

# ETODIVERSIDADE: UM CAMPO TEÓRICO EMERGENTE

## *Etodiversity: an emerging theoretical field*

<sup>1</sup>Gabrielle Cristina Pestana, <sup>2\*</sup>Vinicius Marques Lopez

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil. mutillidaebr@gmail.com

### RESUMO

Historicamente as ciências biológicas trabalharam com a ótica da entidade da espécie como uma unidade coesa de resposta às perguntas biológicas, vilipendiando aspectos individuais dos organismos. Nesse sentido, o conceito de Etodiversidade foi recentemente proposto, sugerindo novas perspectivas nas observações da natureza. Por fim, nós aqui, pretendemos apresentar a você leitor, um breve panorama de uma nova concepção nas ciências biológicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodiversidade; Interações ecológicas; Mudança de paradigma

### ABSTRACT

Historically, the biological sciences have worked with the perspective of the species as a cohesive unit in addressing biological questions, disregarding individual aspects of organisms. In this regard, the concept of Etodiversity has recently been proposed, suggesting new perspectives in the observation of nature. Ultimately, we aim to present to you, the reader, a brief overview of a new conception in the biological sciences.

**KEYWORDS:** Biodiversity; Ecological interactions; Paradigm shift

### INTRODUÇÃO

A natureza desvela diante de nossos olhos uma profusão de formas, cores e comportamentos que constituem uma fonte inesgotável de inspiração para filósofos, artistas e cientistas. Isso ocorre devido à riqueza dos repertórios comportamentais presentes em diferentes espécies. Por exemplo, aranhas das famílias Salticidae, Ctenizidae, Deinopidae e Araneidae possuem estratégias e técnicas divergentes para predação utilizando a teia como ferramenta (Figura 1).

