delas são influenciados pelas demais. Em uma verdadeira orquestra microscópica em que o maestro são as próprias células, elas crescem, dividem-se, mudam de forma, movem-se, migram para outras regiões, diferenciam-se e, por vezes, até morrem, produzindo em conjunto uma sinfonia na forma de sinais moleculares que se combinam em ordem, local e tempo adequados para levar adiante o desenvolvimento do embrião.

Galinhas dentuças

Finalmente entram em cena elas, as

galinhas. Não sei você, mas... eu nunca vi uma galinha com dentes. Creio que você também não, pois elas não têm dentes. De fato, nenhuma ave os possui. Se pararmos para pensar nisso, é no mínimo um pouco estranho. Afinal, todos os vertebrados com parentesco próximo às aves têm dentes. Apenas as “banguelas plumadas” gostam de ser diferentes.

Durante muito tempo, cientistas imaginaram que a explicação evolutiva para a ausência de dentes no grupo das aves seria a perda progressiva deles ao longo de milhões de anos. Desde os seus ancestrais até as espécies modernas que conhecemos hoje, os dentes teriam se reduzido cada vez

mais, até não sobrar nenhum para contar a história. Segundo esse modelo, essa perda no curso da evolução se daria pelo acúmulo lento e gradual de muitas mutações genéticas. Mas será essa a única explicação possível? Ou será que as conversas moleculares poderiam ter simplesmente mudado nas plumadas?

Um estudo realizado em 2003 lançou novas luzes sobre o assunto. Ele mostrou que o surgimento de dentes no embrião de aves é possível graças às (olha elas aí novamente!) células da crista neural! Para que os dentes se desenvolvam normalmente, já se sabe que as células da crista neural precisam receber e interpretar

corretamente os sinais enviados por células presentes em certas regiões do chamado epitélio oral (o local de inserção dos dentes). Em 2003, vários estudos já demonstravam que essa rede de sinalização estava presente nas aves. No entanto, apesar da sinalização necessária para a formação de dentes estar presente no epitélio oral das aves, os genes associados à recepção e interpretação desses sinais nas células da crista neural encontravam-se desligados.

Dessa forma, as células da crista neural das aves não conseguiriam se comunicar com as células do epitélio, como se alguém da Grécia passasse a você uma série de

instruções importantes em grego, mas você, sem entender o que está sendo dito, não fizesse nada. Isso levou à hipótese de que as aves modernas ainda teriam o potencial de formar dentes, mas isso não ocorre porque algumas peças-chave da rede de sinalização da crista neural foram alteradas no desenvolvimento. Para testar essa hipótese, pesquisadores do estudo de 2003 (citado acima) substituíram as células da crista neural dos embriões de galinha por células da crista neural de camundongos (que definitivamente têm dentes, como você bem sabe).

O que observaram nesses embriões "*Frankenstein*" foi exatamente o esperado,

mas não menos surpreendente. As células da crista neural do camundongo conseguiram entender e responder às mensagens vindas do epitélio oral da galinha, havendo a expressão dos genes ligados ao desenvolvimento dos dentes. Os pesquisadores puderam observar a formação de estruturas mineralizadas que correspondiam aos estágios iniciais da formação dos dentes. Sim, com toda a licença poética do mundo, temos aqui galinhas dentuças.

Esses e outros resultados sobre o tema, demonstrando que apenas algumas alterações no desenvolvimento das células da crista neural puderam levar galinhas

com dentes a se tornarem banguelas, nos revela uma realidade fascinante da natureza: mudanças sutis no padrão de desenvolvimento embrionário, por meio de alterações em apenas alguns pontos de redes de regulação dos genes, podem levar a enormes mudanças evolutivas!

Biologia evolutiva do desenvolvimento: uma história de asas, patas e polegares

Este olhar sobre a evolução não é exatamente novo. Já no final da década de 1970 e começo da década de 1980, o brilhante paleontólogo, biólogo evolucionista e divulgador científico Stephen Jay Gould passou a contribuir mui-

to para a popularização do que conhecemos hoje como biologia evolutiva do desenvolvimento, ou Evo-Devo, para os íntimos. Em seu livro “O Polegar do Panda”, no capítulo de mesmo nome, Gould apresenta o curioso caso desses adoráveis ursos que possuem seis dedos, sendo um deles o polegar.

Tal aquisição evolutiva pode parecer improvável; complexa demais, diriam alguns. Mas, se olharmos mais a fundo, encontraremos uma explicação muito mais simples do que possa inicialmente parecer. O “polegar” do panda não é, de fato, um dedo verdadeiro, mas sim uma expansão de um osso da mão (chamado sesamoide

radial) que, nesses animais, é altamente hipertrofiado (Figura 4). O aparentemente inexplicável surgimento de um “dedo extra” na mão dos pandas poderia ser facilmente explicado por uma ou poucas mutações genéticas que alteraram a rede de regulação durante o desenvolvimento embrionário, fazendo as células do osso sesamoide radial crescerem e se dividirem em uma taxa um pouco mais rápida. O novo “dedo” passa então a mudar todo o desenvolvimento da mão, impedindo que nervos e músculos se insiram como anteriormente, e toda uma nova anatomia aparece por conta de uma mensagem tão simples quanto “divida-se um pouco mais rápido aqui”.