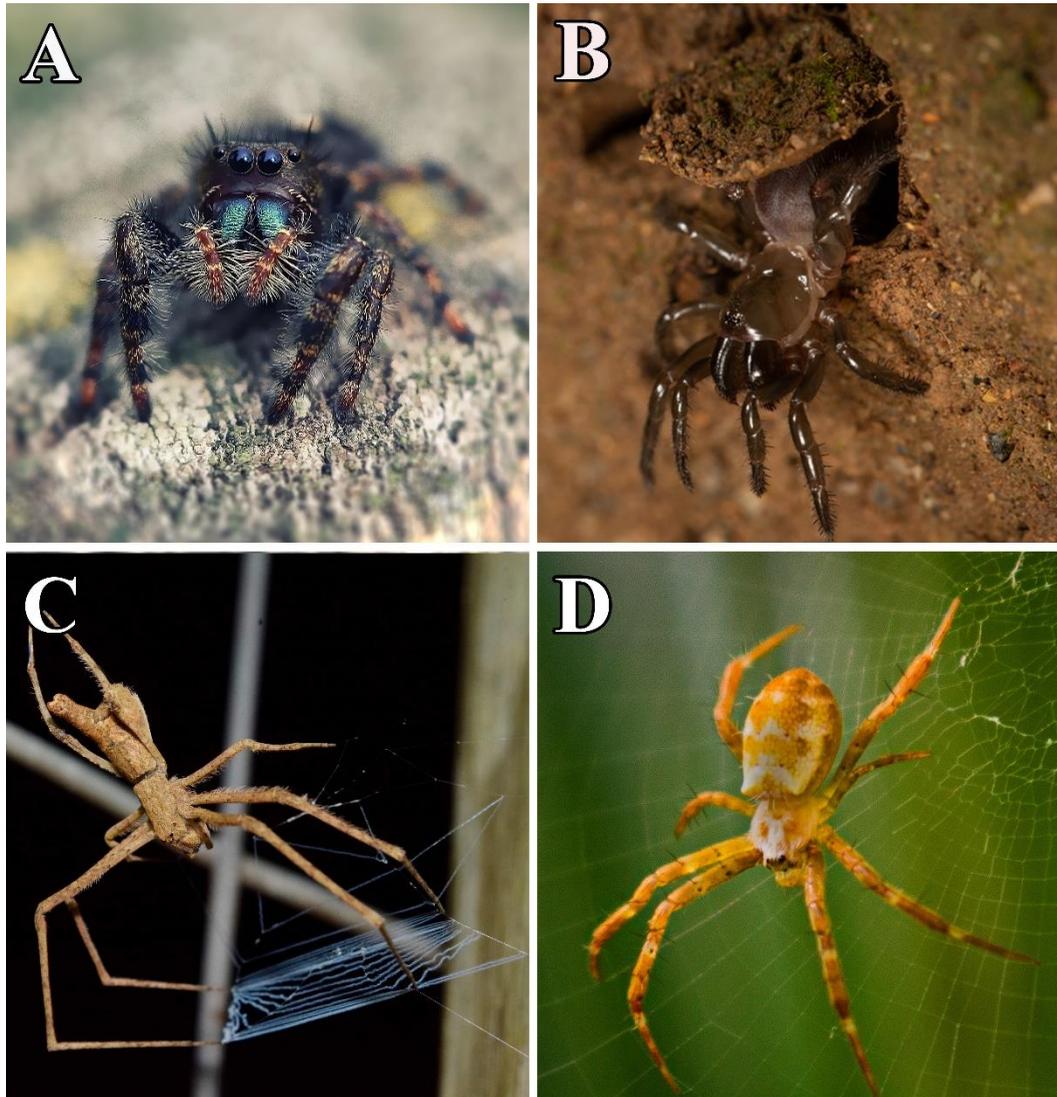


Figura 1. Diversidade de estratégias de captura de presas em aranhas (Arachnida: Araneae). A) Salticidae em estratégia de busca ativa para predação; (B) Ctenizidae na parte externa de seu alçapão; C) Deinopidae em posição de ataque com a teia construída entre as suas pernas dianteiras e; D) Araneidae em sua teia orbicular durante a espera do alimento.

Mesmo com a imensa diversidade biológica, somente a partir da publicação do *Systema Naturae*<sup>(1)</sup> por Carl Von Linné que a biologia começou a utilizar sistematicamente a entidade espécie como unidade básica de estudos. Esse paradigma dominou os campos das Ciências Biológicas - e.g., diversidade alfa, beta e gama, nichos das espécies, conservação ambiental, que se atentam a espécie como uma ferramenta coesa de resposta. Por exemplo, Wilson<sup>(2)</sup> propôs o conceito

de Biodiversidade para oficializar de forma consistente as diferentes dimensões da diversidade biológica. Esse conceito foi rapidamente absorvido por instituições ligadas a conservação do meio ambiente e teve um importante impacto político<sup>(3,4)</sup>.

Todavia, campos científicos emergentes estão deslocando a fronteira do conhecimento biológico e sugerindo novas perspectivas em suas observações. Assim, um intrigante fenômeno animal vem desafiando a escola adaptacionista, sugerindo que, em contextos intraespecíficos, os indivíduos diferem em comportamentos correlacionados e essas diferenças são frequentemente hereditárias<sup>(5)</sup>, ou seja, personalidades.

A personalidade sempre foi em um conceito ligado ao comportamento humano que é interpretada como uma reflexão das variações individuais, indicando diferenças de temperamento. Entretanto, essas variações foram por muito tempo negligenciadas em outros animais, sendo interpretada como a consequência de medições imprecisas ou variação não-adaptativa em torno de uma média adaptativa<sup>(6,7)</sup>. Isso se torna interessante, uma vez que humanos que trabalham intensivamente com um número razoável de indivíduos da mesma espécie animal, frequentemente atribuem personalidades diferentes a esses. Portanto, mesmo que essas constatações sejam anedóticas, elas sugerem a ocorrência de diferenças interindividuais no comportamento.

Atualmente achados empíricos nos mais diversos grupos, como peixes<sup>(8)</sup>, aves<sup>(9)</sup>, primatas<sup>(10,11)</sup> ou insetos<sup>(12,13)</sup>, suportam essa perspectiva. Adicionalmente, essas variações interindividuais podem exercer influências até mesmo em níveis em ecossistêmicos, modulando a eficácia na exploração do nicho das espécies<sup>(14)</sup>.

Nesse contexto, um novo campo, denominado Etodiversidade foi proposto com o intuito de apreciar as variações individuais no comportamento animal<sup>(15)</sup>. A Etodiversidade é definida como: *A variabilidade de traços comportamentais na hierarquia biológica, incluindo o nível individual (e.g., personalidade), o nível populacional (e.g., estratégias alternativas de reprodução) e o nível do ecossistema (como padrões comportamentais contrastantes entre as espécies)*<sup>(15)</sup>.

Esta se difere dos campos adjacentes pela unidade básica de estudo, uma vez que os estudos de Etodiversidade devem se atentar em métricas e observações individuais. Portanto, aqui, nós pretendemos apresentar um breve panorama de uma nova concepção, nas ciências biológicas. Discutiremos as características delimitadoras do conceito, bem como a importância da diversidade comportamental.

## QUAL A DIFERENÇA ENTRE DIVERSIDADE FUNCIONAL E ETODIVERSIDADE?

A diversidade funcional é um componente importante da biodiversidade e geralmente está relacionada às variedades de coisas que os organismos fazem nas comunidades e ecossistemas. Apesar disso, o conceito de diversidade funcional é tido como “escorregadio”, pelo fato de ser utilizado em muitos trabalhos ecológicos sem a devida referência de uma definição (ver revisão de Petchey & Gaston)<sup>(16)</sup>. Aqui usaremos o conceito de Tilman<sup>(17)</sup>: “*O valor e o range das espécies, bem como os traços orgânicos que influenciam no funcionamento do ecossistema*”. Em outras palavras, a diversidade funcional permeia no âmbito das características fenotípicas dos organismos, que causam influência nos processos ecossistêmicos.

No mesmo sentido, a etodiversidade se mostra como um conceito mais abrangente e que não necessariamente visa analisar a influência na funcionalidade ecossistêmica dos fenótipos. As características etodiversas de um organismo são traços individuais que não necessitam estar relacionados com uma função. Ou seja, toda diversidade funcional é necessariamente uma etodiversidade, porém nem toda etodiversidade é necessariamente uma diversidade funcional.

Para esclarecermos o tema de forma mais eficiente, vamos a um exemplo hipotético: no primeiro filme Madagascar da DreamWorks Pictures, o Leão Alex vai parar acidentalmente em uma Ilha de Madagascar onde encontra um grupo de lêmures. Os lêmures são liderados pelo rei Julian e sofrem constantemente com a perseguição de seus predadores naturais, as fossas (Carnivora: Eupleridae).

Sabidamente, os lêmures são primatas endêmicos de Madagascar e atuam funcionalmente no ambiente como dispersores de sementes. O lêmure Rei Julien demonstra durante todo filme, características de personalidade que são únicas e distintas dos outros membros dos grupos e ele nota que as fossas, seus predadores, fogem na presença do Leão Alex. Após essa constatação, Julian atrai Alex para o convívio do bando - i.e., um tipo de domesticação, com o intuito de se beneficiar de sua presença. Os traços individuais do rei Julian auxiliaram no desenvolvimento de uma estratégia antipredatória que, por fim, beneficiou todo o bando. Entretanto, esses traços não se relacionam diretamente com a diversidade funcional dos lêmures.

#### COMO A VARIAÇÃO COMPORTAMENTAL SE MANTÉM?

A manutenção da diversidade de comportamentos encontrada na natureza é um aspecto importante para a etodiversidade. O modo como essas variações comportamentais serão mantidas ao longo das gerações pode ser influenciado por diferentes fatores, como aprendizagem e genética. Comportamentos inatos, livres de experiências prévias, são geneticamente determinados, através dos circuitos que medeiam esse comportamento. Por exemplo, em ratos, os comportamentos de aversão ou atração a determinados tipos de odores ocorrem de forma inata<sup>(18)</sup>. Tal comportamento acontece através de circuitos neurais, transmitindo informações do órgão do sentido para os centros olfativos corticais.