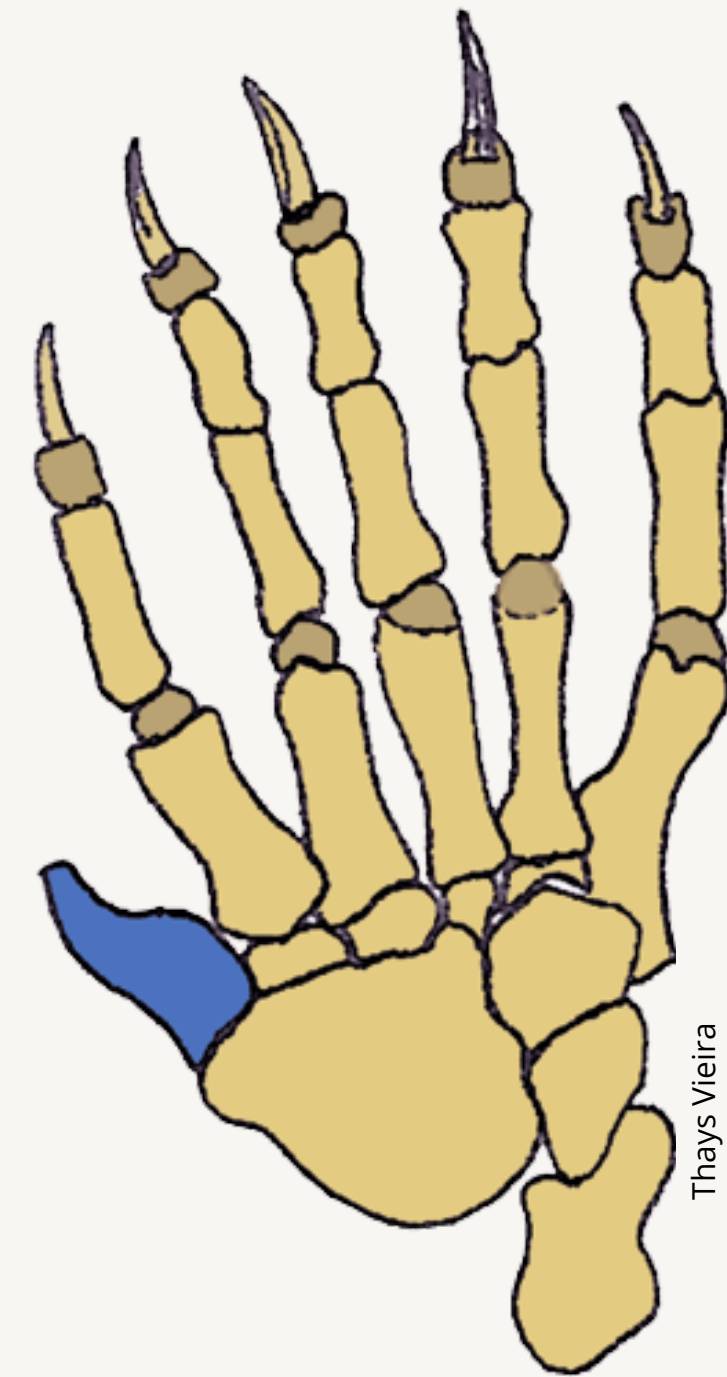


Figura 4. O “polegar do panda”, destacado em azul na imagem, na realidade, se trata de um osso da mão expandido, e não um sexto dedo verdadeiro. Esta é uma dentre várias evidências que demonstram como mudanças simples no padrão de desenvolvimento podem levar a marcantes processos evolutivos.

A evolução por meio de pequenas mudanças no padrão de desenvolvimento está presente em todas as direções a que você voltar o olhar no reino animal. Os papagaios, por exemplo, têm dois dedos para a frente e dois para trás, diferentemente do resto das aves, que possuem três para a frente e um para trás. Um pesquisador brasileiro e colaboradores publicaram um estudo em 2014 demonstrando que isso ocorre pela simples alteração no local de produção de uma proteína regulatória. Essa modificação fez com que o tendão de um dos dedos do papagaio se insira em uma região diferente o suficiente para gerar uma tensão que

puxa esse mesmo dedo para trás. Sob à luz da Evo-Devo, casos intrigantes como a asa do morcego e o corpo alongado da cobra (e sua ausência de membros), já estão sendo compreendidos. Esses e diversos outros exemplos fascinantes de mudanças evolutivas são possíveis graças a pequenas alterações na expressão de proteínas regulatórias, seja no local, tempo ou quantidade em que atuam durante o desenvolvimento embrionário. E se você está imaginando que o dente da galinha ou o polegar do panda são bizarros demais e a Evo-Devo nada tem a ver com a sua história, saiba que, na verdade, você só é como é hoje por conta de uma mudança

evolutiva que tem tudo a ver com Evo-Devo e com... isso mesmo, crista neural!

Uma nova cabeça: a mudança evolutiva que definiu a história

A esta altura, talvez, não seria mais surpresa para você se disséssemos que as células da crista neural roubam a cena mais uma vez, estando ligadas à modificação possivelmente mais importante na evolução dos vertebrados. Essa modificação é, nada mais nada menos, que a formação da **mandíbula e da maxila**.

No início da evolução dos vertebrados, os peixes tinham uma aparência de “cair o queixo” – literalmente. Eles não possuíam

mandíbula e nem maxila, e em decorrência disso o formato de sua cabeça era muito diferente. Seus hábitos e alimentação também eram certamente muito distintos do restante dos vertebrados mais recentes. Algumas espécies desse grupo, conhecido como Agnatha (sem mandíbula e maxila), sobreviveram até hoje e são parasitas de outros peixes ou se alimentam de restos orgânicos de outros seres que morreram (Figura 5).

“Quer dizer então que de um bicho bizarro sem mandíbula e maxila chegamos a animais com uma boca completamente nova?!”. Dito dessa maneira, realmente parece algo absurdo. Mas tudo passa a fa-

zer sentido quando ficamos sabendo que as células da crista neural já estavam presentes nesses peixes, como podemos observar nos membros sobreviventes do grupo. E, com elas, toda a rede de regulação de seus genes. Os blocos de construção para a mandíbula e a maxila já estavam lá, desempenhando outras funções naquela época. A incrível evolução da mandíbula e da maxila nos vertebrados, então, pôde ocorrer simplesmente pela mutação de um ponto nessa rede de regulação que mudou o comportamento das células da crista neural, como se elas falassem entre si: “Ei, por que não migrar para esse lugarzinho novo aqui?”. Assim co-

mo no polegar do panda ou no dedo do papagaio, a mudança no papel de um personagem durante o desenvolvimento levou o restante dos atores a contracenar também de forma diferente e a se adaptar à nova situação, possibilitando o surgimento de novas conversas moleculares em contextos anteriormente inexistentes. Essa elegante transformação permitiu o desenvolvimento de um novo e revolucionário estilo de vida no planeta, em que predadores vorazes passaram a habitar a Terra.