Assim, a seleção e fixação de comportamentos geneticamente determinados ocorrem por meio da seleção natural que pode atuar sobre determinada população através do mecanismo de adaptação local, permitindo a ocorrência de comportamentos alternativos dentro de um mesmo grupo ou em diferentes grupos da mesma espécie. Um estudo com uma população de aves da espécie *Cinclus mexicanus* Swainson, 1827 demonstrou o estabelecimento de estratégias alternativas comportamentais relacionadas a migração, onde em um contexto intrapopulacional foram observados pássaros migrantes e não migrantes<sup>(19)</sup>. Em salamandras da espécie *Salamandra salamandra* (Linnaeus)

duas estratégias comportamentais foram observadas em diferentes populações habitantes de ilhas vizinhas. Em uma ilha onde havia a pressão de predação por mamíferos invasores os indivíduos apresentaram comportamento noturno, enquanto na outra ilha o comportamento dos indivíduos era diurno<sup>(20)</sup>.

A capacidade de aprender novos repertórios comportamentais pode ser observada em diversos grupos e colabora para o aumento e manutenção da diversidade comportamental. A aprendizagem pode ocorrer por meio da observação de um indivíduo mais velho e reprodução do mesmo comportamento pelos mais novos de uma população, como observado em primatas durante o comportamento de forrageio<sup>(21)</sup>. Neste contexto, discute-se sobre a aprendizagem social e a cultura através da transmissão de novos conhecimentos.

A aprendizagem também pode ocorrer de modo individual através da tentativa e erro, sem que haja observação do mesmo comportamento em outros indivíduos<sup>(22)</sup>. No entanto, sem a transmissão desse comportamento, o mesmo não pode ser encontrado em nível populacional, mas apenas individual.

## PADRÕES DA ETODIVERSIDADE

A etodiversidade pode apresentar padrões de distribuição relacionados a diferentes fatores ecológicos. Espera-se que o aumento da diversidade nos trópicos conseqüentemente, aumente a diversidade de comportamento nesta região, assim como o aumento da riqueza de espécies e da diversidade beta. Podemos concluir que o aumento de espécies está relacionado com o aumento de repertórios comportamentais, portanto com o aumento da etodiversidade<sup>(15)</sup>.

Além disso, a seleção sexual, através da seleção de comportamentos que maximizem o sucesso reprodutivo individual<sup>(23)</sup> pode gerar uma gama de comportamentos diferenciados, intra e interespecíficos. Quando observamos os padrões de comportamento relacionados a corte, temos desde um exemplo clássico da literatura, o pavão, ou *Pavus cristatus* L., que exhibe seus ornamentos (i.e., cauda) para atração das fêmeas até exemplos em aracnídeos que produzem

presentes nupciais para a fêmea antes da cópula, como no caso da espécie *Paratrechalea ornata* (Mello-Leitão) (Lycosoidea: Trechaleidae)<sup>(24)</sup>.

A etodiversidade também pode estar positivamente relacionada com o aumento da complexidade biológica. Neste contexto, é importante entendermos complexidade biológica como a complexidade em nível neural. Assim, tomamos como exemplo um estudo feito com duas espécies de formigas *Oecophylla smaragdina* Day e *Formica subsericea* Say que apresentam repertórios comportamentais do complexo ao simples, respectivamente. Na espécie com comportamento complexo, *O. smaragdina*, o investimento em tecido e operações neurais é mais alto quando comparado com *F. subsericea*<sup>(25)</sup>. Assim, podemos inferir que em grupos onde há maior complexidade do sistema nervoso, teremos também repertórios comportamentais mais complexos, e conseqüentemente, ambos estariam correlacionados positivamente com a etodiversidade.

#### EXTINÇÃO: UMA AMEAÇA A ETODIVERSIDADE

A extinção de espécies é um fenômeno natural, que vem sendo arduamente discutido nos últimos anos devido sua potencialização por fatores antrópicos. No entanto, sempre guiada pelos olhos da ecologia, quando pensamos em extinção de espécies pensamos nos impactos ecossistêmicos e na perda de interações ecológicas, diversidade funcional e sempre em nível de espécies.