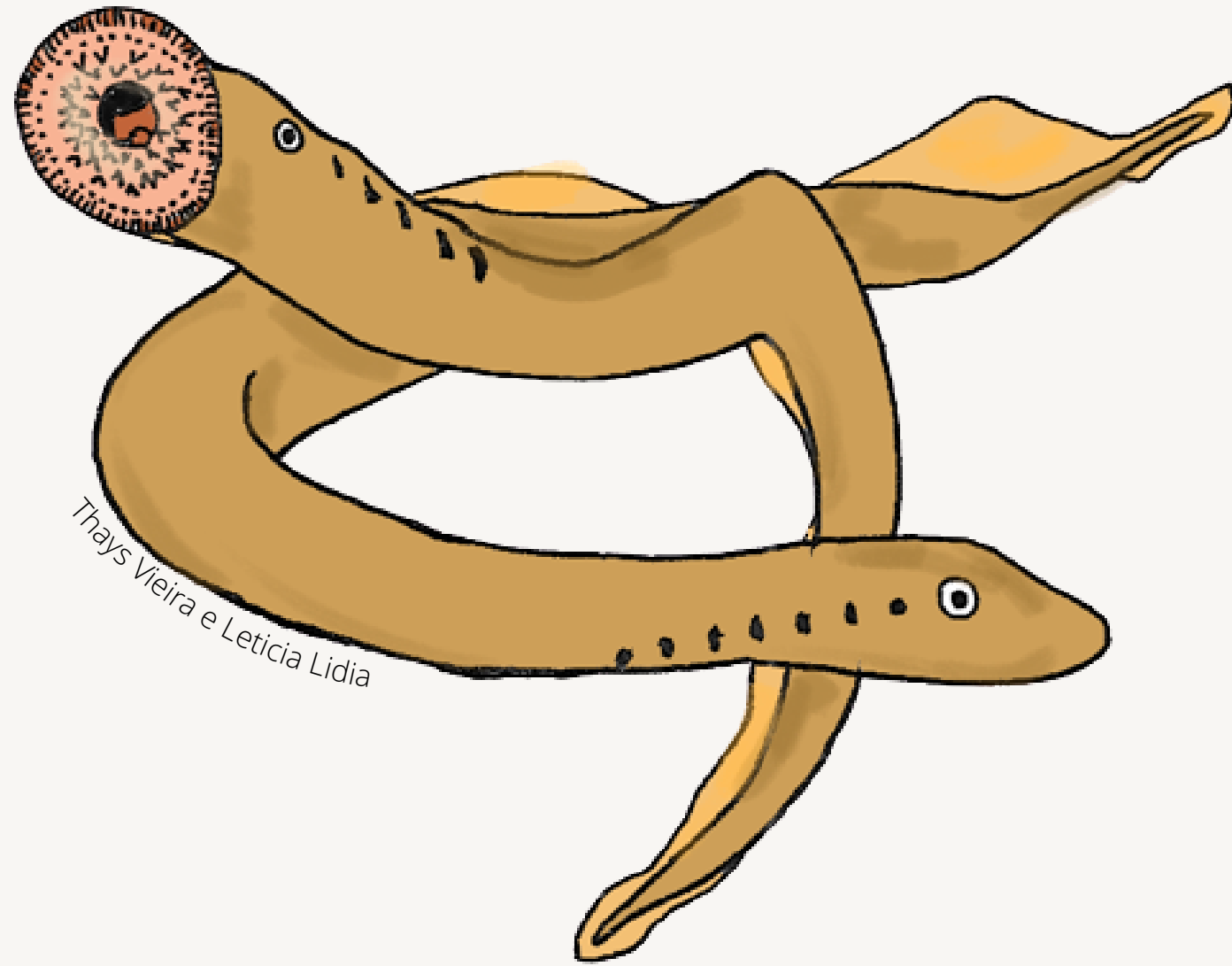


Figura 5. As lampreias são representantes viventes atuais dos Agnatha, grupo ancestral que antecedeu evolutivamente os peixes mandibulados. Espécies são encontradas em mares e rios, variando de cerca de 30 centímetros a um metro de comprimento. O formato alongado de seu corpo lembra o das enguias. Como não possuem mandíbula ou maxila, as lampreias adultas se alimentam parasitando a superfície externa de seus hospedeiros (em geral, outros peixes), prendendo-se à pele por meio de seu disco oral (sua “boca”).

Se há uma lição a tirar de tudo isso, é a de que a evolução não tem nada de absurdo nem mágico, podendo ser estudada e explicada de forma muito mais simples. Novidades evolutivas que “surgiram de repente” ou são “complexas demais”, como alguns podem alegar, são muito mais fáceis de entender quando temos a biologia do desenvolvimento ao nosso lado. Podemos agora ver que, assim como durante a formação de cada um de nós, as respostas para o “surgimento” ou “desaparecimento” de estruturas fascinantes na evolução têm a ver, em muitos casos, com onde, quando e com quanta intensidade grupos específicos de

proteínas são produzidos.

As estruturas não evoluem do nada. A evolução não reinventa a roda. Ela é muito mais prática e trabalha com as peças de que já dispõe, atribuindo funções novas para as mesmas estruturas. Quase como uma criança que, com a mesma caixa de peças de Lego, constrói uma casa ou um foguete, apenas encaixando os bloquinhos de novas maneiras. Muitas vezes, essas pecinhas de Lego podem se encaixar de maneiras diferentes do esperado. Isso pode ocorrer devido a alguma alteração no manual de montagem (uma mutação no material genético) ou a algum fato imprevisível como a falta de uma pecinha

do jogo (uma determinada proteína, por exemplo). Esses casos, inclusive, podem levar justamente à observação de eventos curiosos como o surgimento de seres com um olho apenas: os famosos ciclopes que despertaram nossa imaginação no início deste capítulo.

Existe uma beleza nesta forma de enxergar a nossa própria história e a de nossos parentes em toda a árvore da vida. A evolução não é algo do passado, algo esquecido. Suas marcas estão gravadas em nossos corpos, seja quando adultos, seja quando embriões, passando pelos grandes eventos que marcaram nossa evolução e permitiram sermos quem somos hoje. Te-

mos muito a agradecer ao papel da crista neural para o surgimento de uma nova cabeça. Talvez elas inspirem você a investigar e descobrir novas histórias sobre nós, seres humanos, e nossos parentes conterrâneos deste Planeta Azul. Afinal, não há nada mais humano do que ouvir e contar histórias. Regadas com uma boa dose de ciência, elas podem se tornar ainda mais belas e fascinantes.



Referências

C. Gans e colaboradores, Neural crest and the origin of vertebrates: a new head [Crista neural e a origem dos vertebrados: uma nova cabeça], 1983.

João F. Botelho, The Developmental Origin of Zygodactyl Feet and Its Possible Loss in the Evolution of Passeriformes [A origem embrionária dos pés zigodáctilos e sua possível perda na evolução dos Passeriformes], 2014.

Scott Gilbert, Developmental Biology [Biologia do Desenvolvimento], 2010.

Stephen J. Gould, O Polegar do Panda, 1980.

Thimios A. Mitiadis, Development of teeth in chick embryos after mouse neural crest transplantation [Desenvolvimento de dentes em embriões de pintos após transplante de crista neural de camundongos], 2003.

Glossário

Animais vertebrados: animais que possuem coluna vertebral (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos).

Célula: unidade funcional de um ser vivo. Alguns seres são formados por uma única célula, como as bactérias, enquanto outros são formados por um número muito grande de células variadas, como os animais e as plantas.