Com o novo olhar da etodiversidade, a problemática da extinção ganha um novo foco. Quando perdemos uma espécie, não só perdemos interações ecológicas, mas perdemos também um repertório de comportamentos, os quais podem ser fundamentais para o funcionamento do ecossistema. Além disso, se pensarmos em um nível menor, e ao invés de olharmos para a espécie, olharmos para o indivíduo com sua personalidade própria e diferentes em termos de diversidade de comportamentos únicos, a perda seria ainda maior. Quantos comportamentos não são perdidos se um único indivíduo de uma população deixar de existir?

Retomamos aqui o exemplo de Madagascar. Se pensarmos nas fossas e lêmures, estes dois grupos apresentam uma interação ecológica de presa-predador. As fossas são predadoras, já os lêmures dispersores de sementes, aumentando, portanto, a diversidade funcional. Cada uma dessas espécies possui traços comportamentais diferenciados. A extinção de um desses dois grupos, seja das fossas ou dos lêmures, acarretaria a extinção de interações ecológicas, diversidade funcional e traços comportamentais. Porém, se analisarmos um indivíduo dentro do grupo dos lêmures (e.g., o rei Julian) a perda desse indivíduo representaria a perda de traços comportamentais individuais de estratégia e liderança que no contexto da animação se mostra benéfico para todo o bando, livrando-os de seus inimigos naturais.

## **CONCLUSÃO**

Em conclusão, o surgimento do campo da Etodiversidade reflete uma mudança de paradigma, destacando a importância das características comportamentais individuais em diferentes níveis biológicos. A Etodiversidade abrange uma ampla gama de traços comportamentais, desde personalidade até estratégias reprodutivas e padrões comportamentais contrastantes entre indivíduos. A diversidade funcional, por sua vez, está relacionada às variedades de coisas que os organismos fazem nas comunidades e ecossistemas, influenciando o funcionamento dos ecossistemas. Embora a diversidade funcional esteja ligada à etodiversidade, esta última é mais abrangente e não se concentra necessariamente na funcionalidade ecossistêmica dos fenótipos. A manutenção da diversidade comportamental é influenciada por fatores genéticos e aprendizagem, e a etodiversidade pode apresentar padrões de distribuição relacionados a fatores ecológicos e evolutivos. Portanto, é essencial reconhecer e valorizar a diversidade comportamental para uma compreensão mais abrangente da biodiversidade e da complexidade biológica.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Dr. Rhainer Guillermo, Prof. Dr. Hugo Miguel P. de Moraes Sarmiento e ao Msc. Guilherme S. Gonzaga pela atenção dada durante as longas discussões sobre o tema. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (proc. 142299/2020-0). Agradecemos a Mark Vejera, Suncana e Giuseppe Molinari pelas fotografias cedidas.

## REFERÊNCIAS

- (1) Linnaeus, C. 1758. *Systema naturae* (Vol. 1, p. 824). Laurentii Salvii: Stockholm.
- (2) Wilson, EO. 1988. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- (3) Adams, WB. 2013. *Against extinction: the story of conservation*. Routledge.
- (4) Maclaurin, J.; Sterelny, K. 2008. *What is biodiversity?*. University of Chicago Press.
- (5) Zablocki-Thomas, PB.; Herrel, A.; Karanewsky, CJ.; Aujard, F.; Pouydebat, E. 2019. Heritability and genetic correlations of personality, life history and morphology in the grey mouse lemur (*Microcebus murinus*). *Royal Society Open Science*, 6(10), 190632. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.190632>
- (6) Mather, JA.; Anderson, RC. 1993. Personalities of octopuses (*Octopus rubescens*). *Journal of Comparative Psychology*, 107(3), 336. <http://dx.doi.org/10.1037/0735-7036.107.3.336>
- (7) Weiss, A.; Adams, MJ. 2013. Differential behavioral ecology. In *Animal Personalities: Behavior, Physiology and Evolution* (eds C. Carere and D. Maestriperi). University of Chicago Press, Chicago.
- (8) Picq, S.; Scotti, M.; Puebla, O. 2019. Behavioural syndromes as a link between ecology and mate choice: a field study in a reef fish population. *Animal Behaviour*, 150, 219-237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2019.02.016>
- (9) Richardson, KM.; Parlato, EH.; Walker, LK.; Parker, KA.; Ewen, JG.; Armstrong, DP. 2019. Links between personality, early natal nutrition and survival of a threatened bird. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1781), 20190373. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0373>