Célula-Tronco: célula capaz de se dividir e produzir células-filhas especializadas. São abundantes durante o desenvolvimento do embrião, quando os tecidos e órgãos do corpo estão se formando.

DNA: ácido desoxirribonucleico. Sequência de nucleotídeos presente em todos os organismos vivos e que contém informações para muitas características dos mesmos, carregando assim a herança genética destes.

Gameta: célula responsável pelo carreamento e consequente transferência do material genético na reprodução (exemplo: espermatozóide ou óvulo).

Gene: sequência determinada de um DNA que contém a informação para a produção de uma determinada proteína.

Genoma: conjunto de toda a informação genética (sequência de DNA) presente em um determinado organismo.

Hipertrofia: desenvolvimento ou crescimento excessivo de um órgão ou tecido.

Mandíbula: osso móvel da porção inferior do crânio onde se inserem os dentes inferiores da boca.

Maxila: osso imóvel da porção inferior do crânio onde se inserem os dentes superiores da boca.

Mutação: modificação pontual de uma sequência de nucleotídeos do DNA.

Neurônios: células do sistema nervoso responsáveis por captar estímulos externos (do ambiente) e internos (do organismo) e pela transmissão e comunicação destes estímulos por meio da propagação de sinais e impulsos elétricos ao longo do corpo e no cérebro.

Proteína: molécula orgânica formada por diversos aminoácidos (a unidade primária que forma a cadeia das proteínas) ligados entre si. As proteínas são formadas a partir da informação presente no DNA e possuem diversas funções no organismo, como formar a estrutura das células, acelerar reações, transportar substâncias, etc.

Proteína regulatória: proteína responsável pela regulação e controle de algum determinado processo ou padrão.

Proteína de sinalização: proteína responsável pela transferência de alguma informação entre as diferentes células do corpo.

Sistema Nervoso Central: subdivisão do sistema nervoso que engloba o encéfalo (cérebro e demais órgãos) e os nervos e inervações presentes na coluna vertebral. É responsável pela integração e processamento de informações.

Sistema Nervoso Periférico: subdivisão do sistema nervoso que engloba os nervos e inervações presentes nos membros e nos órgãos não-cerebrais. É responsável pela captação de informações sensoriais e pela transferência de informações gerais.

Cair e levantar: a educação física e o equilíbrio em uma escola adoecida

por Edgard Matiello Júnior, Francisco Emílio de Medeiros, Yuri Mateus dos Santos Pereira, Andreza Gazzana da Silva Possenti Farias e Renato Hajenius Aché de Freitas



Leticia Lidia

Era uma vez uma escola, daquelas bem grandes, próxima do centro de Florianópolis, capital de Santa Catarina, Brasil. Possuía cerca de mil estudantes, desde o Ensino Fundamental até o Médio, e setenta professoras e professores.

Logo no início da manhã, o primeiro som mais forte que se sobressaía ao da alegria dos estudantes era o de uma for-

te sirene determinando o momento de entrada na rotina escolar. Após o som estridente da sirene para o início das aulas, restava nos espaços abertos da escola um vazio que, nesse momento desprovido das risadas e gritarias, era marcado principalmente pelos seus contornos. Muros altos com metais cortantes impunham-se para afugentar os que quisessem entrar forçosamente fora do horário e dia. Por outro lado, o lado interno representava também uma mensagem aos estudantes que desejassem deixar aquele espaço e as aulas mais cedo, sem autorização. Assim, mesmo com todas as justificativas, a escola abria mão de uma

estrutura mais convidativa, suave e tranquila, para assemelhar-se de fato a uma fortaleza com muralhas, grades, cercas e câmeras de vigilância.

Um dos toques de sirene mais aguardado era o que sinalizava o recreio. Lá iam as crianças sem freios. De tão curto o tempo de recreio, as crianças tinham de fazer uma escolha: comer ou brincar, eis a questão. E, em geral, as crianças, sobretudo as mais jovens, escolhiam brincar, ou brincar mastigando a comida. Como bem sabiam as merendeiras, para nove de cada dez crianças que se alimentavam da merenda da escola, aquela seria a única refeição completa durante to-

todo o dia. Assim, pode-se imaginar o que ocorria durante feriados prolongados e férias.

Mais triste ainda eram os dias de chuva. Não era preciso nem ser torrencial. Bastava uma chuva contínua e de fraca intensidade por algumas horas, nos dias que antecedem as aulas, para que metade dos estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental se ausentassem. E quanto à outra metade, era comum que chegasse molhada, restando poucas crianças em condição digna de participar das aulas — diga-se, secas! As crianças ausentes tinham que ficar em casa para ajudar a proteger os móveis e trocá-los de lugar devido às gotei-

ras. As crianças “ensopadas” em sala de aula tinham seu próprio trajeto para a escola muito prejudicado em virtude de alagamentos e formação de barro. Tentando ao menos amenizar a situação dramática das crianças, era muito comum que a própria escola organizasse a arrecadação de roupas e calçados para dar algum conforto.