- (10) Neumann, C.; Agil, M.; Widdig, A.; Engelhardt, A. 2013. Personality of wild male crested macaques (*Macaca nigra*). PLoS One, 8(8), e69383. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0069383>
- (11) Massen, JJ; Koski, SE. 2014. Chimps of a feather sit together: chimpanzee friendships are based on homophily in personality. Evolution and Human Behavior, 35(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2013.08.008>
- (12) Brodin, T. 2008. Behavioral syndrome over the boundaries of life carryovers from larvae to adult damselfly. Behavioral Ecology, 20(1), 30-37. <http://dx.doi.org/10.1093/beheco/arn111>
- (13) Jandt, JM.; Bengston, S.; Pinter- Wollman, N.; Pruitt, JN.; Raine, NE.; Dornhaus, A.; Sih, A. 2014. Behavioural syndromes and social insects: personality at multiple levels. Biological Reviews, 89(1), 48-67. <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12042>
- (14) Costa- Pereira, R.; Rudolf, VH.; Souza, FL.; Araújo, MS. 2018. Drivers of individual niche variation in coexisting species. Journal of Animal Ecology, 87(5), 1452-1464. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2656.12879>
- (15) Cordero-Rivera, A. 2017. Behavioral diversity (ethodiversity): a neglected level in the study of biodiversity. Frontiers in Ecology and Evolution, 5, 7. <http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2017.00007>
- (16) Petchey, OL.; Gaston, KJ. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. Ecology letters, 9(6), 741-758. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>
- (17) Tilman, D. 2001. Functional diversity. Encyclopedia of biodiversity, 3(1), 109-120.
- (18) Root, CM.; Denny, CA.; Hen, R.; Axel, R. 2014. The participation of cortical amygdala in innate, odour-driven behaviour. Nature, 515(7526), 269. <http://dx.doi.org/10.1038/nature13897>
- (19) Gillis, EA.; Green, DJ.; Middleton, HA.; Morrissey, CA. 2008. Life history correlates of alternative migratory strategies in American Dippers. Ecology 89. <http://dx.doi.org/10.1890/07-1122>.
- (20) Velo-Antón, G.; Cordero-Rivera, A. 2011. Predation by invasive mammals on an insular viviparous population of *Salamandra salamandra*. Herpetology Notes, 4, 299-301.
- (21) Rapaport, LG.; Brown, GR. 2008. Social influences on foraging behavior in young nonhuman primates: learning what, where, and how to eat. Evolutionary

Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews, 17(4), 189-201. <http://dx.doi.org/10.1002/evan.20180>

(22) Anthes, N.; Bergmüller, R.; Blanckenhorn, W.; Brockmann, HJ.; Fichtel, C.; Fromhage, L.; Hofer, H. 2010 Animal behaviour: evolution and mechanisms. Springer Science & Business Media.

(23) Darwin, C. 1871. The descent of man. The Great Books of the Western World, 49, 320.

(24) Costa-Schmidt, LE.; Carico, JE.; de Araújo, AM. 2008. Nuptial gifts and sexual behavior in two species of spider (Araneae, Trechaleidae, *Paratrechalea*). Naturwissenschaften, 95(8), 731-739. <http://dx.doi.org/10.1007/s00114-008-0379-7>

(25) Kamhi, JF.; Gronenberg, W.; Robson, SK.; Traniello, JF. 2016. Social complexity influences brain investment and neural operation costs in ants. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 283(1841), 20161949. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.1949>