E de onde vinham essas crianças de roupas e pés molhados? Como e com quem moravam? A maior parte delas provinha de uma mesma comunidade próxima à escola. E se você acompanhou essa jornada até aqui, busque energias para prosseguir na caminhada, pois a subi-

da ao morro será bem íngreme.

Eram muitas as formas de se chegar à comunidade, cujo nome, na verdade, é um eufemismo para favela. Mas uma coisa é notória, quanto mais se subia, mais ampla e impactante era a vista da cidade, com o oceano Atlântico ao fundo, praias e áreas de mata ainda conservadas. “Se vivêssemos de vista, seríamos ricos”, é o que diziam as pessoas do morro de si mesmas, lá em cima.

Muitas famílias vinham para a capital, estimuladas pelas prefeituras de suas cidades de origem, na esperança de uma vida melhor. Mas qualquer que seja o motivo, o fato é que as construções das re-

sidências eram marcadas pelo improvisado e, conseqüentemente, pelo risco de sofrer com desabamentos. Serviços de abastecimento de água, destino de dejetos e mesmo acessibilidade eram praticamente inexistentes em muitos locais da comunidade.

E as crianças, onde brincavam nesse contexto? Havia um lugar público de lazer para a comunidade naquele lugar, pois vielas, quintais e ruas, a princípio, não são lugares públicos apropriados para desfrutar do lazer de qualidade. Esse único lugar era o campinho, uma das poucas áreas planas existentes, que abrigava disputas de pipas e jogos de futebol.

A crua e dura realidade

O “conto” que você acabou de ler não tem nada de fictício. Neste capítulo, nós, autores, iremos compartilhar um pouco da pesquisa e ação educativa que realizamos nesta escola. Para darmos uma pausa na dura realidade sobre a vida dessas crianças, a qual certamente coincide com a de muitas crianças de nosso país, passaremos agora a refletir sobre o desafio de professores da área de educação física escolar no contexto da escola pública mencionada.

Desse modo, nos perguntamos: considerando as condições de moradia limitadas para garantir a dignidade de vida

das crianças, o que se poderia esperar da escola em que elas estudavam? Seria possível que a educação física escolar contribuísse de alguma forma com o equilíbrio dessas crianças?

Aqui cabe ressaltar o que a comunidade científica que investiga questões sociais e educativas têm em relação ao equilíbrio e o que essa pesquisa-ação levou em consideração para seguir. “Equilíbrio” seria em um sentido amplo, não só em relação ao corpo perante o ambiente, mas também em relação à vida, envolvendo, portanto, equilíbrio físico e emocional, os quais estão interligados. Proporcionar equilíbrio contribui com a formação de consciência

para que o sujeito se perceba politicamente no mundo e possa então trabalhar pela transformação daquilo que historicamente o oprime, que o exclui, que o faz, de forma geral, adaptar-se passivamente à realidade social.

Desde o início, tínhamos clareza quanto à grandeza dos problemas sociais das crianças da escola, bem como a situação angustiante que professoras e professores em comprometimento com a vida delas enfrentavam e que, por vezes, repercutia em seus próprios adoecimentos. Desse modo, a repercussão do acúmulo de problemas graves permitia considerar que, não apenas uns e outros estavam mal, mas

sim que a própria instituição escolar já sucumbia, com demonstrações explícitas e implícitas de desequilíbrio.

Como em uma pesquisa, a partir de uma problemática (escancarada acima), traça-se o objetivo (contribuir com o equilíbrio das crianças). Agora, nas próximas linhas, pauta-se a metodologia com embasamento teórico, coleta-se resultados e conclui-se.

Criando confiança e intimidade

Para poder contribuir com o equilíbrio de uma pessoa, necessita-se estabelecer relações de confiança e intimidade. Assim, havia, também, a necessidade de proporcionar estímulos para que as crian-

ças falassem por conta própria, com linguagens e movimentos corporais característicos da infância, a respeito das suas condições de vida. Realizamos trabalhos com a horta escolar, mutirões de limpeza com as crianças, familiares e professores; plantio de flores, pintura de muros do parquinho e reformas e construção de brinquedos, dentre outras tantas coisas divertidas e que fortalecem relações de vínculo entre as crianças e educadores.

Também era importante compreender melhor quais eram, de fato, as condições de vida das crianças que repercutiam nas condições de desenvolvimento e aprendiza-

do. Mas, por serem elas muito pequenas — entre 6 e 8 anos, no máximo — não seria apropriado entrevistá-las formalmente ou utilizar outros recursos convencionais de pesquisa. Outro limite era que, a bem da verdade, havia uma certa distância das famílias em relação à escola e vice-versa. Assim, utilizamos os indicadores de privação severa (Indicadores de Bristol) da UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância). Resumidamente, eles medem a dificuldade de acesso à alimentação, saúde, moradia, saneamento básico, água, informação e educação. Com base nesses indicadores e por meio de intervenções como jogos, brincadeiras, ginásticas e en-

cenações, conseguimos obter informações das crianças que auxiliaram a confirmar as hipóteses originais, ou seja, de que se tratavam de crianças em situação de vulnerabilidade social.

Associando as informações obtidas em cadastros das famílias na escola, de registros de professores, de visitas realizadas nas casas ou próximo de suas moradias, as intervenções pedagógicas que realizamos formaram um quadro interessante e dramático sobre as condições de vida dessas crianças.

Criamos jogos que envolveram a produção de um mapa da região de moradia, pontuando onde se localizavam

suas casas, o que havia nos arredores e qual trajeto faziam para ir para a escola. Reproduzimos a estrutura das casas com grandes caixas de papelão e tudo isso era feito coletivamente e preferencialmente em situações que envolviam movimento e brincadeiras com deslocamentos que representassem, por exemplo, a simulação de travessia sobre pontes nos córregos. O acompanhamento das crianças em salas de aula, nas aulas de educação física e no recreio também ajudaram a entender algumas questões conforme apontam os indicadores da UNICEF.

De forma geral, identificamos condições ruins de alimentação, de higiene e de ves-

timentas. Também era evidente a predominância de casas precárias e muito improvisadas, com esgoto sendo despejado no próprio terreno e nas ruas, com crianças utilizando até mesmo o córrego poluído em frente às residências como local de brincadeira. A maioria das casas do bairro não possuía abastecimento regular de água potável, repercutindo na qualidade da limpeza doméstica, higiene pessoal e no preparo da alimentação. No que se refere à privação de informação, essas provinham de um mesmo conglomerado de comunicação que envolvia TV, rádio e jornais. Era muito comum reproduzirem as mesmas notícias e, no caso da comunidade,

estas serem, em geral, sobre violências, fato que lhes dificultava manter a autoestima elevada. Finalmente, a respeito da privação de educação, as situações expostas até então exemplificam o problema.

Em busca do equilíbrio

Tendo em vista os graves problemas sociais da comunidade e que as crianças não tinham uma escola em condições de excelência para amenizar o desequilíbrio em suas vidas, o nosso projeto gradativamente desenvolveu uma série de ações na escola com embasamento científico. Podemos chamar essas ações de

“intervenções pedagógicas”, as quais resultaram na consolidação de um novo espaço na escola.

Uma sala de aula, que estava deteriorada e com o telhado quebrado (Figura 1), foi reformada. Após uma boa limpeza interna e reorganização do espaço, iniciava-se a construção da Sala do Equilíbrio.



Figura 1. Fotografia da sala de aula deteriorada da escola. Fonte: arquivo pessoal.

A ideia era que a sala passasse a atender as aulas de educação física da escola e também as atividades de outros projetos escolares. Que esse fosse um espaço convidativo, agradável e seguro para que as crianças se entusiasmassem mais ainda para estudarem suas próprias capacidades de se desafiarem nos movimentos. Que preparasse educadores e educadoras a encontrarem seus equilíbrios emocionais e físicos enquanto vivenciassem as oportunidades de se movimentarem de forma diferente. Um espaço que priorizasse o cuidado, relacionando a história de vida das comunidades em que as crianças vivem com as atividades físicas

realizadas.

Durante o processo de transformação da sala, discutimos quais princípios deveriam reger as futuras experiências com as práticas corporais a serem ali desenvolvidas, pretendendo colaborar com a superação dos desequilíbrios vivenciados pela comunidade escolar. Pensamos então em questões bastante amplas, tais como imaginar que a experiência de cair e levantar das crianças deveria ser refletida para além daquela experiência física nos aparelhos de educação física, envolvendo o contexto de suas próprias vidas na escola e comunidade.

Contando com recursos financeiros

próprios dos estagiários e professores que trabalharam na ação, bem como por meio de doações, foi possível “construir” a Sala do Equilíbrio (Figura 2). Entrando neste espaço, as crianças agora podiam encontrar uma série de novas oportunidades para se desafiarem e aprenderem: parede de escalada horizontal com um grafite retratando a vida na comunidade; dois tecidos acrobáticos; slackline que pode ser fixado em dois níveis de altura; trave de equilíbrio, e muitos outros. Além disso, o piso com cimento liso para uso de brinquedos sobre rodas (como skates e patinetes); tatames para o amortecimento

de quedas; uma lousa inteiramente reformada.



Figura 2. Fotografias da Sala do Equilíbrio concluída da escola. Fonte: arquivo pessoal.

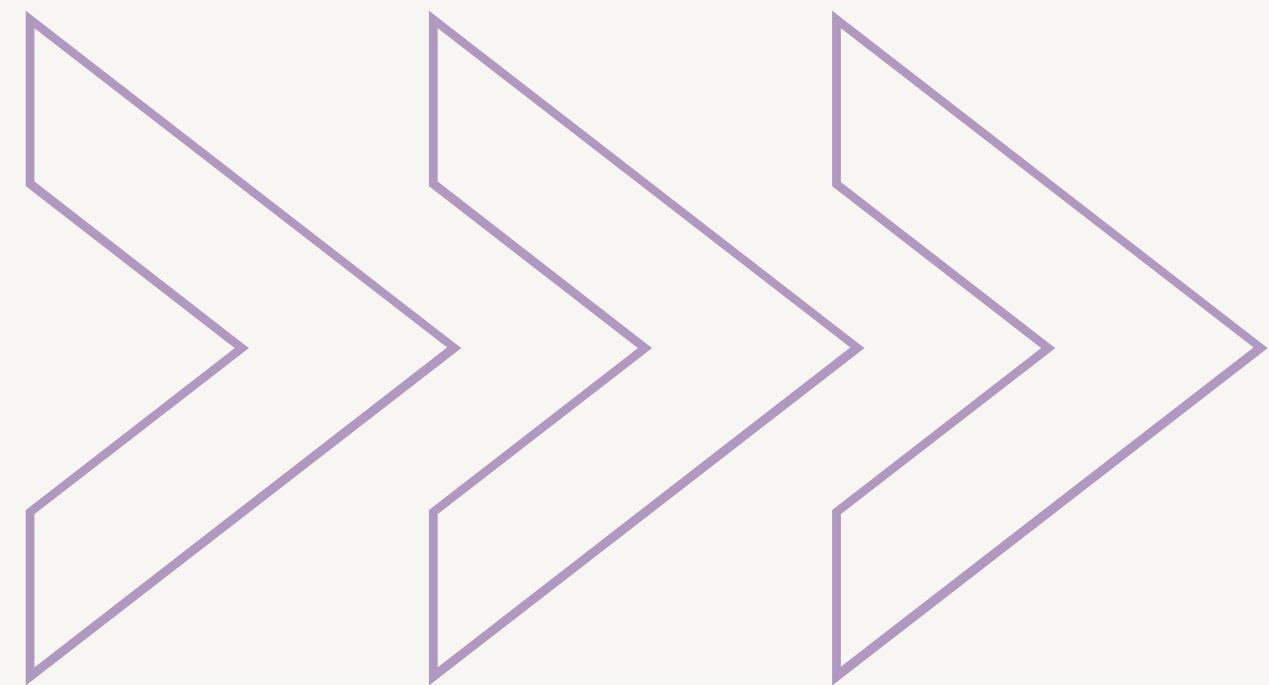
Para cada aparelho identifica-se algo próprio a ser problematizado para que se mostrasse uma verdadeira lição de vida, ainda que brevemente. Conceitos como atenção, concentração, disciplina, perseverança, cuidado, respeito aos limites individuais e coletivos, dentre outros tantos, passaram a ser estudados, organizados e ensinados regularmente. Também houve preocupação com aspectos físicos evidenciando diferentes conceitos, tais como força, resistência e contração muscular.

Após um longo processo de mútuos aprendizados, percebemos que as crianças foram encorajadas a novas práticas corpo-

porais e à reflexão sobre suas próprias vidas escolares e comunitárias quanto à noção ampliada de equilíbrio. Assim, foi possível ao menos contribuir com o aprofundamento conceitual do que seja o equilíbrio. Trata-se, portanto, de um aprofundamento com contato direto com crianças e professores(as) que sabidamente encontram-se em situações de vulnerabilidade e adoecimento institucional.

Claro que, obviamente, a preparação e uso de um laboratório na escola não serão suficientes para transformar as condições de vida das crianças em suas comunidades. Mas também é razoável pensarmos que,

sem sua realização, talvez a distância entre o desejado e o conquistado permaneceria a mesma.



Glossário

Eufemismo: figura de linguagem, o uso de uma palavra, frase ou expressão com o intuito de suavizar o peso de outra palavra, frase ou expressão similar considerada desagradável ou grosseira para algumas pessoas.

Referências

Francisco E. Medeiros e colaboradores, O (des) equilíbrio como produção de conhecimento nas experiências do estágio em Educação Física. In: Anos Iniciais do Ensino Fundamental: estágio curricular supervisionado e formação docente, 2020.

Sala do equilíbrio, Vídeo, 2018.

Sandra M. Nunes, O corpo em equilíbrio, desequilíbrio e fora do equilíbrio, 2017.

UNICEF, A pobreza na infância em Moçambique: Uma análise da situação e das tendências, 2005.

Cultura é algo exclusivo dos humanos? É possível galinhas terem dentes? Robôs um dia irão criar consciência e se rebelar contra os humanos? Ao discutir de forma descontraída assuntos tão variados quanto robótica e a domesticação de animais e plantas, este livro se propõe a trazer uma série de textos curtos e interessantes sobre as diversas áreas da ciência. Uma leitura que com certeza irá instigar qualquer pessoa curiosa por tentar entender um pouquinho a mais sobre nosso universo.

Realização:



Apoio:

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**
Centro de Ciências Biológicas - CCB

